ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

นายสุธิวัชร ศุภลักษณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A CLOUD BASED LEARNING SYSTEM USING REVERSE ENGINEERING APPROACH AND PEER TO PEER TECHNIQUE TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING

Mr. Sutiwat Supaluk

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Educational Technology and Communications
Department of Educational Technology and Communications
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล
โดย	นายสุธิวัชร ศุภลักษณ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมั่น)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุธิวัชร ศุภลักษณ์ : ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล. (A CLOUD BASED LEARNING SYSTEM USING REVERSE ENGINEERING APPROACH AND PEER TO PEER TECHNIQUE TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพความต้องการในการจัดการเรียนการสอน 2) เพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 3) เพื่อศึกษาผลของการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ และ 4) เพื่อนำเสนอระบบการเรียนรู้ฯ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพความต้องการคือนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจำนวน 685 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 26 คน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 14 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดเชิงประมวลผล จำนวน 8 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมผันกลับ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 1 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามออนไลน์ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินรูปแบบ ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ แผนการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนด้วยระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงประมวลผล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) และการทดสอบค่าที (T-Test) ผลการวิจัยพบว่า ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ที่พัฒนาขึ้น มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ระบบการเรียนรู้ 2) เนื้อหา 3) บทบาทผู้สอนและผู้เรียน 4) เครื่องมือบนระบบคลาวด์ และ 5) การประเมินผล โดยมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายและการตั้งกลุ่ม 2) การร่วมกันวางแผน 3) การเลือกต้นแบบ 4) การวิเคราะห์งานร่วมกัน 5) การออกแบบร่วมกัน 6) ให้ผลป้อนกลับและการประเมินผล ผลการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดเชิงประมวลผลหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความคิดเชิงประมวลผลในแต่ละรอบนั้นมีค่าคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5884475427 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORD: COMPUTATIONAL THINKING / CLOUD BASED LEARNING SYSTEM / REVERSE ENGINEERING / PEER TO PEER TECHNIQUE

Sutiwat Supaluk : A CLOUD BASED LEARNING SYSTEM USING REVERSE ENGINEERING APPROACH AND PEER TO PEER TECHNIQUE TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING. Advisor: Assoc. Prof. Jintavee Khlaisang Co-advisor: Assoc. Prof. Noawanit Songkram

The purposes of this research were 1) to analyze the need for assessment 2) to develop a cloud based learning system using reverse engineering approach and peer to peer technique, 3) to try out cloud based learning system using reverse engineering approach and peer to peer technique and 4) to propose cloud based learning system using reverse engineering approach and peer to peer technique to enhance computational thinking. The subjects used for analyzing the needs of assessment were 685 undergraduates and 10 experts. The subjects in system development consisted of 26 experts including 14 educational technology experts, 8 computational thinking experts, 3 reverse engineering experts and 1 educational psychology experts. The subjects in the model experiment were 40 undergraduate students. The research instruments consisted of an expert interview form, a model evaluation form, a cloud based learning website, and a lesson plan. The data gathering instruments consisted of a computational thinking test, self-assessment about computational thinking, a questionnaire of students' opinions towards cloud based learning system, and a learning behavior observation form concerning computational thinking. The data were analyzed by using Mean, Standard Deviation, Repeated Measures ANOVA and T-Test.

The research results indicated that: The developed model consisted of five components are as follows: 1) Learning system 2) Cloud based tools 3) Role, 4) Content and 5) Evaluation. Steps of a learning process in a cloud based learning system using reverse engineering approach and peer to peer technique consists of six steps are as follows: 1) Goal and group setting 2) Planning together 3) Choose Prototype 4) Co-analysis, 5) Peer Designing and 6) Feedback. The experimental result indicated that the subjects had computational thinking post-test mean scores higher than pre-test mean scores at .05 level of significance. Moreover, the analysis of Repeated Measures ANOVA pointed out that the mean scores from computational thinking test were significantly higher each time at 0.5 level.

Field of Study:	Educational Technology and Communications	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเมตตากรุณาและการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม ผู้เสียสละเวลาอันมีค่า คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีตลอดระยะเวลาของการศึกษา ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมั่น คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์นี้ และขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อคิด คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อแก้ไขและปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทั้งหมดนี้ถือเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่าในชีวิตการเรียนของข้าพเจ้าอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำและกำลังใจตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความปรารถนาดีและความช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือโดยตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ETC 58 และพี่น้องชาวเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาที่น่ารักทุกคนที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวศุภลักษณ์ ผู้มีพระคุณและคอยดูแลเป็นอย่างดี พร้อมที่จะให้ความรักความห่วงใยและสิ่งที่ดีที่สุดทุกอย่าง และส่งกำลังใจมาให้ในทุกครั้งเวลาสอบขอบคุณญาติพี่น้องและเพื่อนทุกๆคน สำหรับกำลังใจและความปรารถนาดีเสมอมาจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาได้

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยภายใต้แผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ตามทิศทางยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม ประเภทบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2562 และได้รับเงินทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยจากทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอย่างสูงที่เล็งเห็นถึงประโยชน์จากการ ทำงานวิจัยในครั้งนี้

สุธิวัชร ศุภลักษณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา 1
คำถามการวิจัย 8
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 9
สมมติฐานการวิจัย 9
ขอบเขตการวิจัย 9
กรอบแนวคิดการวิจัย 11
คำอธิบายกรอบแนวคิดการวิจัย 13
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย 15
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 17
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18
ตอนที่ 1 ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) 20
1.1 นิยามและความหมายของความคิดเชิงประมวลผล 20
1.2 รากความคิดพื้นฐานของความคิดเชิงประมวลผล 23
1.3 ความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผล 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 องค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล 29
1.5 หลักการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลและวิธีการประเมินผล 34
1.6 กระบวนการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 44
1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงประมวลผล 50
1.8 บทสรุป 62
ตอนที่ 2 เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted Learning) 64
2.1 ความหมายของเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน 64
2.2 วัตถุประสงค์ของการเรียนด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน 67
2.3 คุณสมบัติที่เหมาะสมของเพื่อนในการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน 69
2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน 70
2.5 รูปแบบวิธีการเรียนรู้ตามเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน 72
2.6 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน 75
2.7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน 79
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน 79
2.9 บทสรุป 87
ตอนที่ 3 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud Based Learning System) 88
3.1 ที่มาและความสำคัญของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ 88
3.2 เทคโนโลยีคลาวด์ 89
3.3 การเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud Based Learning) 90
3.4 คุณสมบัติของเทคโนโลยีคลาวด์ 92
3.5 ประเภทการให้บริการของคลาวด์ 93
3.6 รูปแบบการให้บริการของคลาวด์ 94
3.7 ประโยชน์ของการใช้ระบบคลาวด์ 95
3.8 ข้อจำกัดของการใช้ระบบคลาวด์ 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.9 แนวทางในการนำระบบคลาวด์มาใช้ในการเรียนการสอน 96
3.10 กิจกรรมการเรียนที่ใช้คลาวด์เป็นฐาน 98
3.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้บนคลาวด์ 100
3.12 บทสรุป 103
ตอนที่ 4 กระบวนการเรียนรู้แบบวิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering) 104
4.1 ที่มาและความสำคัญของวิศวกรรมผันกลับ 104
4.2 ความหมายของวิศวกรรมผันกลับ 105
4.3 วัตถุประสงค์ของการทำวิศวกรรมผันกลับ 107
4.4 เหตุผลของความจำเป็นของวิศวกรรมผันกลับ 108
4.5 บริบทของการใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับ 109
4.6 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ 111
4.7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ 113
4.8 ประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ 118
4.9 การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับมาใช้ในการเรียนการสอน 119
4.10 ข้อกฎหมายเกี่ยวกับการทำวิศวกรรมผันกลับในการพัฒนาซอฟต์แวร์ 120
4.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ 121
4.12 บทสรุป 125
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 127
การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 134
การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 142
การวิจัยระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 167

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิจัยระยะที่ 4 การนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล..... 184

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 186

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาความต้องการระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล..... 187

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล..... 217

ระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล..... 232

ระยะที่ 4 ผลการนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล..... 257

บทที่ 5 ผลการวิจัย..... 259

ตอนที่ 1 บทนำ..... 260

ตอนที่ 2 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล..... 263

บทที่ 6 การสรุปและอภิปรายผล..... 301

สรุปผลการวิจัย..... 301

อภิปรายผล..... 306

ข้อเสนอแนะ..... 326

ภาคผนวก..... 328

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 329

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 334

ภาคผนวก ค แผนการสอน..... 343

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล..... 348

บรรณานุกรม..... 351

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน 365

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของทักษะความคิดเชิงประมวลผล 33

ตารางที่ 2 เทคนิคการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 36

ตารางที่ 3 ตัวอย่างกรอบวิธีการประเมินผลของความคิดเชิงประมวลผล 39

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์วิธีการประเมินความคิดเชิงประมวลผล 41

ตารางที่ 5 สรุปวิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 49

ตารางที่ 6 ตารางสังเคราะห์ขั้นตอนของเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน 77

ตารางที่ 7 บริบทและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องโดยใช้พื้นฐานวิศวกรรมผันกลับ 109

ตารางที่ 8 สรุปขั้นตอนสำคัญของวิศวกรรมผันกลับในด้านการศึกษาและรวมถึงคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับความสำเร็จที่เกี่ยวข้อง 110

ตารางที่ 9 ตารางสังเคราห์เกี่ยวกับขั้นตอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ 115

ตารางที่ 10 ความสามารถและทักษะที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ 117

ตารางที่ 11 การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับไปใช้ 119

ตารางที่ 12 กฎหมายข้อบังคับเกี่ยวกับวิศวกรรมผันกลับ 120

ตารางที่ 13 แสดงการแบ่งพื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 135

ตารางที่ 14 แสดงรายชื่อสถาบันที่คัดเลือกเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล 135

ตารางที่ 15 โครงสร้างและประเด็นของแบบสอบถาม 137

ตารางที่ 16 โครงสร้างและประเด็นของแบบสัมภาษณ์ 139

ตารางที่ 17 เครื่องมือบนระบบคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 147

ตารางที่ 18 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ 149

ตารางที่ 19 การออกแบบงานวิจัย 168

ตารางที่ 20 แสดงโครงสร้างของแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล 169

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 แสดงโมดูลหลักของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 187

ตารางที่ 22 แสดงโมดูลย่อยของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ..... 187

ตารางที่ 23 เครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ 189

ตารางที่ 24 แสดงขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ 191

ตารางที่ 25 แสดงบทบาทของผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ..... 192

ตารางที่ 26 แสดงการสังเคราะห์เกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล 193

ตารางที่ 27 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 194

ตารางที่ 28 ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนบนระบบออนไลน์..... 195

ตารางที่ 29 ความคิดเห็นที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผล..... 198

ตารางที่ 30 ความคิดเห็นที่มีต่อเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน..... 200

ตารางที่ 31 ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ 201

ตารางที่ 32 ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน..... 203

ตารางที่ 33 ประสบการณ์และความคิดเห็นที่มีต่อเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ในกิจกรรม 209

ตารางที่ 34 แสดงผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 223

ตารางที่ 35 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมใน ภาพรวมของร่างระบบการเรียนฯ..... 226

ตารางที่ 36 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของร่างระบบการเรียนรู้ฯ 226

ตารางที่ 37 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้าน ขั้นตอนการเรียนของร่างระบบการเรียนรู้ฯ..... 227

ตารางที่ 38 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์ของร่างระบบการเรียนฯ 228

ตารางที่ 39 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้าน วิธีการประเมินผลของร่างระบบการเรียนรู้ฯ 229

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 40 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านการ ใช้งานของร่างระบบการเรียนฯ 229

ตารางที่ 41 แสดงรายละเอียดข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย 230

ตารางที่ 42 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความสามารถทางความคิดเชิงประมวลผล ก่อนและหลังการทดลอง 233

ตารางที่ 43 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลงาน รอบที่ 1 รอบที่2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มทดลอง 233

ตารางที่ 44 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนจากกิจกรรมส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ของกลุ่มทดลอง ในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของการทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)..... 234

ตารางที่ 45 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการแยกองค์ประกอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง 235

ตารางที่ 46 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านการแยกองค์ประกอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis) 235

ตารางที่ 47 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการหารูปแบบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง..... 237

ตารางที่ 48 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านการหารูปแบบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis) 237

ตารางที่ 49 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงนามธรรม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง 238

ตารางที่ 50 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านการคิดเชิงนามธรรม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis) 239

ตารางที่ 51 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านอัลกอริทึม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง..... 240

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 52 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านอัลกอริทึม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis) 241

ตารางที่ 53 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองในแต่ละด้านของความคิดเชิงประมวลผล ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง 242

ตารางที่ 54 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ระหว่างการเรียนรู้รอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มทดลอง 243

ตารางที่ 55 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนจากกิจกรรมส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ของกลุ่มทดลอง ในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของการทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)..... 243

ตารางที่ 56 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบการ เรียนรู้บนคลาวด์ฯ 245

ตารางที่ 57 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อการ ออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 247

ตารางที่ 58 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อเนื้อหาและ แนวคิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล 248

ตารางที่ 59 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับระบบการ เรียนรู้ฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิ 257

ตารางที่ 60 แสดงข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบการเรียนฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิ..... 258

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงความรู้จากการแลกเปลี่ยนระหว่างเพื่อน 69

ภาพที่ 2 ประเภทการให้บริการของคลาวด์ 94

ภาพที่ 3 รูปแบบการให้บริการของระบบคลาวด์ 95

ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการเรียนรู้แบบคลาวด์ 148

ภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 149

ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างของเว็บระบบการเรียนรู้ 152

ภาพที่ 7 แสดงไดอะแกรมการเรียนรู้และการบริหารจัดการในระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 153

ภาพที่ 8 แสดงโครงสร้างหน้าจอผู้ใช้งานของเว็บระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ 155

ภาพที่ 9 แสดงระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ 156

ภาพที่ 10 แสดงขั้นตอนการลงทะเบียนใช้งานระบบการเรียนรู้ฯ 157

ภาพที่ 11 แสดงหัวข้อในหน้าส่วนตัวบนระบบการเรียนรู้ฯ 158

ภาพที่ 12 แสดงหัวข้อในหน้าข่าวประกาศบนระบบการเรียนรู้ฯ 159

ภาพที่ 13 แสดงโมดูลเนื้อหาความรู้ 159

ภาพที่ 14 แสดงโมดูลกิจกรรมแต่ละชั่วโมง 160

ภาพที่ 15 แสดงโมดูลเครื่องมือติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกัน 161

ภาพที่ 16 แสดงโมดูลเสริมการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือ 161

ภาพที่ 17 แสดงโมดูลหลังบ้าน 162

ภาพที่ 18 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของ (ร่าง) ระบบการเรียนฯ 222

ภาพที่ 19 แสดงภาพระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 231

ภาพที่ 20 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 268

ภาพที่ 21 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยบนระบบการเรียนรู้ฯ 269

ภาพที่ 22 การกำหนดเป้าหมายและตั้งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ 270

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 23 การกำหนดจุดประสงค์และการวางแผนร่วมกันในกิจกรรม 272

ภาพที่ 24 การเลือกต้นแบบ 274

ภาพที่ 25 การวิเคราะห์ร่วมกัน 275

ภาพที่ 26 การออกแบบร่วมกัน 277

ภาพที่ 27 การให้ผลป้อนกลับและสรุปผล 278

ภาพที่ 28 แสดงกระบวนการทำงานบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 283

ภาพที่ 29 Cloud Services ให้บริการบนระบบคลาวด์แพลตฟอร์ม 284

ภาพที่ 30 “ย่าน”(Regions) และ “โซน” (Zone)ที่ระบบคลาวด์แพลตฟอร์มของกูเกิลให้บริการ 285

ภาพที่ 31 สถาปัตยกรรมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 286

ภาพที่ 32 หน้าแรกของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 287

ภาพที่ 33 หน้าจอแสดงขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 288

ภาพที่ 34 หน้าจอแสดงแหล่งเรียนรู้เพื่อสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ 288

ภาพที่ 35 หน้าจอแสดงการวิเคราะห์ต้นแบบตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ 289

ภาพที่ 36 หน้าจอแสดงตัวอย่างองค์ประกอบต้นแบบ 289

ภาพที่ 37 หน้าจอแสดงการสะท้อนคิดจากการได้รับผลป้อนกลับ 291

ภาพที่ 38 แสดงแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล 292

ภาพที่ 39 แสดงแบบวัดความสามารถในกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของแต่ละสัปดาห์ 292

ภาพที่ 40 หน้าจอแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างการประเมินความสามารถด้วยตนเอง และ การผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบ 293

ภาพที่ 41 เครื่องมือแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้บนระบบฯ 294

ภาพที่ 42 ตัวอย่างเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนงานร่วมกัน 294

ภาพที่ 43 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือในขั้นตอนการแยกองค์ประกอบร่วมกัน 295

ภาพที่ 44 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือในขั้นตอนหารูปแบบความสัมพันธ์ร่วมกัน 295

ภาพที่ 45 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือในขั้นตอนการเปรียบเทียบความคล้ายและความต่างกันของต้นแบบ 296

ภาพที่ 46 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือสนับสนุนการออกแบบขั้นตอนอย่างเป็นระบบจากต้นแบบ 296

ภาพที่ 47 แสดงภาพรวมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 297

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีส่งผลให้การศึกษาในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปมาก ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อค้นคว้าและแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ได้ทุกที่ทุกเวลา ดังนั้นการศึกษาในประเทศไทยจึงต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนและการสอนเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมเข้าสู่การทำงานในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนต้องมีทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น ทั้งทักษะด้านความรู้และทักษะด้านการแก้ปัญหา อีกทั้งยังต้องสามารถสร้างกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้การทำงานประสบความสำเร็จ การศึกษาจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นบุคลากรที่มีคุณภาพส่งผลต่อการพัฒนาชาติต่อไป การจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2579 ตามยุทธศาสตร์ที่ว่าด้วยการพัฒนากำลังคนที่มีทักษะสำคัญและมีสมรรถนะตรงตามความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศด้วยการวิจัยและการพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมซึ่งส่งผลต่อการสร้างผลผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ การจัดการเรียนการสอนจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและคุณลักษณะพื้นฐานของพลเมืองไทยและคุณลักษณะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดหลักสูตรการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างบุคลากรที่มีคุณภาพเพียงพอที่จะช่วยยกระดับขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ การก้าวไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 นั้นจำเป็นต้องพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะศตวรรษที่ 21 นอกจากความรู้แกนกลางที่ได้เรียนในห้องเรียนแล้ว ผู้เรียนควรมีความรู้หรือทักษะอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อใช้ประกอบอาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาชีพและเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ ทักษะเหล่านี้ต้องได้รับการฝึกฝนเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน ทักษะทางด้านคอมพิวเตอร์ เป็นทักษะที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวันทั้งด้านการอำนวยความสะดวกในชีวิตหรือการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ง่ายขึ้นเมื่อนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้หรือเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม และยังเป็นทักษะที่สำคัญที่สามารถนำมาพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้เพื่อสอดคล้องกับนโยบายอุตสาหกรรม 4.0 (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2015; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ผู้นำของประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านอุตสาหกรรมสนับสนุนการพัฒนาผู้สร้างนวัตกรรมใหม่ President Obama (2016) ประธานาธิบดีแห่งสหรัฐอเมริกา ส่งเสริมให้นักเรียนชาวอเมริกันทุกคนมีโอกาสเรียนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกทักษะการเป็น “ผู้สร้าง” ในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล แทนการเป็นผู้บริโภคแต่เพียงฝ่ายเดียว ก่อนการพัฒนาหรือแก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยีนั้นจำเป็นต้องเข้าใจ

กระบวนการและหลักการทำงานเทคโนโลยี การคิดวิเคราะห์ แยกแยะและการหาวิธีการแก้ไขด้วยเทคโนโลยีนั้นเรียกว่า “ความคิดเชิงประมวลผล” (Computational Thinking) (Kalelioglu, Gülbahar, & Kukul, 2016; Wing, 2006)

ความคิดเชิงประมวลผล เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การออกแบบหรือการพัฒนาระบบด้วยมนุษย์ ความสามารถดังกล่าวอยู่บนพื้นฐานแนวคิดการคำนวณและการทำงานอย่างมีขั้นตอนซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แนวคิดนี้ทำให้รู้ถึงความสามารถและข้อจำกัดของการประมวลผล ไม่ว่าจะดำเนินการด้วยมนุษย์หรือเครื่องจักรในยุคของข้อมูลที่มีความซับซ้อนและมีปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องเกิดการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักรเพื่อแก้ปัญหา โดยมนุษย์จะเป็นผู้พัฒนาระบบบนเครื่องจักรให้ปฏิบัติงานตามต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้นความคิดนี้จึงเป็นพื้นฐานที่สามารถต่อยอดไปสู่การออกแบบและการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้ องค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลคือการวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบที่ปรากฏ แล้วเรียนรู้รูปแบบการทำงานของระบบที่เกิดซ้ำ ต่อมาจึงหารูปแบบหรือวิธีการที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วสะท้อนออกมาเป็นแผนผังกระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอน สุดท้ายนำกระบวนการดังกล่าวนี้ไปพัฒนาบนระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้ (Denning, 2009; Lu & Fletcher, 2009; Wing, 2006; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ระบบพื้นฐานของเทคโนโลยีนั้นมาจากการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการเข้าใจหลักการของความคิดนี้จะทำให้สามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวันและยังสามารถนำวิธีการคิดประมวลผลมาใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับยากเกินที่มนุษย์ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพได้

ความคิดเชิงประมวลผลเป็นหลักการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีที่เน้นในเชิงวิทยาศาสตร์ไม่เฉพาะเรียนรู้การใช้งานเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการบูรณาการศาสตร์แห่งการคำนวณ การคิดแบบเป็นลำดับ เป็นเหตุเป็นผล และสร้างจินตนาการให้เป็นรูปธรรมเหมือนเช่น การคิดออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ งานวิจัยของ Ruthmann, Heines, Greher, Laidler, and Saulters II (2010) ได้บูรณาการความคิดเชิงประมวลผลกับวิชาดนตรีโดยนำมาฝึกเรียนรู้การเข้ารหัสเสียงดนตรี การสร้างเสียงดนตรี และการเก็บรักษาคุณภาพเสียงให้ได้มากที่สุด และงานวิจัยของ Morelli et al. (2011) ได้ทดลองกับผู้เรียนโดยนำวิธีการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วผู้เรียนนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ในปัจจุบันการส่งเสริมทักษะนี้ได้บรรจุเป็นตัวชี้วัดสำคัญของแต่ละหน่วยงานการศึกษา การออกแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะนี้เพิ่มมากขึ้น โดย Swaid (2015) ได้นำมาบูรณาการกับหลักสูตรการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และกลุ่มนักการศึกษาและนักวิจัยได้หาวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลนี้มีอยู่มาก เช่น การเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์ การเรียนรู้ด้วยเกม การเรียนรู้ด้วยการเขียนโปรแกรม หรือการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาผ่านคอมพิวเตอร์ (Atmatzidou

& Demetriadis, 2014; Kalelioğlu, 2015; Lee, Mauriello, Ahn, & Bederson, 2014; Moreno-León & Robles, 2015) เครื่องมือที่นำมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลคือคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้เรียนยุคใหม่ปรับตัวและใช้ได้ดี การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนรู้และการแก้ปัญหามีอยู่ด้วยกันหลายลักษณะ ทั้งที่เป็นการแก้ไขปัญหาโดยตรง เช่น การคำนวณ การวิเคราะห์ การทำงานแทนมนุษย์ หรือการใช้ฝึกเพื่อการแก้ปัญหา เช่น การฝึกเขียนโปรแกรม การฝึกวิธีการแก้ไขปัญหา ก็สามารถนำคอมพิวเตอร์เข้าไปช่วยได้

กระทรวงศึกษาธิการได้ให้ความสำคัญของทักษะด้านนี้ จึงได้มีการกำหนดวิชาใหม่ที่มีชื่อว่าวิทยาการคำนวณ โดยเป็นวิชาที่จะมาแทนวิชาคอมพิวเตอร์ โดยจะย้ายจากกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี มาอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มบังคับใช้ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปี พ.ศ. 2561 โดยเนื้อหาในบทเรียนจะไม่ได้เรียนโปรแกรมพื้นฐานเพียงอย่างเดียว แต่จะสอนกระบวนการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบและสามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ได้ โดยนำหลักการคิดด้านวิทยาการคำนวณพร้อมนำเอาเทคโนโลยีมาบูรณาการกับรายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาอุดมศึกษา (2558) กำหนดมาตรฐานผลการเรียนรู้ของปริญญาบัณฑิตในด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยกำหนดคุณภาพของผู้เรียนคือ ต้องมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้วยโปรแกรมพื้นฐานต่าง ๆ และเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีความสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน การสื่อสารและการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน การเรียนการสอนได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ช่วยในการเรียนรู้มากขึ้น อีกทั้งสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ (2015) ยังได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยี จึงสนับสนุนให้ทุกอาชีพมีความจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงาน การเพิ่มผลผลิต การนำระบบอัตโนมัติ ระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพเพื่อจัดการปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการได้อย่างเหมาะสมด้วยคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีขั้นสูง เพราะทักษะทางเทคโนโลยีเป็นทักษะที่มีความสำคัญในยุคปัจจุบันและอนาคต มาตรฐานคุณวุฒิของการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจึงได้กำหนดให้หลักสูตรของทุกสาขาวิชาต้องมีการบูรณาการ การพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเพื่อฝึกให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการและระดับของเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา เข้าใจองค์ประกอบของระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารสนเทศ องค์ประกอบและหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ การสร้างชิ้นงานหรือโครงงานบนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสอดคล้องกับนโยบายของประเทศที่เตรียมเข้าสู่นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2015)

หลักสูตรปริญญาบัณฑิตที่กำหนดขึ้นมาจะต้องสอดคล้องมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (2558) โดยบรรจุวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีในทุกสาขาวิชา กำหนดให้ครูผู้สอนต้องสามารถบูรณาการเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการสอนเพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนต้องรู้จักเรียนรู้ค้นคว้าหาข้อมูล และสามารถเป็นทั้งผู้ใช้งานและเป็นผู้สร้างเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ แต่การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรในปัจจุบันยังไม่บรรลุเป้าหมายตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยจากการวิเคราะห์ปัญหาที่ผ่านมาพบว่ากระบวนการเรียนการสอนยังไม่ประสบความสำเร็จโดยมีข้อจำกัดด้านจำนวนผู้สอน จำนวนนิสิตนักศึกษา เวลาและสถานที่ในการเรียนรู้และยังขาดการจัดสภาพแวดล้อมให้นิสิตนักศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน อันจะนำมาซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสัมพันธภาพของผู้เรียน ที่จะทำให้ผู้เรียนรู้จักพึ่งพาอาศัยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่น อีกทั้งผู้เรียนอีกทั้งยังขาดสื่อสนับสนุนในการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมนอกห้องเรียนหรือนอกเวลาเรียน (กุลชัย กุลตวนิช, 2557; สรัญญา เชื้อทอง, 2553) และได้มีงานวิจัยจำนวนมากที่ช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ซึ่งพัฒนาสื่อการเรียนรู้หรือเทคโนโลยีที่ช่วยในการสอน เช่น การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบการจัดการความรู้ ห้องเรียนเสมือน สภาพแวดล้อมเสมือนซึ่งทั้งหมดนี้เป็นเทคโนโลยีที่จะมารองรับหรือช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย และสังเกตได้ว่าการออกแบบการเรียนการสอนในปัจจุบันไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียนเสมอไป เพราะมีการนำเอาเทคโนโลยีบนระบบเครือข่ายอีกอย่างหนึ่งที่มาช่วยในการจัดเรียนรู้และสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา อีกทั้งสามารถสร้างเครือข่ายแห่งการเรียนรู้ และสร้างสรรค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง การใช้อินเทอร์เน็ตในการศึกษามีผลต่อการศึกษาในด้านต่าง ๆ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าถึงข้อมูล การเปิดโอกาสในด้านการสื่อสารส่วนบุคคลที่จะทำให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้นและการเปิดโอกาสให้มีการปรับตัวทางการเรียนการสอน จึงทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ศักยภาพของตนเองในเชิงรุก (Proactive) มากกว่าเชิงรับ (Reactive) เพราะวัตถุประสงค์ของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็คือเพื่อเพิ่มและกระจายโอกาสการเข้าถึงแหล่งความรู้ การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์จึงเป็นการเรียนที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนด้วยตนเอง โดยมีการแสวงหาความรู้ในลักษณะผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการเรียนด้วยการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Learner Interaction) (Relan & Gillani, 1997) แม้ว่าการเรียนการสอนลักษณะนี้จะทำให้ผู้เรียน ผู้สอน และกลุ่มผู้เรียนที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอนภายใต้ระบบนี้ไม่จำเป็นต้องพบหน้ากันแต่ก็ยังคงมีปฏิสัมพันธ์กันได้ภายใต้ระบบเทคโนโลยี ผู้เรียนมีโอกาสในการคิด ไตร่ตรองหาเหตุผลและหาคำตอบก่อนการตอบ ไม่จำเป็นต้องตอบทันทีเหมือนตอนเผชิญหน้า โดยเฉพาะกับผู้เรียนที่ขี้อาย ไม่กล้าพูดคุยแลกเปลี่ยนในชั้นเรียนจริงก็สามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนและมีปฏิสัมพันธ์ได้ดีในการเรียนผ่านระบบเครือข่าย (Shorfuzzaman, Alelaiwi, Masud, Hassan, & Hossain, 2015; สรัญญา เชื้อทอง, 2553)

ดังนั้นรูปแบบของการเรียนรู้ต้องปรับเปลี่ยนโดยนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งคือระบบจัดการเรียนรู้หรือพื้นที่สำหรับผู้เรียนที่ใช้สำหรับการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนออนไลน์ที่ใช้เว็บเทคโนโลยีเป็นฐาน ผ่านระบบคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร เพื่อสามารถสนับสนุนเน้นการเรียนแบบร่วมมือระหว่างผู้สอนและผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ทั้งในรูปแบบ ประสานมิติเวลาและไม่ประสานมิติเวลา ระบบนี้คิดค้นขึ้นมาเพื่อลดข้อจำกัดทางด้านเวลาและการเข้าถึงชั้นเรียนของห้องเรียนกายภาพ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามที่กำหนดไว้โดยปกติแม้จะอยู่ต่างสถานที่กัน (Harasim, Hiltz, Teles, & Turoff, 1995; Hsu, Marques, Hamza, & Alhalabi, 1999; Subramaniam & Kandasamy, 2011)

การเข้าถึงระบบการเรียนรู้บนระบบเครือข่ายในปัจจุบันสามารถเข้าถึงได้หลายช่องทาง นอกจากคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก ยังรอบรับกับแท็บเล็ต และสมาร์ทโฟนที่ใช้ในการเรียนรู้นอกโรงเรียนที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันประสิทธิภาพของเครื่องมือสื่อสารเหล่านี้ก็มีขนาดเทียบเคียงกับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เนื่องจากเมื่อมีผู้เรียนใช้มากขึ้น จึงต้องนำระบบเทคโนโลยีที่เข้ามารองรับการเรียนรู้ปริมาณมากคือ เทคโนโลยีการประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing) โดยระบบนี้เป็นเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นการบูรณาการวิทยาการทางเครือข่ายและคอมพิวเตอร์ (Networking and Computing) การจัดเก็บข้อมูล (Storage) การบริการทรัพยากรข้อมูล (Data Service Resources) ไว้ด้วยกัน การประมวลผลคลาวด์เป็นการให้บริการโดยสามารถตอบสนองความต้องการของผู้สอนและผู้เรียนการใช้ทรัพยากรบนเครือข่ายที่มีอยู่จำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการประมวลผลคลาวด์ยังสามารถช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านการลงทุนระบบไอที ลดต้นทุนการบริหารจัดการพื้นที่สำหรับรองรับการทำงานในปริมาณมากได้ ระบบมีความยืดหยุ่นในการเพิ่มหรือลดระบบให้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กับจำนวนผู้เรียนตามที่ต้องการ ลดปัญหาซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆของ Google จะมีระบบที่รองรับซอฟต์แวร์การทำงานพื้นฐานทั่วไป เช่น Google Doc, Google Sheet ฯลฯ ระบบประมวลผลคลาวด์สามารถสำรองข้อมูลและมีผู้ดูแลระบบให้ตลอด 24 ชั่วโมง ลดต้นทุนค่าบำรุงรักษาที่เกิดจากการลงระบบฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ค่าดูแลพนักงานได้ การเรียนการสอนผ่านระบบประมวลผลคลาวด์เริ่มมีอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบไม่มีข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา อีกทั้งยังเป็นการสร้างกิจกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ได้อย่างรวดเร็วภายใต้ระบบนี้ไม่จำเป็นต้องเผชิญหน้ากันแต่ก็ยังคงมีปฏิสัมพันธ์กันได้ในการสื่อสาร และสามารถรองรับการเรียนบนอุปกรณ์สื่อสารทุกรูปแบบ (Naik & Madhavi, 2015; Riahi, 2015; Wang, Lv, Jou, & Zhang, 2016; ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ และณมน จีรังสุวรรณ, 2558; สำนักส่งเสริมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2556) การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบเครือข่าย โดยให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองหรือเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน มีช่องทางในการติดต่อสื่อสาร เพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือให้เกิดขึ้นได้ง่าย สามารถทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้โดยสะดวกรวดเร็ว ไม่จำกัดด้วยเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ (กุลชัย กุลตวนิช, 2557; อาณัติ รัตนถิรกุล และกฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 2557) โดยการจัดการความรู้บนคลาวด์ควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการเรียนกับผู้สอนและผู้เรียนอื่น ๆ ทำให้เกิดความรับผิดชอบร่วมกัน คอยช่วยเหลือกัน แนะนำแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกันได้ด้วยการนำเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted Learning) การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นเทคนิคที่เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างบุคคล โดยใช้ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา ประเด็นที่ต้องการความช่วยเหลือ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมมือกันทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นคู่หรือเป็นกลุ่มย่อย ผู้สอนทำหน้าที่เพียงให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และสนับสนุนการเรียนการสอน และเพื่อนช่วยเพื่อนยังจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ก่อนลงมือปฏิบัติจริง โดยผ่านประสบการณ์ของผู้อื่น และไม่ทำผิดพลาดซ้ำในเรื่องที่เคยมีผู้ทำผิดพลาด และจะรู้ได้ว่าใครรู้อะไรเพื่อขอความช่วยเหลือในสิ่งที่อาจไม่เคยได้รู้มาก่อน มีการเสริมแรงทางบวกเช่นการให้รางวัลการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และเทคนิคนี้เป็นการทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถเฉพาะตัวและศักยภาพของตนเองร่วมมือกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้บรรลุผลสำเร็จ โดยสมาชิกต่างตระหนักว่าแต่ละคนล้วนมีส่วนหนึ่งของกลุ่มได้ร่วมคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาผู้เรียนได้ลงปฏิบัติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทำงานร่วมกันกับผู้อื่นจะทำให้เข้าใจผู้อื่น เข้าใจตนเอง รู้จักตนเอง เพราะธรรมชาติของมนุษย์คือต้องการการยอมรับจากผู้คนจากสังคม (เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา, 2557; ศิวนิต อรรถวุฒิกุล, 2551)

การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นี้พัฒนาร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนที่อยู่บนพื้นฐานการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน โดยเฉพาะสังคมปัจจุบันที่ต้องเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้หรือการพัฒนาร่วมกัน การบูรณาการในหลายสาขาวิชาเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะในแวดวงอุตสาหกรรมซึ่งเป็นแนวโน้มที่ประเทศไทยกำลังพยายามขับเคลื่อนเพื่อให้สามารถก้าวไปสู่ผู้นำในด้านต่าง ๆ แต่การพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่นั้นเป็นไปได้ยากเพราะต้องใช้ทรัพยากร เงินลงทุนที่สูง และระยะเวลาที่จำกัด ฉะนั้นการเริ่มต้นสร้างอุตสาหกรรมใหม่จึงเป็นได้ยาก จึงมีกระบวนการการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมในแวดวงอุตสาหกรรมในปัจจุบัน คือ กระบวนการวิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering Process) เป็นกระบวนการหรือวิธีการในการแยกองค์ความรู้หรือข้อมูลการออกแบบจากทุกสิ่งที่อย่างที่มนุษย์เป็นสร้าง แล้วนำมาออกแบบหรือสร้างใหม่บนพื้นฐานของข้อมูลได้มา หรือนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุง ซ่อมแซมเพื่อทำให้ระบบหรือวัตถุนั้นดีขึ้น กระบวนการวิศวกรรมผันกลับมีใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ อะไหล่ยานยนต์ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมากมาย ข้อดีของการนำกระบวนการนี้มาใช้คือ ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย การวิเคราะห์หาจุดด้อยเพื่อพัฒนาให้ดีขึ้น (Ali, 2005; Eilam, 2011; Raja & Fernandes, 2007; Zin, Jaafar, & Yue, 2009) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯนี้จึงได้บูรณาการกระบวนการทางด้านวิศวกรรมมาเพื่อมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนเพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานจริง ผ่านการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงเหตุและผล รวมไปจนถึงการหาแนวทางแก้ไขหรือการพัฒนาให้ดีขึ้น โดยเนื้อหาที่สามารถประยุกต์เข้ากับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นี้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ควรเป็นเนื้อหาที่เกิดจากการพัฒนาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ เกมดิจิทัล เว็บไซต์ สื่อเทคโนโลยี หรือการสร้างวัสดุสิ่งของต่าง ๆ ที่ต้องใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการทำงาน (Becker, 2007; Costa-Soria, Llavador, & del Carmen Penades, 2009; Telea, Byelas, & Voinea, 2009)

การศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันพัฒนาด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนกับเทคโนโลยีเพื่อให้สามารถถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียนได้ง่ายและน่าสนใจ การสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลนั้นมีนักการศึกษานำวิธีการและกิจกรรมต่าง ๆ มาทดลองใช้ในการเรียนการสอน แต่ก็ยังไม่มีการนำเอาวิธีการเรียนรู้ผ่านระบบการเรียนรู้ที่มีแนวคิดวิศวกรรมผันกลับด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนมาใช้ร่วมกับสื่อทางเทคโนโลยีการประมวลผลคลาวด์ในลักษณะนี้ น่าจะเป็นการบูรณาการความรู้ เทคนิควิธีการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม อันจะนำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอน พัฒนาการของนักศึกษาในการเรียนรู้ที่เหมาะสมและให้เป็นผู้ใฝ่รู้ตลอดชีวิต

และเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อความก้าวหน้าในการผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพของสถาบันการศึกษาไทยต่อไป

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลสำหรับผู้เรียนซึ่งเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์หรือพัฒนาระบบเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 เป็นการยกระดับความรู้ความสามารถของแรงงานที่จำกัดให้เป็นผู้ที่มีทักษะที่สูงขึ้น มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมเพื่อมาช่วยในการผลิตขับเคลื่อนเศรษฐกิจและพัฒนาประเทศได้ (กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา, 2017) ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนรู้ กลยุทธ์และเทคนิควิธีการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกศึกษากลุ่มเป้าหมายที่เป็นนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต เพราะเป็นกลุ่มที่กำลังจะเข้าสู่ตลาดแรงงานที่ขับเคลื่อนประเทศไทย งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้สามารถเรียนรู้ ได้อย่างเข้าใจ เป็นระบบเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม การแก้ปัญหาร่วมกันผ่านการเรียนรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่ และยังเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวทั้งทางร่างกายและจิตใจให้เข้ากับสังคมในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

คำถามการวิจัย

1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลเป็นอย่างไร
2. ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลฯ มีองค์ประกอบและขั้นตอนอะไรบ้าง
3. ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลมีผลต่อความคิดเชิงประมวลผลหรือไม่ อย่างไร
4. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลเป็นอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

2. เพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

3. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

4. เพื่อนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

สมมติฐานการวิจัย

หลังเรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนจะมีคะแนนความคิดเชิงประมวลผลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็น เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผล ได้แก่ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตในสถาบันอุดมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา จำนวนประมาณ 1,225,873 คน (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559)

1.2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความเห็น ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ด้านการจัดการเรียนการสอนในสถาบันอุดมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านเฉพาะทางจากหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานเอกชน

1.3 ประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ในสถาบันอุดมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

2. ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็น เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผล ได้แก่ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตในสถาบันอุดมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา จำนวน 685 คนทั่วประเทศ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ (Stratified Sampling) และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คนโดยการเลือกแบบเจาะจง

2.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนแบบคลาวด์ฯ โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง รวมทั้งสิ้น 7 คน

2.3 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง จากผู้ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2.4 ตัวอย่างที่ใช้ในการรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลในระยะที่ 3 ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ด้านระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ และด้านทักษะการคิด โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลตลอดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ตลอดการดำเนินงานวิจัยใช้การทดลองเรียนรู้จำนวน 3 รอบ รอบละประมาณ 16 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 48 ชั่วโมง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหาต้องเป็นวิชามีตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับมาตรฐานผลการเรียนรู้ในด้านทักษะทางปัญญา (Cognitive Skills)และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Numerical, Communication and Information Technology Skills) และเป็นรายวิชาที่มีการส่งเสริมการวิเคราะห์ชิ้นงาน สืบค้นข้อมูล การทำโครงงาน สร้างองค์ความรู้ และสามารถบูรณาการเทคโนโลยีลงไปในการเรียนการสอนได้

5. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ประกอบด้วยแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวของกับการวิจัยดังนี้

1. แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวของกับระบบการเรียนรู้คลาวด์
2. แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวของกับเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน
3. แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวของกับแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ
4. แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวของกับความคิดเชิงประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

(Cloud Based Learning System)

(National Institute of Standards and Technology, 2556; Breeding, 2012; สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557; กุลชัย กุลตวนิช, 2557; ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ, 2558)

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ หมายถึง ระบบการจัดการเรียนรู้ที่ถูกสร้างขึ้นบนคลาวด์ส่วนบุคคล เป็นลักษณะของการทำงานของผู้เรียนผ่านระบบเครือข่ายที่มีผู้ให้บริการแบ่งปันทรัพยากร ซอฟต์แวร์และสารสนเทศระหว่างกันได้ทุกที่ทุกเวลาให้มาทำงานร่วมกันโดยไม่จำเป็นต้องอยู่สถานที่เดียวกันหรือในเวลาเดียวกันได้ การเรียนรู้บนคลาวด์นั้นมีเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการสอนออกเป็น 8 ประเภทได้แก่

1) เครื่องมือในการเก็บข้อมูล
2) เครื่องมือระดมสมอง
3) เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา
4) เครื่องมือประเมินผล
5) เครื่องมือตรวจสอบการเข้าใช้งาน
6) เครื่องมือเสริมการเรียนรู้
7) เครื่องมือช่วยให้ผลป้อนกลับ
8) เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกัน
9) เครื่องมือค้นหาข้อมูล

แนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

(Reverse Engineering)

(Ali, 2005; Eilam, 2005; Becker, 2007; Calderon, 2010)

วิศวกรรมผันกลับ เป็นกระบวนการในการแยกองค์ความรู้หรือข้อมูลการออกแบบจากทุกสิ่งที่อย่างที่มนุษย์เป็นสร้าง แล้วนำมาออกแบบหรือสร้างใหม่บนพื้นฐานของข้อมูลได้มา หรือการนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุง ซ่อมแซมเพื่อทำให้ระบบหรือวัตถุนั้นดีขึ้น ขั้นตอนการนำเทคนิคนี้มาใช้มี 6 ขั้นตอนคือ

1) กำหนดจุดประสงค์และวางแผน
2) การเลือกต้นแบบ
3) การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ
4) การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย
5) การออกแบบ
6) การสรุปผล

เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

(Peer Assisted Learning)

(ธนพล ลิ่มอรุณ, 2554; ศิวนิต อรรถวฒิกุล, 2551; เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา, 2557; Wongsa, 2012; Williams, & Reddy, 2016; Altintas, & Gunes, 2016)

เพื่อนช่วยเพื่อนเป็นเทคนิคที่เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างบุคคล ทั้งความรู้ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา ประเด็นที่ต้องการขอความช่วยเหลือ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ขั้นตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำกิจกรรม
2) กำหนดประเด็น
3) มุ่งหาผลลัพธ์
4) การมีส่วนร่วม พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5) พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์ และสรุป นำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติ
6) การเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ
7) การนำเสนอความก้าวหน้าและจัดเก็บผลงาน
8) การประเมินผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

A CLOUD BASED LEARNING SYSTEM USING REVERSE ENGINEERING APPROACH AND PEER TO PEER TECHNIQUE TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING

ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) (Wing, 2006; Mayfield, 2012; Google Education, 2015) ประกอบด้วย

1) การแยกแยะองค์ประกอบ (Decomposition)
2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition)
3) การคิดแบบนามธรรม (Abstraction)
4) อัลกอริทึม (Algorithm)

คำอธิบายกรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ สังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลความรู้ดังกล่าวมีความสอดคล้องและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นหลัก แล้วนำความรู้ที่ได้มาพัฒนาเป็นกรอบการวิจัยในการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ซึ่งประกอบด้วยดังนี้ (1) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (2) การเรียนรู้ด้วยแนวคิดการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (3) เทคนิควิศวกรรมผันกลับ และ (4) ความคิดเชิงประมวลผล

1. ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ หมายถึง ระบบการจัดการเรียนรู้ที่ถูกสร้างขึ้นบนคลาวด์ส่วนบุคคล เป็นลักษณะของการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านระบบเครือข่ายที่มีผู้ให้บริการแบ่งปันทรัพยากรซอฟต์แวร์และสารสนเทศระหว่างกันได้ทุกที่ทุกเวลาให้มาทำงานร่วมกัน โดยเลือกใช้การให้บริการบนคลาวด์สาธารณะในระดับการให้บริการ (Software as a Service: SaaS) เสมือนกับการติดตั้งโปรแกรมเสริมที่สามารถใช้งานร่วมกันได้เช่น Google Drive, iCloud ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เน้นการบริหารจัดการเนื้อหาความรู้ ถ่ายโอนและแลกเปลี่ยนความรู้ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง หากนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ทั้งด้านบทเรียนและการจัดกิจกรรมซึ่งส่งผลให้ผู้สอนและผู้เรียนติดต่อสื่อสารโดยไม่จำเป็นต้องอยู่สถานที่เดียวกันหรือในเวลาเดียวกันได้ การเรียนรู้บนคลาวด์นั้นมีเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการสอนออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือในการเก็บข้อมูล (2) เครื่องมือระดมสมอง (3) เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา (4) เครื่องมือประเมินผล (5) เครื่องมือตรวจสอบการเข้าใช้งาน (6) เครื่องมือเสริมการเรียนรู้ (7) เครื่องมือช่วยให้ผลป้อนกลับ (8) เครื่องมือค้นหาข้อมูล และ (9) เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกัน

2. การเรียนรู้ด้วยด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน หมายถึง เทคนิคการจัดการสอนเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะ โดยการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้นที่ได้จากการจับคู่กัน โดยผู้เรียนทั้งคู่ช่วยเหลือกันเรียน และได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันโดยอาศัยการกระทำการมีส่วนร่วมในการเรียน การกำหนดบทบาทของผู้เรียนในกลุ่มรวมถึงมีการฝึกหัดให้ทำหน้าที่ของตนอย่างมีประสิทธิภาพโดยมีขั้นตอนจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนได้แก่ (1) ขั้นตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำกิจกรรม (2) กำหนดประเด็น และวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน (3) มุ่งหาผลลัพธ์ (4) การมีส่วนร่วม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (5) พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์ และสรุป นำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติ (6) มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ (7) การนำเสนอความก้าวหน้า และ (8) การประเมินผลการเรียน

3. วิศวกรรมผันกลับ หมายถึง กระบวนการในการแยกองค์ความรู้หรือข้อมูลการออกแบบจากทุกสิ่งที่อย่างที่มนุษย์เป็นสร้าง แล้วทำการนำมาสร้างใหม่บนพื้นฐานของข้อมูลได้มา หรือการนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุง ซ่อมแซมเพื่อทำให้ระบบหรือวัตถุนั้นดีขึ้น เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ระบบแมคคาทรอนิกส์ อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสาขาอื่น ๆ เพื่อรู้โครงสร้างหรือความลับของผลิตภัณฑ์แล้วนำมาพัฒนาให้คล้ายคลึงกันหรือทำให้ดีกว่า เหตุผลที่วิศวกรรมผันกลับ ถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางวิศวกรรมก็อาจจะด้วยเหตุผลทางธุรกิจหรือเชิงพาณิชย์อย่างเดียว เพราะประโยชน์ที่ได้ก็ทำให้เกิดเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรใหม่ ๆ มากมาย ส่วนเหตุผลอื่น ๆ เช่น ผู้ผลิตรายเก่ายกเลิกการผลิตไปแล้ว เพื่อวิเคราะห์ส่วนที่ดีหรือไม่ดี หรือเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของเดิมให้ดียิ่ง ๆ ขึ้น และยังสามารถนำเทคนิคนี้มาช่วยในการป้องกันอาชญากรรมบนระบบเครือข่ายได้อีกด้วย เช่น การจัดการกับมัลแวร์ (Malware) หรือไวรัส (Virus) ทางคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการนำเทคนิคนี้มาใช้ในการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 6 ขั้นตอนคือ (1) การกำหนดจุดประสงค์และการวางแผน (2) การเลือกต้นแบบ (3) การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ (4) การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย (5) การออกแบบ และ(6) การสรุปผล โดยเทคนิควิศวกรรมผันกลับนี้ช่วยเพิ่มความสามารถของผู้เรียนและความเข้าใจในระบบที่กำหนดให้ได้อย่างรวดเร็ว โดยเรียนรู้จากตัวอย่าง เพื่อนำมาพัฒนาให้เหมือนต้นแบบหรือการทำให้สมบูรณ์ขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ความคิดเชิงประมวลผล หมายถึง ความสามารถในการคิดเพื่อหาวิธีการในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการวิเคราะห์พฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ บนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณและการทำงานที่เป็นขั้นตอน แนวคิดนี้นำไปอธิบายถึงความสามารถและข้อจำกัดของการประมวลผล ไม่ว่าจะดำเนินการโดยมนุษย์หรือเครื่องจักร ในยุคที่ข้อมูลมีความซับซ้อนและมีปริมาณมาก การวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นจึงเป็นเรื่องยากที่มนุษย์จะสามารถทำได้เพียงลำพัง จำเป็นต้องใช้ระบบประมวลผลที่มนุษย์เป็นผู้ออกแบบเข้ามาช่วยรองรับ ฉะนั้นการเข้าใจความคิดนี้จึงเป็นพื้นฐานของการต่อยอดเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการของชีวิตประจำวันได้ โดยมีองค์ประกอบดังนี้ (1) การแยกแยะองค์ประกอบหรือปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถ

ในการแยกแยะคุณสมบัติทางกายภาพของปัญหา หรือองค์ประกอบของวัตถุต่าง ๆ (2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่ม รูปแบบปัญหาหรือการสร้างเงื่อนไข เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (3) การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการสังเกตหรือเลือกคุณสมบัติที่ทำให้กลุ่มวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆเหล่านั้นต่างจากกลุ่มวัตถุหรือสิ่งอื่น ๆ หรือการหาวิธีการหรือรูปแบบที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ตามต้องการ และ (4) อัลกอริทึม (Algorithm) คือ ความสามารถในการนำวิธีการแก้ไขปัญหา มาพัฒนาเป็นกระบวนการเป็นลำดับขั้นตอน โดยออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ความต้องการได้

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1. ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud-based Learning) หมายถึง ระบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการเชิงระบบซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ป้อน (Input) กระบวนการ (Process) และมีผลผลิต (Output) ซึ่งถูกสร้างขึ้นบนคลาวด์ ซึ่งเป็นลักษณะของการทำงานของผู้เรียนผ่านระบบเครือข่ายที่มีผู้ให้บริการแบ่งปันทรัพยากร ซอฟต์แวร์และสารสนเทศระหว่างกันได้ทุกที่ทุกเวลาให้มาทำงานร่วมกัน โดยตัวระบบการเรียนรู้ตั้งอยู่บนบริการคลาวด์ส่วนบุคคลในรูปแบบ Platform as a Service (PaaS) และเรียกใช้งานเครื่องมือคลาวด์กับบริการต่าง ๆ จากบริการคลาวด์ สาธารณะในรูปแบบ Software as a Service (SaaS) และการติดตั้งปลั๊กอิน (Plug in) เสริมเพื่อเพิ่มศักยภาพ โดยเครื่องมือนี้ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และการทำงานร่วมกันร่วมกันระหว่างผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยแบ่งประเภทของเครื่องมือออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือในการเก็บข้อมูล (2) เครื่องมือระดมสมอง (3) เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา (4) เครื่องมือประเมินผล (5) เครื่องมือตรวจสอบการเข้าใช้งาน (6) เครื่องมือเสริมการเรียนรู้ (7) เครื่องมือช่วยให้ผลป้อนกลับ (8) เครื่องมือค้นหาข้อมูล และ (9) เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกันวิธีการประเมินผลการเรียนรู้นั้น โดยการประเมินการสังเกตร่องรอยของการเรียนรู้ การทำงานร่วมกันบนระบบคลาวด์

2. การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted Learning) คือเทคนิคการจัดการสอนเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะ โดยการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้นที่ได้จากการจับคู่กัน รูปแบบที่นำมาใช้เรียกว่าการสอนโดยการจับคู่ (One-to-One Tutoring) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่าจับคู่กับผู้ที่มีความสามารถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางการเรียนต่ำกว่า แล้วให้ช่วยกันถ่ายทอดความรู้ให้แก่กัน ได้มีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ และมีการจัดแข่งขันให้รางวัล เพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียน เป็นการกระจายบทบาทการสอนจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียนและส่งเสริมในเรื่องกระบวนการทำงานกลุ่มในการเรียนรู้ได้ โดยมีขั้นตอนจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำกิจกรรม (2) กำหนดประเด็น และวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน (3) มุ่งหาผลลัพธ์ (4) การมีส่วนร่วม พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (5) พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์ และสรุป นำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติ (6) มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ (7) การนำเสนอความก้าวหน้า และ (8) การประเมินผลการเรียน โดยการประเมินผลการเรียนรู้ใช้วิธีการประเมินตนเอง (Self-Assessment) และการประเมินรายคู่ (Peer Assessment)

3. วิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering) เป็นกระบวนการในการแยกองค์ความรู้หรือข้อมูลการออกแบบจากต้นแบบหรือชิ้นงานที่มนุษย์เป็นสร้างขึ้น แล้วทำการนำมาออกแบบหรือสร้างใหม่บนพื้นฐานของข้อมูลได้มา หรือการนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุง ซ่อมแซมเพื่อทำให้ระบบหรือชิ้นงานนั้นดีขึ้น กระบวนการในการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 6 ขั้นตอนคือ (1) กำหนดจุดประสงค์และวางแผน (2) การเลือกต้นแบบ (3) การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ (4) การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย (5) การออกแบบ และ (6) การสรุปผล โดยกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนี้ช่วยเพิ่มความสามารถของผู้เรียน และการเข้าใจในระบบที่กำหนดให้ได้อย่างรวดเร็ว โดยเรียนรู้จากตัวอย่าง เพื่อนำมาออกแบบหรือพัฒนาให้เหมือนต้นแบบหรือการทำให้สมบูรณ์ขึ้น การประเมินการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิควิศวกรรมผันกลับนี้เป็นการประเมินระหว่างกระบวนการขั้นตอนตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ การเลือกต้นแบบที่ดี การจำแนกแยกแยะที่ถูกต้องไปจนถึงการสรุปผล โดยใช้เป็นการประเมินระหว่างดำเนินงานเรียนรู้ได้

4. ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) หมายถึงความสามารถในการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงานทางเทคโนโลยีผ่านระบบประมวลผลตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ โดยวิธีการจะเริ่มจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ โครงสร้างพฤติกรรม ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง สภาพแวดล้อมของสิ่งที่ต้องการนั้นบนพื้นฐานการคิดที่เป็นระบบ การศึกษาสิ่งเหล่านั้นจำเป็นต้องให้เข้าใจและลึกซึ้งแล้วกำหนดแนวทาง วิธีการในการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงานให้ได้ตามเป้าหมายด้วยระบบประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ได้ซึ่งองค์ประกอบของความคิดนี้ประกอบด้วย (1) การแยกแยะองค์ประกอบ (Decomposition) คือ ความสามารถในการวิเคราะห์แยกแยะคุณสมบัติทางกายภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขององค์ประกอบของวัตถุต่าง ๆ (2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่ม รูปแบบหรือการสร้างกฎ เงื่อนไข เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (3) การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการสังเกต การหาความสัมพันธ์ การอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎี และการเลือกคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นต่างจากกลุ่มอื่น ๆ หรือการหาวิธีการ/รูปแบบที่ดีหรือเหมาะสมที่สุดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ตามต้องการ และ (4) อัลกอริทึม (Algorithm) คือความสามารถในการนำความคิดรวบยอด มาพัฒนาเป็นกระบวนการเป็นลำดับขั้นตอน สะท้อนออกมาเป็นแบบแผนหรือผังงานอย่างเป็นระบบเพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาบนระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้ การประเมินความคิดเชิงประมวลผลแต่ละองค์ประกอบนี้ใช้แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบประเมินตนเอง และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างขั้นตอนการเรียน แล้วรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียน นำมาวิเคราะห์ผลทางการเรียนจากแต่ละองค์ประกอบที่ได้ เพื่อหาแนวทางการพัฒนาความสามารถให้สูงขึ้น และกระบวนการสุดท้ายเป็นการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสามารถตรวจสอบว่าบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ก่อเกิดความคิดเชิงประมวลผลและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อันจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาผู้เรียนและเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนการสอน

2. ทำให้ทราบถึงผลของพัฒนาการทางความคิดเชิงประมวลผลที่ใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ด้วยแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต

3.ได้แนวทางพัฒนาเทคโนโลยีในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะอำนวยความสะดวกสำหรับการเข้าถึงข้อมูล ข่าวสาร การสื่อสาร รวมถึงกิจกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถและศักยภาพของตนที่จะก่อให้เกิดกระบวนการทางความคิดเชิงประมวลผลได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking)

1.1 นิยามและความหมายของความคิดเชิงประมวลผล

1.2 รากความคิดพื้นฐานของความคิดเชิงประมวลผล

1.3 ความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผล

1.4 องค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล

1.5 หลักการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลและวิธีการประเมินผล

1.6 กระบวนการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงประมวลผล

1.8 บทสรุป

ตอนที่ 2 เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted Learning)

2.1 ความหมายของเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.2 วัตถุประสงค์ของการเรียนด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.3 คุณสมบัติที่เหมาะสมของเพื่อนในการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.5 รูปแบบวิธีการเรียนรู้ตามเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.6 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.7 ประโยชน์ของเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

2.9 บทสรุป

ตอนที่ 3 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud based learning system)

3.1 ที่มาและความสำคัญของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 เทคโนโลยีคลาวด์

3.3 การเรียนรู้บนคลาวด์

3.4 คุณสมบัติของเทคโนโลยีคลาวด์

3.5 ประเภทการให้บริการของคลาวด์

3.6 รูปแบบการให้บริการของคลาวด์

3.7 ประโยชน์ของการใช้ระบบคลาวด์

3.8 ข้อจำกัดของการใช้ระบบคลาวด์

3.9 แนวทางในการนำระบบคลาวด์มาใช้ในการเรียนการสอน

3.10 กิจกรรมการเรียนที่ใช้คลาวด์เป็นฐาน

3.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้บนคลาวด์

3.12 บทสรุป

ตอนที่ 4 กระบวนการเรียนรู้แบบวิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering)

4.1 ที่มาและความสำคัญของวิศวกรรมผันกลับ

4.2 ความหมายของวิศวกรรมผันกลับ

4.3 วัตถุประสงค์ของวิศวกรรมผันกลับ

4.4 เหตุผลของความจำเป็นของวิศวกรรมผันกลับ

4.5 บริบทของการใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.6 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

4.7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

4.8 ประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

4.9 การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับมาใช้ในการเรียนการสอน

4.10 ข้อกฎหมายเกี่ยวกับการทำวิศวกรรมผันกลับในการพัฒนาซอฟต์แวร์

4.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

4.12 สรุป

ตอนที่ 1 ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking)

1.1 นิยามและความหมายของความคิดเชิงประมวลผล

ความคิดเชิงประมวลผล เป็นความสามารถที่ใช้เพื่อการแก้ปัญหา การออกแบบหรือพัฒนาระบบ โดยหาหนทางหรือใช้วิธีการบนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณอย่างเป็นระบบ การคิดเชิงประมวลผลเป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ที่สามารถนำวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์มาช่วยออกแบบวิธีการประมวลผลข้อมูลที่มีความซับซ้อนและพัฒนาไปสู่การสร้างระบบอัตโนมัติไปจนถึงระบบอัจฉริยะที่ทำงานคล้ายกับความคิดและพฤติกรรมของมนุษย์ โดยองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลคือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบ การรู้จำแบบ การหารูปแบบหรือวิธีการที่เหมาะสมและดีที่สุดในการออกแบบหรือพัฒนาออกมาเป็นแผนผังอัลกอริทึม แล้วนำระบบประมวลผลบนคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างระบบแก้ไขปัญหาหรือจัดการกับสิ่งที่ต้องการได้ (Czerkawski & Xu, 2012; Wing, 2006)

เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตทุกคน ทั้งด้านการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจกระบวนการเทคโนโลยี การใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา เข้าใจองค์ประกอบของระบบสารสนเทศ องค์ประกอบและหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์เกิดการประมวลผลตลอดเวลา เช่น ระบบการประมวลผลที่ฝังอยู่ในระบบมือถือสมาร์ทโฟน ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุมรถยนต์ ฉะนั้นการเข้าใจหลักการหรือเลือกใช้เทคโนโลยีเหล่านี้จำเป็นต้องมีเข้าใจการประมวลผลพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งมีหลายวิธีที่นำมาสนับสนุนหรือเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อก่อให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลนี้เช่น การเรียนผ่านการควบคุมหุ่นยนต์ ซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้น การใช้โลกเสมือน การผลิตสื่อแอปพลิเคชัน และการสอนการแก้ปัญหาผ่านคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ในยุคนี้การรู้และการเข้าใจเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่สำคัญ หน่วยงานการศึกษาหรือองค์กรต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะความคิดเชิงประมวลผล โดยได้บรรจุทักษะนี้ไว้ในหลักสูตรทุกระดับชั้น ทุกสาขาวิชา ฉะนั้นทักษะความคิดเชิงประมวลผลจึงถือได้ว่าเป็นทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (Computational thinking for educators, 2015)

ความคิดเชิงประมวลผลนี้เป็นทักษะที่สำคัญ นักการศึกษาและนักวิจัยต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของ ความคิดเชิงประมวลผลไว้ดังนี้

Wing (2006) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการวิเคราะห์พฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ บนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณ เป็นรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หนึ่งของการคิดเชิงวิเคราะห์ โดยนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยหาคำตอบ แล้วนำความคิดนี้มาออกแบบวิธีการประมวลผลข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือมีระบบที่ซับซ้อนเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ การวิเคราะห์ปัญหาแล้วนำเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาหรือสามารถนำมาสร้างเป็นระบบอัจฉริยะที่ทำงานคล้ายกับความคิดและพฤติกรรมของมนุษย์จากข้อมูลพื้นฐานที่มีได้

Lu and Fletcher (2009) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นความสามารถเกี่ยวกับการอ่าน การเขียนและการคำนวณทางด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ความสามารถนี้ช่วยช่วยทำให้เข้าใจหรือนำหลักการของคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทำงานที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ความคิดนี้ถือว่าการใช้คอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อช่วยส่งเสริมให้มนุษย์เกิดการเรียนรู้รอบด้าน

Denning (2009) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นความคิดแบบอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) ซึ่งเป็นรูปแบบการคิดที่เป็นระบบเกี่ยวกับการสร้างสมการแก้ไขปัญหาโดยมีข้อมูลป้อนเข้าและเกิดเป็นผลลัพธ์ผ่านอัลกอริทึมที่ออกแบบ การนำหลักการคณิตศาสตร์มาเพื่อพัฒนาอัลกอริทึมและการหาวิธีการ รูปแบบหรือกรอบแนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาตามที่ต้องการ

Barr and Stephenson (2011) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นทักษะที่สามารถบูรณาการกับหลากหลายสาขาวิชาไม่เพียงแต่สายวิทยาการคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยประยุกต์ใช้แก้ปัญหาด้วยวิธีการวิเคราะห์และการแยกปัญหาหรือองค์ประกอบย่อยออกมา กระบวนการต้องทำแบบเป็นระบบ โดยใช้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เต็มที่ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล เช่น การสกัดเอาข้อมูลสำคัญจากแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ซึ่งส่งผลให้ลดระยะเวลาการทำงาน การเข้าใจโครงสร้างการทำงานของคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นพื้นฐานต่อยอดของการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยี การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ออกแบบหรือแก้ปัญหานั้นต้องทำให้ระบบนั้นง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพความน่าเชื่อถือและความปลอดภัย

Aho (2012) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นกระบวนการที่จะนำมาแก้ไขปัญหาผ่านขั้นตอนการคำนวณและอัลกอริทึม โดยจะแบ่งปัญหานั้นออกเป็นส่วน ๆ จากนั้นก็ใช้การวิเคราะห์รูปแบบที่เหมือนกันออกมา แล้วหาวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับบางปัญหาหรือองค์ประกอบที่มีความซับซ้อนมากจำเป็นต้องวิเคราะห์รูปแบบการประมวลผลเชิงลึกเข้าไปเพื่อแก้ปัญหาทีละส่วนให้สำเร็จได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Czerkawski (2012) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยคอมพิวเตอร์ สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้บรรจุเอาการพัฒนาความคิดนี้มาใช้ในหลักสูตรและรายวิชา การออกแบบการเรียนการสอน โดยนำเอาความสามารถนี้ไปช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันด้วยหลักการพื้นฐานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์

KIM, SONG, and PARK (2014) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นความคิดที่สำคัญต่อการเรียนรู้ เป็นการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมการออกแบบอัลกอริทึมแล้วนำมาพัฒนาต่อด้วยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Lye and Koh (2014) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงประมวลผลเป็นการนำหลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านการเขียนโปรแกรม ถือเป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่ทำให้เกิดความสามารถนี้โดยการนำหลักการ สกัดความคิดแบบนามธรรม (Abstraction) และการแยะแยะปัญหาออกเป็นย่อย (Decomposition) วิธีการนำหลักการของการคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับหลายสาขาวิชา สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ความคิดเชิงประมวลผลนี้ถูกแบ่งออกเป็น 3 มุมมอง คือ หลักการพื้นฐาน การนำมาปฏิบัติ และมุมมองของความคิดเชิงประมวลผล หลักการพื้นฐานของความคิดเชิงประมวลคือหลักการพื้นฐานทางการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การใช้ตรรกศาสตร์ ส่วนการนำมาปฏิบัติคือการสร้างชิ้นงานหรือการแก้ปัญหา รวมไปจนถึงการทำงานร่วมกัน การแบ่งปันความรู้ร่วมกัน ส่วนสุดท้ายคือมุมมองของความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลที่สามารถนำไปพัฒนาได้คือ การสร้างหุ่นยนต์ การสร้างระบบอัตโนมัติหรือการพัฒนาเป็นระบบอัจฉริยะได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Csizmadia et al. (2015) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงประมวลผลเป็นการอธิบายลำดับหรือกระบวนการทำงานเมื่อต้องการคิดแก้ปัญหาหรือระบบ โดยการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยตามจุดประสงค์นั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้ให้ความหมายว่า แนวคิดเชิงแนวคิดเชิงประมวลผลเป็นแนวคิดพื้นฐานของการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยหลักการคำนวณการออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาที่คลุมเครือให้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น ๆ โดยการคิดแบบแยกส่วนประกอบและย่อยปัญหา การหารูปแบบของสิ่งที่ต้องการศึกษา การคิดเชิงนามธรรม เพื่อพิจารณาและเข้าใจสาระสำคัญของปัญหา และการออกแบบขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหาได้

ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาติ คำปลิว (2561) ให้คำนิยามว่า แนวคิดเชิงประมวลผลเป็นทักษะที่มุ่งเน้นการคิดเชิงตรรกะ การให้เหตุและผล และสามารถอธิบายการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ แนวคิดนี้สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา โดยเริ่มจากการเข้าใจปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจร่วมกันได้

สรุปได้ว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นหลักการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการวิเคราะห์พฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ บนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณ โดยสามารถนำเทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนา วิเคราะห์ หรือนำมาแก้ปัญหาได้ การออกแบบวิธีการประมวลผลข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือมีระบบที่ซับซ้อนเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ การวิเคราะห์ปัญหาแล้วนำเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาหรือสามารถนำมาสร้างเป็นระบบอัจฉริยะได้

1.2 รากความคิดพื้นฐานของความคิดเชิงประมวลผล

ความคิดเชิงประมวลผล เป็นความสามารถในการคิดที่มีรากมาจากการคิดวิเคราะห์และการคิดเชิงตรรกะ โดยเป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบหรือวิเคราะห์ปัญหาหรืองาน เพื่อหาแนวทางพัฒนาหรือแก้ไข โดยใช้พื้นฐานหลักการคำนวณหรือคิดหาเหตุผลตามหลักการตรรกศาสตร์ (Csizmadia et al., 2015; Wing, 2008)

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) เป็นการคิดทางปัญญาในระดับที่สูง เป็นการคิดเชิงลึก คือต้องใช้ความสามารถในการสังเกต การตีความ การสืบค้น การหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงอย่างมีตรรกะที่ดี เพื่อค้นหาความเป็นมาเป็นไปของเรื่องนั้น การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแจกแจงเรื่องราวออกเป็นส่วนต่าง ๆ ทั้งในด้านองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการโดยผ่านสื่อต่าง ๆ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนของข้อมูลเพื่อเข้าใจความคิดหรือความสัมพันธ์ของความคิดที่มีผู้ประสงค์จะสื่อความหมายให้ ชัดเจน (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545)

ประเภทของการคิดวิเคราะห์

Bloom (1972 อ้างถึงใน สุปรีย์ บูรณะกนิษฐ์, 2556) แบ่งการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์เนื้อหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสามารถแยกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ บางข้อความอาจเป็นความจริง บางข้อความเป็นความคิดเห็นของผู้เขียน การวิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่

1.1 ความสามารถในการตระหนักรู้ซึ่งไม่กล่าวถึงข้อสันนิษฐาน

1.2 การแยกแยะความจริงออกจากสมมุติฐาน

1.3 ความสามารถในการจำแนกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลเบื้องต้น

1.4 การบอกถึงสิ่งจูงใจและการพิจารณาพฤติกรรมของบุคคลและกลุ่ม

1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปออกจากข้อความปลีกย่อย

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการเชื่อมต่อความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลักกับส่วนอื่น ๆ ได้ ทั้งความสัมพันธ์ของสมมุติฐาน ข้อสรุป รวมถึงชนิดของหลักฐานที่นำมาแสดงด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สามารถแยกได้ดังนี้

2.1 ความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในข้อความต่าง ๆ

2.2 ความสามารถในการระลึกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

2.3 ความสามารถในการแยกแยะความจริงหรือสมมุติฐานที่เป็นใจความสำคัญหรือข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อความนั้น

2.4 ความสามารถในการตรวจสอบความเที่ยงของสมมุติฐาน

2.5 ความสามารถในการจำแนกความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบจากความสัมพันธ์อื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.6 ความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่ขัดแย้ง แบ่งแยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรงกับข้อมูลได้

2.7 ความสามารถในการสืบหาความผิดปกติของข้อมูลตามหลักตรรกะ

2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์และแยกรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญในข้อมูลได้

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์ระบบ โครงสร้าง และหลักการที่เกี่ยวข้อง ในการวิเคราะห์หลักการนี้จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์ และมโนทัศน์ ซึ่งการวิเคราะห์หลักการ สามารถแยกได้ดังนี้

3.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในรายละเอียดของงาน ความสัมพันธ์ของข้อมูลและ ความหมายขององค์ประกอบต่าง ๆ

3.2 ความสามารถในการวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดประสงค์ ความคิดเห็นของผู้เขียนและความรู้สึกที่มีต่องาน

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์มโนทัศน์ของผู้เขียนในด้านต่าง ๆ

3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์ส่วนที่เป็นโฆษณาชวนเชื่อ

3.6 ความสามารถในการวิเคราะห์แง่คิดหรือจุดที่เป็นอคติของผู้เขียน

การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย ทั้งในด้านหลักการ องค์ประกอบ เนื้อหา และความสัมพันธ์ เป็นทักษะทางปัญญาในระดับที่สูงกว่าการเข้าใจและการประยุกต์ใช้ โดยผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น แผนที่ เทปบันทึก และเป็นการสร้างความสัมพันธ์ ในแต่ละส่วนของข้อมูล การคิดวิเคราะห์มีประโยชน์ในการค้นหาเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้อง การคาดการณ์อนาคต ทำให้การวินิจฉัยมีเหตุมีผลอย่างน่าเชื่อถือ และนำมาซึ่งการหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking)

Kutsumi Nishimura (2549) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) คือ การคิดหาเหตุและผลตามหลักของตรรกศาสตร์ โดยเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญและเป็นรากฐานของวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้เราได้ใช้ความคิด ภาษาพูด ภาษาเขียนอย่างมีเหตุผล ไม่ก่อให้เกิดความผิดพลาดและรู้จักตัดสินปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล การใช้เหตุผลเชิงตรรกะเป็นผลของกระบวนการคิดแบบที่มีจุดมุ่งหมาย การคิดแบบนี้เป็นความสามารถของบุคคลที่นำกฎเกณฑ์หรือหลักการตรรกศาสตร์มาอธิบาย อ้างอิงหรือยืนยันว่าข้อสรุปนั้นถูกต้องหรือไม่ โดยต้องขึ้นกับสมมติฐานหรือข้ออ้างที่กำหนดให้ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะนั้นมี 2 ลักษณะคือ (กมล หลีกภัย, 2525; นิพนธ์ นิลคง, 2541)

1. การใช้เหตุผลเชิงอุปนัย เป็นความสามารถในการหาเหตุผลจากหลักย่อยไปหาหลักใหญ่เป็นการสรุปข้ออ้างโดยอาศัยข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วหากฎหรือหลักทั่วไปที่รวมส่วนย่อยเข้าไว้ด้วยกัน โดยสามารถจำแนกออกเป็นความสามารถดังนี้

1.1 หลักการอุปมาอุปไมย เป็นความสามารถด้านวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยต้องวิเคราะห์ข้อคำถามและหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของและเรื่องราวต่าง ๆ อีกทั้งยังต้องพิจารณาโครงสร้าง หน้าที่หรือคุณลักษณะต่าง ๆ แล้วขยายหลักการนั้นออกไปสู่สิ่งอื่นหรือสถานการณ์อื่นที่มีความสัมพันธ์เป็นลักษณะเดียวกับของเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 การจัดเข้าพวก เป็นความสามารถในการจำแนก แยกสิ่งของออกเป็นประเภทต่าง ๆ อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยยึดโครงสร้าง หน้าที่ รูปร่าง ลักษณะ คุณสมบัติเฉพาะหรืออื่น ๆ เป็นหลักในการเปรียบเทียบในกลุ่มนั้น ๆ

1.3 ลำดับ เป็นความสามารถในการที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลข ภายใต้เงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่ง

1.4 การสรุปรวบยอด เป็นความสามารถในการใช้เหตุการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อย แล้วสรุปผลตามข้อความนั้นอย่างถูกต้องด้วยเหตุและผล

2. การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย เป็นความสามารถในการหาเหตุผลจากหลักใหญ่ไปหาหลักย่อย หมายความว่าเป็นการนำเอาความรู้เดิมที่เป็นส่วนใหญ่มาอ้าง แล้วดูความสัมพันธ์ ความสอดคล้อง เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ที่เป็นส่วนย่อยซึ่งเป็นผลสรุปที่สมเหตุสมผล ตัวอย่างเช่น

ข้ออ้าง : คนทุกคนเป็นสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตทุกชีวิตต้องตาย

นายแดงเป็นคน

ข้อสรุป : นายแดงต้องตาย

การคิดเชิงตรรกะเป็นการวิเคราะห์หาเหตุผลต่าง ๆ สร้างการจัดลำดับเรื่องราวก่อนหลัง รู้จักแยกแยะความสำคัญของเรื่องราวด้วยการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ทำให้การตัดสินใจแก้ปัญหาเป็นไปตามหลักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการคิดเชิงตรรกะจึงเป็นการหาเหตุผลรองรับในการคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจ ถือได้ว่าเป็นกระบวนการในแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและอย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3 ความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผล

ความคิดเชิงประมวลผลมีความสำคัญเพราะเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบของสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ต้องการจะทำ สามารถหารูปแบบหรือหนทางที่จะทำให้บรรลุจุดประสงค์หรือบรรลุเป้าหมาย แล้วนำมาสร้างเป็นอัลกอริทึมเพื่อนำมาพัฒนาบนระบบประมวลผล จัดการกับปัญหาหรือสร้างผลงานขึ้นมา นักวิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผลไว้ดังนี้

Wing (2006) กล่าวถึงความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผลไว้ว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา การออกแบบระบบและการเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์โดยถูกสร้าง

ออกมาจากหลักการทางการประมวลผล โดยหลักการประมวลผลนั้นเป็นพื้นฐานของระบบเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคต เช่น การพัฒนาระบบอัตโนมัติ ระบบหุ่นยนต์ ระบบอำนวยความสะดวก

Lu and Fletcher (2009) กล่าวไว้ว่า ความคิดเชิงประมวลมีความสำคัญในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นความคิดที่ถูกนำมาใช้ในการออกแบบระบบ โดยการเขียนหรือคิดคำนวณทางคอมพิวเตอร์เพื่อส่งผลให้เกิดการนำไปแก้ปัญหารอบด้าน

Aho (2012) กล่าวไว้ว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นพื้นฐานที่สามารถนำมาพัฒนาเทคโนโลยีที่มีศักยภาพ เช่นระบบการฝังตัวสมองกล การส่งสัญญาณข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ การสร้างระบบคลาวด์ ระบบทางการแพทย์และระบบการคมนาคมที่ทันสมัยซึ่งในอนาคตเทคโนโลยีเหล่านี้จะจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในประจำวัน

Czerkawski (2015) ได้กล่าวว่า ความคิดเชิงประมวลผลนี้เป็นทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในปริมาณมากด้วยคอมพิวเตอร์ มนุษย์สามารถนำความคิดนี้ไปฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญในการแก้ปัญหาได้

Israel et al. (2015) ได้กล่าวว่า ความคิดเชิงประมวลผลเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนที่ควรจะบรรจุไว้ในหลักสูตรการเรียนการสอน โดยสามารถนำมาใช้สอนนักเรียนเพื่อให้เกิดทักษะความคิดขั้นสูง ความคิดนี้สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาร่วมกัน และเป็นการนำคณิตศาสตร์ อัลกอริทึมไปใช้ในโลกแห่งความจริง สามารถนำมาใช้ได้จริงในการดำเนินชีวิต ส่งเสริมให้เกิดทัศนคติทางบวกเกี่ยวกับทักษะด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Csizmadia et al. (2015) ได้กล่าวว่า ทักษะความคิดเชิงประมวลผลเป็นชุดคำสั่งของความคิดที่สามารถจัดการอะไรที่ซับซ้อน ยุ่งเหยิง ปัญหาในโลกความจริง ไปสู่รูปแบบการแก้ปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการโดยปราศจากการช่วยเหลือของมนุษย์ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลในปริมาณมากเกินกว่าที่มนุษย์จะทำได้ การสร้างระบบการติดต่อสื่อสารความเร็วสูง การสร้างสิ่งที่อำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์

Barr and Stephenson (2011) ได้กล่าวว่า ความคิดเชิงประมวลผลส่งเสริมให้เกิดทัศนคติและแรงจูงใจในการแก้ปัญหา โดยทำให้เกิดความมั่นใจและมีความสามารถในการจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อนในสถานการณ์บนโลกแห่งความจริง และเป็นทักษะหนึ่งที่สามารถจัดการหรือทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ทำให้รู้ถึงจุดแข็งและจุดอ่อนเมื่อร่วมงานร่วมกับผู้อื่น ส่งผลดีต่อการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาร่วมกันเพื่อให้ประสบความสำเร็จได้

จากความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผลที่นักวิจัยต่าง ๆ ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวมรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผลและสรุปได้ดังนี้

1) เป็นทักษะความสามารถที่จำเป็นในยุคนี้ เพราะพื้นฐานเทคโนโลยีทั้งหมดเกิดจากระบบการประมวลผล ถ้าเข้าใจหลักการของทักษะนี้สามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคตได้

2) เป็นทักษะที่ช่วยให้การวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในโลกแห่งความจริง

3) นำทักษะนี้มาสร้างระบบอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ได้

4) ความคิดเชิงประมวลผลนี้ส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ ในการสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงทุกสหสาขาวิชา และในสาขาวิชาสามารถนำระบบการประมวลผลไปช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้หรือขอคำตอบได้

5) ลดความเครียดทางอารมณ์ในการจัดการกับปัญหา โดยสามารถแยกแยะปัญหาจากปัญหาใหญ่ออกมาเป็นส่วนย่อย แล้วแก้ไขทีละส่วนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์

6) มีความภาคภูมิใจและเชื่อมั่นในตนเอง การที่ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติจริงเมื่องานบรรลุเป้าหมายจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจและเชื่อมั่นในตนเอง หากงานนั้นไม่สำเร็จผู้เรียนจะยอมรับผลที่เกิดขึ้นแล้วเหตุผลของความผิดพลาด ซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามเพื่อก้าวไปข้างหน้าต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7) ในด้านของสังคม ทำให้สังคมเกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะความคิดเชิงประมวลผลนี้ได้ทำให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ ทำให้สังคมเจริญก้าวหน้าได้ การประดิษฐ์นวัตกรรมเช่นรถยนต์ไร้คนขับ เครื่องช่วยตรวจสอบสุขภาพเคลื่อนที่ การติดต่อสื่อสารที่รวดเร็วและคล่องตัว สิ่งเหล่านี้ช่วยอำนวยความสะดวกส่งผลให้ชีวิตมีความสุขมากขึ้น

8) ในด้านสุขภาพทำให้มนุษย์มีความปลอดภัยในชีวิตและการมีชีวิตที่ยืนยาว การพัฒนาเครื่องมือที่ทางการแพทย์ที่ต้องใช้ระบบการประมวลผลระดับสูง การตรวจสอบหรือทำนายโรค การสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการดูแลสุขภาพของมนุษย์

9) ด้านความปลอดภัยใน ทักษะนี้สามารถช่วยพัฒนาระบบที่ทันสมัย สามารถตรวจสอบหรือระบุตัวคนร้าย เช่น ระบบการตรวจสอบใบหน้าหรือเอกสารปลอม

10) ช่วยให้เกิดความเจริญก้าวหน้าและดำรงไว้ซึ่งมนุษยชาติ การนำความคิดเชิงประมวลผลนั้นมาช่วยพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ด้านการแพทย์ ด้านการคมนาคมติดต่อสื่อสาร ซึ่งจะช่วยยกมาตรฐานในการดำเนินชีวิตทำให้มนุษย์มีความสุขและสังคมเจริญขึ้นได้

จากความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผลจะเห็นได้ว่า ความคิดเชิงประมวลผลมีความสำคัญที่ควรส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นต่อผู้เรียนในด้านการวางแผน การคิดเป็นระบบ การวิเคราะห์ปัญหา ช่วยพัฒนาด้านร่างกายและสติปัญญาตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจค้นคว้าและทดลอง เป็นผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานและการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้

1.4 องค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล

ความคิดเชิงประมวลผลนั้น มีนักวิชาการและนักวิจัยได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบไว้ดังนี้

Wing (2006) ได้จำแนกองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลออกเป็น 2 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือการวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบแล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล

2. การพัฒนาระบบอัตโนมัติ (Automation) คือการนำวิธีที่หามาได้ มาพัฒนาเป็นอัลกอริทึมเพื่อนำมาพัฒนาเป็นระบบอัตโนมัติในการแก้ปัญหานั้น

Denning (2009) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลเป็น 2 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบแล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล

2. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

Werner, Denner, Campe, and Kawamoto (2012) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลเป็น 3 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหา องค์ประกอบหรือเงื่อนไขที่ซ้ำ ๆ กัน หรือการใช้งานบ่อย ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น

2. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบแล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล

3. การสร้างต้นแบบ (Modeling) คือ การสร้างรูปแบบที่เป็นต้นแบบของการแก้ปัญหา เช่น การหาสูตรลัดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

Yadav, Mayfield, Zhou, Hambrusch, and Korb (2014) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะองค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย แล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหาไปทีละส่วน

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาซ้ำๆกัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

Csizmadia et al. (2015) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลเป็น 6 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะองค์ประกอบ โดยแบ่งออกเป็นส่วน แล้วหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อย

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมา เพื่อนำมาหารูปแบบที่ซ้ำกัน

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาวิธีการที่ตกผลึกในการจัดการกับองค์ประกอบ

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การนำมาสร้างเป็นกระบวนการที่เป็นระบบ แสดงลำดับขั้นตอน เพื่อนำมาพัฒนาและหาวิธีการที่เป็นระบบในการแก้ไขหรือหาคำตอบนั้น

5. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic Reasoning) คือ การให้เหตุผล ตามหลักตรรกศาสตร์ในการตัดสินใจ การตีความหมาย การหาคำตอบของผลลัพธ์ผ่านความคิดอย่างมีเหตุและผล

6. การประเมินผล (Evaluation) คือ กระบวนการคิดสามารถนำมาตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ได้

Atmatzidou and Demetriadis (2014) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลเป็น 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือการวิเคราะห์จำแนก แยะแยะองค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย แล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหาไปทีละส่วน

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือการหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือการวิเคราะห์หาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือการกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

5. การสร้างระบบต้นแบบ (Modeling) คือ เมื่อได้กระบวนการที่ชัดเจนแล้ว จึงสร้างเป็นระบบต้นแบบเพื่อนำไปใช้กับจุดประสงค์ที่ใกล้เคียงอื่น ๆ ได้

Czerkawski (2013) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลไว้ 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic Reasoning) คือ การนำหลักการตรรกศาสตร์ซึ่งเป็นหลักคิดพื้นฐานของมนุษย์มาใช้ในการตีความหมายเพื่อหาองค์ประกอบหรือผลลัพธ์ของสิ่งที่ต้องการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การจดจำรูปแบบหรือองค์ประกอบที่นำมาใช้บ่อย ๆหรือมีจำนวนการใช้ซ้ำมาก

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาวิธีการหรือหนทางที่ดีที่สุดในการจัดการกับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบนั้น

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การนำวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด มาพัฒนาเป็นลำดับขั้นตอนโดยขั้นตอนนั้นต้องเป็นกระบวนการทำงานที่เป็นระบบและอยู่บนพื้นฐานของการประมวลผลบนระบบคอมพิวเตอร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกส่วนประกอบย่อยและย่อยปัญหา (Decomposition) คือ การพัฒนาเพื่อแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อย ทำให้สามารถจัดการกับปัญหาหรืองานได้ง่ายขึ้น

2. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องแนวโน้มและลักษณะทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หรือการเปรียบเทียบสิ่งที่สนใจกับสิ่งอื่นที่เคยทราบมาก่อน อีกประเภทหนึ่งคือการหารูปแบบที่เหมือนและแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ที่สนใจหลายชิ้น การพิจารณารูปแบบนี้จะช่วยระบุองค์ประกอบสำคัญร่วมของสิ่งเหล่านั้นได้ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการสร้างความเข้าใจเชิงนามธรรมต่อไป

3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือกระบวนการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญออกจากรายละเอียดในโจทย์ปัญหาหรืองานที่กำลังพิจารณา เพื่อให้ได้องค์ประกอบที่จำเป็นเพียงพอ การคิดเชิงนามธรรมอาจจะเป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดการกับแนวคิดหรือปัญหาที่ซับซ้อนด้วยการเลือกเฉพะสิ่งที่สำคัญและการลดทอนรายละเอียดที่ไม่จำเป็นทิ้งไป

4. อัลกอริทึม (Algorithm) คือ ลำดับขั้นตอน ในการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ชัดเจน การคิดค้นอธิบายขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาติ คำปลิว (2561) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. แนวคิดการแยกย่อย (Decomposition) เป็นแนวคิดการแตกปัญหากระบวนการออกแบบเป็นส่วนย่อยเพื่อให้ได้จัดการปัญหาได้ง่ายขึ้น

2. แนวคิดการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นการจัดการรูปแบบเพื่อดูความเหมือนความแตกต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลงทำให้ทราบแนวโน้มเพื่อทำนายไปข้างหน้าได้

3. แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการมุ่งเน้นความสำคัญของปัญหาโดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็นและต่อยอดให้เกิดแบบจำลองหรือสูตร

4. แนวคิดการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) เป็นแนวคิดการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาทำให้ทราบว่าจะต้องทำอะไรก่อนและหลัง อัลกอริทึมเป็นระเบียบวิธีหรือขั้นตอนวิธีที่ดำเนินการได้โดยคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยเป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาที่สามารถ

อธิบายเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนข้อมูลที่ต้องนำเข้าและผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลนำเข้ารวมทั้งการดำเนินการตามขั้นตอนได้ชัดเจน

จากข้อมูลที่กล่าวไว้ข้างต้นมาสังเคราะห์ ผู้ศึกษาได้สังเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของทักษะความคิดเชิงประมวลผล

องค์ประกอบ	J.M.Wing 2006	J. Denning 2009	Chris Mayfield 2012	Simon Humphrey 2014	Soumela Atmatzidou 2014	Betul C.Czerkawski 2015	สสวท. 2561	ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ และคณะ 2561	ความสอดคล้อง
Decomposition			√	√	√		√	√	√
Pattern Recognition			√	√	√	√	√	√	√
Abstraction	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Algorithm		√	√	√	√	√	√	√	√
Automation	√								
Logic Reasoning				√		√			
Modeling					√				
Evaluation				√					

จากตารางที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของความคิดเชิงประมวลผล ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากองค์ประกอบที่พบในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากกว่าร้อยละ 50 โดยองค์ประกอบที่มีความสอดคล้องกันมีดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ ความสามารถในการวิเคราะห์จำแนก แยะแยะ องค์ประกอบของปัญหาหรือคุณสมบัติทางกายภาพของสิ่งที่ต้องการ

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหานั้นหรือการนำรูปแบบมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ความสามารถในการจัดกลุ่ม รูปแบบหรือการสร้างเงื่อนไข เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการสังเกต การหาความสัมพันธ์ การอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎี และการเลือกคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นต่างจากกลุ่มอื่น ๆ หรือการหาวิธีการ/รูปแบบที่ดีหรือเหมาะสมที่สุดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ตามต้องการ

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือการสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ต้องการ สะท้อนออกมาเป็นแบบแผนหรือผังงานอย่างเป็นระบบเพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาบนระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้

1.5 หลักการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลและวิธีการประเมินผล

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางและหลักการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลไว้หลายประการ เป็นแนวทางและหลักการที่สามารถพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนได้ เพราะความคิดเชิงประมวลผลเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาการศึกษาในทุกสหสาขาวิชา การศึกษาเกี่ยวกับหลักการพัฒนาความสามารถด้านนี้จะช่วยให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการทำความเข้าใจระบบเทคโนโลยีจนกระทั่งสามารถพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงโลกได้

The National Science Foundation (2013) ได้พัฒนาหลักสูตรโดยอยู่บนพื้นฐานความคิดของการประมวลผลดังนี้

1. การประมวลผลเป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่สร้างสรรค์ขึ้นมา

2. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) สามารถลดข้อมูลหรือลายละเอียดที่ไม่จำเป็นและสามารถโฟกัสที่หลักการ ความสัมพันธ์เพื่อที่จะเข้าใจและหาวิธีการแก้ไขปัญหาได้

3. ข้อมูลและข่าวสารทั้งหมดช่วยในการสร้างองค์ความรู้

4. อัลกอริทึมเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและแสดงแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. การเขียนโปรแกรมเป็นกระบวนการที่สร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์

6. เครื่องมือดิจิทัลและระบบเครือข่ายสามารถทำงานร่วมกันเพื่อเป็นกระบวนการในการแก้ไขปัญหาได้

7. การประมวลผลเป็นหลักการที่สำคัญสามารถนำไปใช้ได้ทุกสหสาขาวิชาเช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์ ศิลปกรรม แพทยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และบริหารธุรกิจ

งานวิจัยของ Curzon, Dorling, Ng, Selby, and Woollard (2014) ได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมงานวิจัย และนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดในการช่วยพัฒนาความคิดเชิงประมวลผล กรอบแนวคิดนั้นมีกลยุทธ์วิธีการสอน รวมไปจนถึงวิธีการประเมินผล กรอบแนวคิดที่จะสามารถพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 การนิยามความหมายของความคิดเชิงประมวลผล

ขั้นตอนที่ 2 หลักการของความคิดเชิงประมวลผล

ขั้นตอนที่ 3 เทคนิคการสอนในห้องเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล

ขั้นตอนที่ 1 การนิยามความหมายของความคิดเชิงประมวลผล

Wing (2006) ได้กล่าวว่า เป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องในการจัดการและหาแนวทางแก้ไขปัญหา โดยแสดงหรือนำเสนอในรูปแบบที่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบการประมวลผล และสามารถดำเนินการไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ คอมพิวเตอร์หรือการทำงานร่วมกันทั้งสองฝ่าย ซึ่งคำนิยามนี้เป็นที่ยอมรับในสากล โดยเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิดนี้ จึงเป็นที่ส่งเสริมให้บรรจุในหลักสูตรการเรียนการสอนในปัจจุบัน

ขั้นตอนที่ 2 หลักการเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล

Selby, Dorling, and Woollard (2014) ได้เสนอหลักการเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลไว้ดังนี้

2.1 การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) เป็นกระบวนการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการระบบที่เป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน

2.2 การประเมินผล (Evaluation) เป็นกระบวนการที่ตรวจสอบอัลกอริทึมหรือกระบวนการให้เป็นไปตามที่ต้องการหรือจุดประสงค์ที่กำหนดได้

2.3 การแยกแยะองค์ประกอบ (Decomposition) เป็นกระบวนการในการคิดวิเคราะห์แยกแยะเกี่ยวกับองค์ประกอบของปัญหา สิ่งของ ชิ้นงานหรือระบบ เพื่อให้เข้าใจ สามารถนำมาหาวิธีการพัฒนาหรือการประเมินผล สามารถนำมาแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยการแยกปัญหาแล้วแก้ทีละส่วนย่อยที่ถูกแบ่งออกมาได้

2.4 การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) เป็นหนทางหรือกระบวนการในการทำระบบหรือปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยจะจัดการสิ่งที่ไม่จำเป็นเพื่อหาหนทางที่ดีที่สุดในการดำเนินการ

2.5 การนำไปใช้ได้หลากหลาย (Generalization) เป็นหนทางแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเดิมจากครั้งที่แล้ว สามารถนำอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมาจากปัญหาเดิมไปแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายกันได้

ขั้นตอนที่ 3 เทคนิคการเรียนที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

Curzon et al. (2014) ได้รวบรวมข้อมูลและได้เสนอเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลโดยแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เทคนิคการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

หลักการ	ตัวอย่างเทคนิคการสอน	เทคนิค
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	1. การจัดลำดับของคำสั่งแล้วสังเกตผลลัพธ์	การจัดลำดับ Sequences
	2.การเขียนคำสั่งโดยใช้ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลักการของตรรกศาสตร์แล้วสังเกตผลลัพธ์	การใช้ตัวดำเนินการ Operations
	3.การเขียนคำสั่งเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของข้อมูล แล้วสังเกตผลลัพธ์	การใช้งานตัวแปร Variables
	4.การเขียนคำสั่งเพื่อเลือกใช้ฟังก์ชันการทำงานที่ต่างกันแล้วสังเกตผลลัพธ์	การเลือกใช้ฟังก์ชัน Selection
	5. การเขียนคำสั่งทำซ้ำ แล้วสังเกตผลลัพธ์	การใช้คำสั่งทำซ้ำ Loops/Iteration
	6. การเขียนคำสั่งในการจัดกลุ่ม แยกแยะหน้าที่ทำงานตามหมวดหมู่	การใช้ฟังก์ชันหลัก ฟังก์ชันรอง Functions/Subroutines
	7.การเขียนคำสั่งการทำงานแบบคู่ขนานหรือทำพร้อมกัน	การคิดแบบคู่ขนาน Parallel Thinking
	8. การกำหนดกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขของระบบแล้วสังเกตผลลัพธ์	การสร้างกฎ Rules
	9. การสร้างอัลกอริทึมเพื่อทดสอบสมมติฐาน	การสร้างอัลกอริทึม
	10. การสร้างอัลกอริทึมที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา	วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics)
	11. การสร้างอัลกอริทึมที่แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง	การสร้างโมเดลทางการคำนวณ Computational Modeling

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลักการ	ตัวอย่างเทคนิคการสอน	เทคนิค
	12. การออกแบบอัลกอริทึมการแก้ปัญหาที่คำนึงถึงความสามารถ ข้อจำกัด และวิธีการนำไปใช้	การออกแบบอัลกอริทึม
การประเมินผล Evaluation	1. การตรวจสอบว่าอัลกอริทึมที่ออกมาแบบตรงตามจุดประสงค์หรือไม่	อัลกอริทึมตรงตามจุดประสงค์ Algorithm is Fit for Purpose
	2. การตรวจสอบว่าอัลกอริทึมนั้นถูกต้องหรือไม่	ความถูกต้องของการใช้งาน Functional Correctness
	3. การออกแบบแผนงานทดสอบ (Test Plan) เพื่อทดสอบระบบ	การทดสอบ Testing
	4. การประเมินผลอัลกอริทึมว่าดีพอหรือไม่	
	5. การเปรียบเทียบศักยภาพของอัลกอริทึมในการทดสอบกับตัวอย่างเดียวกัน	
	6. การประเมินผลว่าระบบง่ายต่อการใช้ง่าย	การใช้งานง่าย Usability
	7. การประเมินระบบว่าระบบส่งผลดีหรือเป็นทิศทางบวกหรือไม่	การใช้ประสบการณ์ของผู้ใช้ User Experience
	8. การประเมินขั้นตอนย่อยทีละส่วนของระบบ	
	9. การประเมินศักยภาพการใช้งานของระบบโดยรวม	
การแยกแยะองค์ประกอบ (Decomposition)	1. สามารถแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งประดิษฐ์ เช่น (วัสดุที่ใช้ ปัญหาที่พบ กระบวนการทำงาน วิธีการ ระบบ) เพื่อที่จะสามารถนำมาพัฒนาหรือแก้ปัญหาได้	
	2. สามารถแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาให้ง่าย หรือแยกออกมาเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วหาวิธีการแก้ไขทีละส่วน	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หลักการ	ตัวอย่างเทคนิคการสอน	เทคนิค
การคิดแบบนามธรรม (Abstraction)	1. การลดวิธีการหรือกระบวนการของระบบที่ไม่จำเป็นออก 2. การใช้โครงสร้างของข้อมูล ในการบริหารจัดการข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน 3. การกรองข้อมูลเมื่อต้องการหาคำตอบ	
การนำไปใช้ได้หลากหลาย (Generalization)	1. การระบบรูปแบบและความคล้ายคลึงกันของปัญหา กระบวนการดำเนินงานและข้อมูลได้ 2. ประยุกต์ใช้วิธีการที่ค้นพบนี้กับปัญหาอื่นที่มีความคล้ายกัน 3. การถ่ายทอดความคิดและแนวทางแก้ไขจากปัญหานี้ไปยังปัญหาอื่น ๆ	

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล

Curzon et al. (2014) ได้นำเสนอกรอบวิธีการประเมินผลเรียกว่า Computing Progression Pathways และกำหนดตัวชี้วัดที่เฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้รองรับการเรียนการสอนในห้องเรียน นอกจากนี้ Curzon (2014) ยังได้นำกระบวนการความคิดเชิงประมวลผลไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่น ๆ โดยอ้างอิงวิธีการและเกณฑ์ตามตารางที่ 3 สามารถแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ตั้งคำถามโดยมีขึ้นต้นว่า “ทำไม (Why)” เพื่อเป็นการเลือกเรื่องหรือประเด็นที่สนใจ แล้วดูว่าเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น จะได้วางแผนงานได้ครอบคลุม

2. กำหนดว่า “อะไร (What)” คือผลลัพธ์ที่ได้จากเรียนเรียนรู้ เพื่อบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

3. ใช้หลักการจากองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลมาเพื่อจัดการ โดยกำหนดว่าต้องทำกิจกรรม “อย่างไร (How)” เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 ตัวอย่างกรอบวิธีการประเมินผลของความคิดเชิงประมวลผล

ระดับ	อัลกอริทึม (Algorithms)	การเขียนโปรแกรมและการพัฒนา Programming & Development	การจัดการข้อมูล
1	• การเข้าใจหลักการของอัลกอริทึมอย่างง่าย (AL) • การเข้าใจคำสั่งของคอมพิวเตอร์ (AL) • การฝึกความชำนาญในการใช้งานเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาทางคอมพิวเตอร์ (AL)	• สามารถพัฒนาโปรแกรมอย่างง่า (Abedini, Mortazavi, Javadinia, & Moonaghi, 2013)ยได้เช่น โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ (AL) • ทดลอง ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม (AL) • เข้าใจคำสั่งของโปรแกรม (AL)	• การรู้ถึงข้อมูลดิจิทัลที่แสดงได้หลายรูปแบบ (AB) (GE) • การแยกแยะระหว่างลักษณะรูปแบบของข้อมูลและสามารถอธิบายวิธีต่าง ๆ ในการส่งสารข้อมูลได้ (AB)
2	• การนำอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ดิจิทัล(AL) • การออกแบบอัลกอริทึมอย่างง่ายโดยใช้การทำซ้ำ(Loops) และการเลือก(Selection: IF, Else)(AL) • การใช้หลักตรรกศาสตร์ในการอ้างเหตุผล (AL) • การตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึม เช่น การดีบัก Debugging (AL)	• สามารถใช้ตัวดำเนินการทางการประมวลผล การเลือกใช้คำสั่งการตัดสินใจ การทำซ้ำในโปรแกรม (AL) • สามารถใช้หลักการตรรกศาสตร์ในการคาดเดาพฤติกรรมของโปรแกรมได้ (AL) • การตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึม เช่นการดีบัก Debugging (AL)	• การรู้เกี่ยวกับความแตกต่างเกี่ยวกับประเภทของข้อมูล เช่น ตัวอักษร และตัวเลข (AB) (GE) • โปรแกรมสามารถทำงานกับข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้ (GE) • การรู้เกี่ยวกับการจัดการข้อมูลให้เป็นตารางเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน (AB) (DE)
3	• การออกแบบอัลกอริทึมแบบหลายทางเลือก (AL) • การใช้แผนภาพไดอะแกรมในการอธิบายการทำงาน (AB) • การใช้หลักตรรกศาสตร์ในการอ้างเหตุผล และตระหนักถึงข้อมูลที่ป้อนเข้าระบบการทำงาน (AL)	• การสร้างโปรแกรมเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ (AL) • การประกาศและการกำหนดตัวแปร (AB) • การออกแบบอัลกอริทึมแบบหลายทางเลือก การพัฒนาคำสั่งทำซ้ำที่ซับซ้อน (AL)	• เข้าใจความแตกต่างระหว่างข้อมูลและสารสนเทศ (AB) • เข้าใจหลักการเรียงข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา (EV) • ใช้วิธีการกรองข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา(AL)
	หมายเหตุ คำย่อหลักการของความคิดเชิงประมวลผล AB = Abstraction; DE = Decomposition; AL = Algorithmic Thinking; EV = Evaluation; GE = Generalization		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Csizmadia et al. (2015) ได้ศึกษาจากงานวิจัยของ Curzon et al. (2014) แล้วสรุปออกมาเป็นกลยุทธ์เพื่อพัฒนาและประเมินความคิดเชิงประมวลผล ดังนี้

การสะท้อนคิด (Reflection)

การสะท้อนคิด เป็นทักษะการตัดสินหรือประเมินผลว่าดีหรือไม่ดีและเป็นเงื่อนไขหรือเหตุการณ์ที่สำคัญในวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นการประเมินผลอยู่บนเกณฑ์ในลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเลือกสิ่งที่ดีที่สุด จากผู้เข้ารับฟังจะเป็นคนตัดสิน

การเขียนโปรแกรม (Coding)

องค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์คือการออกแบบโปรแกรมให้ทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ การตรวจสอบ (Debugging) เป็นกระบวนการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบเพื่อประเมินโดยใช้ทักษะการทดสอบ การตรวจหาและความคิดเชิงตรรกะในการทำนายและการตรวจสอบผลลัพธ์ให้ถูกต้องได้

การออกแบบ (Designing)

การออกแบบซึ่งเป็นการออกแบบโครงสร้าง ลักษณะและการทำงานของสิ่งที่คิดค้น เป็นสิ่งที่สะท้อนการทำงานของความคิดมนุษย์ เช่นการเขียนผังงาน สตอรี่บอร์ด การออกแบบไดอะแกรมระบบ ทั้งหมดนี้เป็นกิจกรรมจำเป็นต้องใช้ทักษะการวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบของโครงสร้างการหารูปแบบของชิ้นงาน การค้นหาวิธีการเฉพาะเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นลำดับขั้นตอนของอัลกอริทึม

การวิเคราะห์ (Analyzing)

การฝึกการวิเคราะห์เป็นสิ่งที่สำคัญ จะทำให้เข้าใจคุณลักษณะ คุณสมบัติขององค์ประกอบนั้น การฝึกการวิเคราะห์อย่างละเอียดจะใช้หลักการของการแยกแยะองค์ประกอบ การหารูปแบบที่ซ้ำกัน การลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นตามเงื่อนไขที่กำหนด สุดท้ายคือการหาลำดับขั้นตอนการทำงานของสิ่งที่ต้องการศึกษา ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องอยู่บนพื้นฐานเหตุและผลและความสัมพันธ์กันของทุกองค์ประกอบ เพื่อเข้าใจงานหรือสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ได้

การประยุกต์ (Applying)

การนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ เช่นการกำหนดรูปแบบ ความคล้าย และการเชื่อมโยงกัน การใช้ประโยชน์ของโครงสร้างหรือฟังก์ชันของสิ่งที่คิดค้น ยกตัวอย่างเช่นออกแบบอัลกอริทึมมาแล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมงานวิจัยและบทความเกี่ยวกับวิธีการประเมินความคิดเชิงประมวลผลจากนักวิชาการ แล้วนำมาสังเคราะห์วิธีการประเมินผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์วิธีการประเมินความคิดเชิงประมวลผล

	Coding	Designing	Analysis	Applying	Authentice Assessment	Self-Assessment	Rubric Score	Debug Testing	Portfolio	Questionaires	Assessment System	Peer Assessment
Simon Humphreys	√	√	√	√		√						
Yongsheng Zhang						√						
LindaWerner	√						√				√	
Shuchi Grover							√					
J. Russell Manson							√					
Marie Bienkowski	√	√				√	√	√				
Brandon R. Rodriguez							√					
Mark Sherman							√					
Brennan and Resnick,		√				√						
สสวท.					√	√	√		√	√		√
ณัฐภัทพ แก้วรัตนภัทร์					√	√	√			√		√
ผู้วิจัย						√	√					

จากตารางที่ 4 การสังเคราะห์วิธีประเมินผลเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากวิธีการประเมินผลความคิดเชิงประมวลผลที่พบในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากกว่าร้อยละ 50 องค์ประกอบที่มีความสอดคล้องกันคือ การประเมินตนเอง และการประเมินแบบรูบริค สามารถอธิบายได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประเมินตนเอง (Self-assessment)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า การประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล เป็นการให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบผลงานหรือความก้าวหน้าโดยเปรียบเทียบกับจุดประสงค์ในกำหนด ยกตัวอย่างเช่นการใช้แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล เพื่อประเมินความรู้หรือทักษะในด้านนั้น โดยกำหนดหัวข้อประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการพัฒนาตนเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) กล่าวว่า การประเมินตนเองเป็นเครื่องมือประเมินการพัฒนาการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้คิดใคร่ครวญว่าได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้อย่างไร และผลงานที่ทำนั้นดีแล้วหรือยัง การประเมินตนเองจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่

สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง การใช้การประเมินตนเองของผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จได้ดีจะต้องมีเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน มีเกณฑ์ที่บ่งบอกความสำเร็จของชิ้นงาน/ภาระงาน และมาตรการการปรับปรุงแก้ไขตนเอง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองมีหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การเขียนสะท้อนผลงานการใช้แบบสำรวจ การพูดคุยกับผู้สอน เป็นต้น

อรนุช ศรีสะอาด (2554) กล่าวว่า กระบวนการประเมินหรือตัดสินใจของผู้เรียนว่าตนเองสามารถ ปฏิบัติได้ตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาจุดอ่อนของตนเองให้ดีขึ้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเอง ที่ได้รับความนิยมและใช้มากในปัจจุบันมี 6 ประเภท คือ มาตรประมาณค่า (Rating Scale) แฟ้มผลงาน (Portfolios) แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) อนุทิน (Journal) แบบสอบถามปลายเปิด (Open-end Questionnaire) และ การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubrics)

การประเมินแบบรูบริค (Rubrics)

การประเมินแบบรูบริค คือ เครื่องมือการให้คะแนน (Scoring Tool) เกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับมาตราประมาณค่าหรือระดับคะแนน เพื่อระบุความแตกต่างของผลงานหรือประสิทธิภาพของงาน สำหรับแนวทางในการที่จะนำไปใช้ในการประเมินผลงานของผู้เรียนต่อไป การประเมินผลของผู้เรียนจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือผลงานที่ได้จากกระบวนการของผู้เรียน และกระบวนการที่ผู้เรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน การประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้อาจจะประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือประเมินทั้งสองลักษณะก็ได้

ผู้ประเมินจะต้องใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพชิ้นงานของผู้เรียน เพื่อให้ตัดสินใจได้สอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละคน เกณฑ์การประเมินอาจจะอยู่เชิงคุณภาพหรือปริมาณ อาจจะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือแบบตรวจสอบ (Checklist) โดยปกติจะใช้รูบริคในการประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้เดียว หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของงานปฏิบัติ แต่การปฏิบัติงานที่ซับซ้อน ผู้ประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ที่หลากหลายและประเมินหลายส่วนของการปฏิบัติ การให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0 ถึง 3 หรือ 1 ถึง 4 ในแต่ละระดับของคะแนนจะขึ้นอยู่กับระดับของคุณภาพของงาน ดังนั้นตัวเลข 4 อาจจะหมายถึงระดับคุณภาพสูงสุด ตัวเลข 3 เป็นระดับคุณภาพรองลงมา คุณภาพของงานในแต่ละระดับจะต้องใช้การอธิบาย (Rubric) ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนจะต้องอธิบายเป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการปฏิบัติงานในแต่ละระดับนั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเภทของการรูบริค

1. Holistic Rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนนผลงานหรือกระบวนการที่ไม่ได้แยกส่วนหรือแยกองค์ประกอบการให้คะแนน คือจะประเมินในภาพรวมผลงานหรือกระบวนการนั้น

การให้คะแนนแบบ Holistic rubrics ใช้ได้ง่ายและใช้เพียงไม่กี่ครั้งต่อผู้เรียน 1 คน จะเป็นการประเมินในภาพรวมของทุกคุณลักษณะในการปฏิบัติงาน ส่วนการให้คะแนนแบบนี้จะมีประโยชน์เมื่อสนใจจะวินิจฉัยหรือช่วยเหลือผู้เรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในแต่ละส่วนหรือแต่ละคุณลักษณะของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

เกณฑ์การประเมินในภาพรวมส่วนใหญ่จะประกอบด้วย 3 ถึง 6 ระดับ ซึ่งเกณฑ์การประเมิน 3 ระดับจะเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากกำหนดรายละเอียดง่ายโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย (อยู่ระดับกลาง) สูงกว่าค่าเฉลี่ยและต่ำกว่าค่าเฉลี่ย นอกจากจะง่ายต่อการกำหนดค่าแล้วยังง่ายต่อการตรวจให้คะแนนด้วย เนื่องจากความแตกต่างระหว่างระดับนั้น จะชัดเจน แต่ถ้าใช้ 5 หรือ 6 ระดับ ความแตกต่างระหว่างระดับจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้การตรวจให้คะแนนทำได้ยาก ถ้าต้องการให้เกณฑ์ 5 หรือ 6 ระดับ วิธีการที่จะช่วยในการกำหนดเกณฑ์ให้ง่ายขึ้น ผู้สอนอาจสุ่มตัวอย่างงานของนักเรียนมาตรวจ จากนั้นในแต่ละกองจะต้องแยกความแตกต่างให้ได้อีก 2 กอง ตามระดับคุณภาพของงาน ในกรณีที่ต้องการทำเป็น 5 กอง กองที่เป็นคุณภาพปานกลางจะไม่แบ่ง แล้วนำมากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. Analytic Rubrics คือ แนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากแต่ละส่วนของงาน ซึ่งแต่ละส่วนจะต้องกำหนดแนวทางการให้คะแนนโดยมีคำนิยามหรือคำอธิบายลักษณะของงานส่วนนั้นๆ ในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจนเทคนิคการเขียนรายละเอียดการให้คะแนนการเขียนรายละเอียดการให้คะแนนหรือระดับคะแนนแบบแยกส่วน (Analytic)

3. Annotated Holistic Rubrics ผู้ประเมินจะประเมินแบบ Holistic Rubrics ก่อนแล้วจึงประเมินแยกส่วนอีกบางคุณลักษณะที่เด่น ๆ เพื่อใช้เป็นผลสะท้อนในบางคุณลักษณะของผู้เรียน

ส่วนแบบ Annotated Rubrics จะรวมข้อจำกัดของ Holistic และ Analytic ไว้ด้วยกัน เริ่มด้วยการประเมินในภาพรวมของการปฏิบัติงานด้วย Holistic แล้วผู้ประเมินเลือกประเมินอีกเพียงบางคุณลักษณะของงานแบบ annotated ซึ่งการประเมินเพียงบางคุณลักษณะนี้จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนที่ประเมินแบบ Holistic ประโยชน์ก็คือจะมีความรวดเร็วในการประเมินและการประเมินได้เลือกประเมินเฉพาะคุณลักษณะที่โดดเด่นเพียงไม่กี่องค์ประกอบเพื่อเป็นผลสะท้อน (Feedback) ให้แก่ผู้เรียนแต่ไม่มีประโยชน์ในการวินิจฉัยผู้เรียนว่าบกพร่องในคุณลักษณะใด เพราะหลาย ๆ คุณลักษณะไม่ได้ถูกประเมิน

แนวทางการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

1. ต้องแน่ใจว่าเกณฑ์การให้คะแนนได้เน้นประเด็นที่สำคัญของงาน

2. มีความสอดคล้องระหว่างระดับคะแนนกับจุดมุ่งหมายของการประเมิน ถ้าจุดมุ่งหมายของการประเมินกว้างและต้องใช้การตัดสินทุก ๆ ส่วนของชิ้นงาน ควรจะใช้การประเมินแบบภาพรวม (Holistic Scale) แต่ถ้าการประเมินต้องการสะท้อนกลับให้เห็นความแตกต่างของประเด็นต่าง ๆ ของงาน ควรใช้การประเมินแบบแยกเป็นรายด้าน (Annotated Approach)

3. ข้อความที่ใช้อธิบายในแต่ละระดับคะแนน ต้องเป็นข้อความที่สามารถประเมินหรือสังเกตได้

4. ควรให้นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้เชี่ยวชาญ ได้ร่วมกันสร้างเกณฑ์ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันสร้างเกณฑ์การปฏิบัตินั้น ๆ จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจงานและจะทำให้นักเรียนนำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานนั้น ๆ

5. คุณลักษณะ หรือสิ่งที่จะวัดควรนิยามให้ชัดเจน

6. ขั้นตอนหรือลำดับขั้นที่เหมาะสมของคะแนนในแต่ละระดับเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เช่นหลีกเลี่ยงการให้คะแนนที่สูงมากเกินไป การให้คะแนนต่ำเกินไป การให้คะแนนส่วนใหญ่อยู่ตรงกลางและการให้คะแนนที่เกิดจากความพอใจส่วนตัวของครูที่มีต่อนักเรียนแต่ละคน

7. ระบบของการให้คะแนนต้องมีความเป็นไปได้ กล่าวคือการให้คะแนนนิยมแบ่งเป็น 3-8 ระดับ ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนต้องมีความชัดเจนและแยกจากกันได้

จากที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ต้องคำนึงถึงงานที่ให้ทำต้องมีความสำคัญ มีความสอดคล้องระหว่างคะแนนกับจุดมุ่งหมายการประเมินเกณฑ์ที่สร้างต้องมีความเป็นรูปธรรม มีความชัดเจนเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.6 กระบวนการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

กระบวนการส่งเสริมการคิดเป็นขั้นตอนหรือวิธีการที่นำมาสอนหรือให้ความรู้ การฝึกฝนเพื่อให้เกิดทักษะ ความสามารถในลักษณะการคิดที่ต้องการ โดยมีนักวิชาการให้ความหมายดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2558) กล่าวถึง การเรียนรู้ที่เป็นทักษะทางปัญญา ประกอบด้วย 4 ทักษะย่อยซึ่งแต่ละระดับเป็นพื้นฐานของกันและกันตามลำดับซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เป็นการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองและความต่อเนื่องของการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นลูกโซ่ซึ่งทักษะย่อยแต่ละระดับ ได้แก่

1. การจำแนกแยกแยะ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุต่าง ๆ ที่รับรู้เข้ามาว่าเหมือนหรือไม่เหมือนกัน

2. การสร้างความคิดนามธรรม หมายถึง ความสามารถในการจัดกลุ่มวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ โดยระบุคุณสมบัติร่วมกันของวัตถุสิ่งนั้น ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้กลุ่มวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นต่างจากกลุ่มวัตถุหรือสิ่งอื่น ๆ ในระดับรูปธรรม และระดับนามธรรมที่กำหนดขึ้นในสังคมหรือวัฒนธรรม

3. การสร้างกฎ หมายถึง ความสามารถในการนำความคิดรวบยอดต่าง ๆ มารวมเป็นกลุ่ม ตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้น เพื่อให้สามารถสรุปอ้างอิง และตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

4. การสร้างกระบวนการหรือกฎขั้นสูง หมายถึงความสามารถในการนำกฎหลาย ๆ ข้อที่สัมพันธ์กันมาประมวลเข้าด้วยกัน นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

ชนาธิป พรกุล (2557) กล่าวถึงการสอนกระบวนการคิดว่า กระบวนการคิดเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดของผู้เรียน ควรเป็นงานที่สำคัญอันดับแรกที่ผู้สอนต้องตระหนักเมื่อทำการสอน เพราะเป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความสามารถวิเคราะห์ ประเมิน สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ คิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหาและตัดสินใจ

ประเวศ วะสี (อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2558) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิด ฝึกตั้งคำถาม เพราะคำถามเป็นเครื่องมือในการได้มาซึ่งความรู้ควรให้ผู้เรียนฝึกการถามและการตอบ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความกระจ่างในเรื่องที่ศึกษารวมทั้งได้ฝึกการใช้เหตุผล การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ฝึกค้นหาคำตอบจากเรื่องที่เรียน

Wing (2008) กล่าวว่า ความคิดเชิงประมวลผล เป็นความสามารถในการคิดที่มีพื้นฐานมาจากการคิดวิเคราะห์และการคิดเชิงตรรกะ โดยเป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบหรือวิเคราะห์ปัญหาหรืองาน เพื่อหาแนวทางพัฒนาหรือแก้ไข โดยใช้พื้นฐานหลักการคำนวณหรือคิดหาเหตุผลตามหลักการตรรกศาสตร์

วีระ สุดสังข์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการคิดสามารถฝึกสมองให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ให้พัฒนาขึ้น สามารถฝึกตามขั้นตอนได้ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์

2. กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นสงสัยจากปัญหาหรือสิ่งที่วิเคราะห์ อาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือกำหนดวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุหรือความสำคัญ

3. กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เพื่อใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. กำหนดการพิจารณาแยกแยะ เป็นการกำหนดการพินิจพิเคราะห์ แยกแยะ และกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

5. สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

ชนาธิป พรกุล (2557) ได้ศึกษาความหมาย ขั้นตอนการคิด และตัวบ่งชี้การมีทักษะของกระบวนการคิดวิเคราะห์ในการตัดสินใจ และระบุลักษณะการคิดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการคิดโดยระบุได้ดังนี้

1. การระบุเป้าหมายหรือปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ เป็นการใช้ทักษะการสำรวจ การระบุ การคัดแยก

2. การระบุทางเลือก เป็นการสำรวจค้นหา การระบุ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล

3. การวิเคราะห์ทางเลือก เป็นการจำแนกประเภท การจัดกลุ่ม การเชื่อมโยง การให้เหตุผล

4. การจัดลำดับทางเลือก เป็นการระบุ การเรียงลำดับ

5. การเลือกทางเลือก เป็นการตั้งเกณฑ์ การประเมิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้อธิบายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้วิธีต่อไปนี้

1. การส่งเสริมการเรียนแบบเพื่อนสอนเพื่อน โดยในการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนได้รับโจทย์ปัญหาและสามารถทำงานได้รับมอบหมายเสร็จก่อนเพื่อน อาจจะให้ผู้เรียนช่วยอธิบายเทคนิควิธีการของตนเองให้เพื่อนฟัง

2. ส่งเสริมการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน โดยให้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนั้นเรียนรู้โดยบูรณาการเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การทำโครงงานโดยไม่ปิดกั้นหรือตีกรอบในการสร้างชิ้นงาน

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเผยแพร่สิ่งที่เรียนรู้ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ผ่านการนำเสนอ เขียนบันทึก ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงการปลูกจิตสำนึกในการแบ่งปันความรู้ให้กับผู้อื่น

4. ให้ผู้เรียนทำงานเดี่ยวและทำงานกลุ่ม โดยการกำหนดภาระงานเพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝนพัฒนาทักษะด้วยตนเอง และในการทำงานกลุ่มทำให้ฝึกทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกันกับเพื่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ให้สร้างชิ้นงานที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน โดยร่วมกันศึกษาวิเคราะห์หรือกำหนดปัญหาแนวทางตามที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อหาแนวทางพัฒนาหรือแก้ไขตามสถานการณ์นั้นได้

เทคนิคการสอนคิด

1. เทคนิคการใช้คำถาม (Questioning Techniques) หมายถึง กลวิธีการถามคำถามและตอบคำถามที่เป็นเครื่องมือสำหรับกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยใช้กระบวนการคิดค้นคว้าด้วยตนเอง โดยการตั้งคำถาม และตอบคำถามกับผู้เรียนอาจใช้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มย่อยหรือทั้งชั้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ กระบวนการคิดค้นคว้าหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา และสรุปแนวคิดได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาความคิดในระดับสูง และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยเฉพาะในบริบทของการจัดการเรียนการสอน (Curzon et al., 2014; ชนาธิป พรกุล, 2557; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558; โสภณ เสรีเสถียรทรัพย์, 2558)

2. เทคนิคการใช้ผังกราฟิก คือ การใช้ผังกราฟิกในการนำเสนอหรือเรื่องราวเป็นภาพ โดยใช้การคิดจัดข้อมูลให้เป็นระบบเพื่อง่ายต่อความเข้าใจ การจดจำ และการนำออกใช้ ข้อมูลที่บันทึกในแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลักและข้อมูลรอง การเปรียบเทียบ ความเหมือน และความแตกต่าง ข้อมูลที่แสดงเหตุและผล การนำแผนภาพมาใช้ในการเรียนการสอนสามารถพัฒนากระบวนการคิด ประเมินผลการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องทำ การทำข้อมูลจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม การเรียบเรียงหรือจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบทำให้เข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น (Becker, 2007; Curzon et al., 2014; ชนาธิป พรกุล, 2557; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558; ธีรวดี ถังคบุตร, 2552)

เครื่องมือสนับสนุนการคิด

Buzan (1997 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ 2558) ได้ให้ความหมาย แผนผังทางปัญญา (Mind Mapping) ว่าเป็นการแสดงออกการคิดแบบรอบทิศทาง มีลักษณะการทำงานตามธรรมชาติของสมองมนุษย์ และเป็นเทคนิคการแสดงออกด้วยภาพที่มีพลังนำไปสู่กุญแจสากลที่จะใช้ไขประตูสู่ศักยภาพของสมอง แผนผังทางปัญญาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับแง่มุมมองของชีวิต การเรียนจะได้รับการพัฒนาและการคิดที่ชัดเจนขึ้น นำไปสู่การพัฒนาการกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์ การนำแผนผังทางปัญญาไปใช้สามารถทำได้มากมาย เช่น การจดบันทึก การตัดสินใจ การเสนอผลงาน การแก้ปัญหา การวางแผน เป็นต้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558) กล่าวว่า การสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ (Concept Mapping) เป็นการนำมโนทัศน์มาจัดให้สัมพันธ์กันจากมโนทัศน์ที่กว้าง ไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจงที่สุด โดยใช้การเชื่อมโยงมโนทัศน์เหล่านี้ด้วยเส้นและคำเชื่อม การสร้างกรอบมโนทัศน์มีพื้นฐานมา

จากการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล (Ausubel, 1963) ซึ่งมีแนวคิดว่าผู้สอนควรสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน เพราะเป็นข้อมูลที่อยู่ในสมอง และมีการจัดเก็บไว้เป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่อย่างมีระดับชั้น ดังนั้นโครงสร้างของความรู้จะใช้เป็นกรอบมโนทัศน์และใช้บันทึกประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ

Lanning (2002 อ้างถึงใน ธีรวดี ถังคบุตร, 2552) ได้ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) ว่าเป็นเทคนิคการเป็นตัวแทนองค์ความรู้ในรูปกราฟ ซึ่งเป็นเครือข่าย (Network) ของมโนทัศน์ เครือข่ายนั้นแสดงออกมาในรูปของกลุ่มคำ (Node) และการเชื่อมโยง (Link) ซึ่งอาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งโดยกลุ่มคำจะเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ และการเชื่อมโยงจะเป็นตัวแทนของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น

Becker (2007) ได้อธิบายเกี่ยวการใช้แผนภาพ Ethology คือ การสร้างผังโดยการวิเคราะห์จากพฤติกรรมสัตว์แบบ 4 มุมมอง เช่น Anatomy, Physiology, Neurobiology และ Phylogenic History ถ้าเปรียบเทียบกับการพัฒนาระบบสามารถเทียบได้คือ Anatomy (โครงสร้างของระบบ), Physiology (ฟังก์ชันการทำงาน), Neurobiology (การปฏิสัมพันธ์), Phylogenic History (วิวัฒนาการของระบบ) ซึ่งวิธีกานี้สามารถทำมาสร้างเป็นระบบหรือซอฟต์แวร์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

ธีรวดี ถังคบุตร (2552) กล่าวว่า แผนผังงาน (Flowchart) คือ รูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนขั้นตอน คำอธิบาย ข้อความหรือคำพูดที่ใช้ในอัลกอริทึม (Algorithm) เพราะการนำเสนอขั้นตอนของงานให้เข้าใจตรงกัน ระหว่างผู้เกี่ยวข้องด้วยคำพูดหรือข้อความทำได้ยากกว่าโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ผังงานระบบและผังงานโปรแกรม

จากข้อมูลที่ทั้งหมดที่รวบรวมมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปองค์ประกอบ กระบวนการคิด เทคนิค และเครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปวิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

องค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล	**ความหมาย**	**ขั้นตอนการคิด**	**เทคนิคการสอนคิด**	**เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการคิด**
การแยะแยะองค์ประกอบ	การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย แล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหาไปทีละส่วน	1. การระบุประเด็นที่ต้องการศึกษา 2. การรวบรวมและประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งความคิดเห็นและข้อเท็จจริง 3. การวิเคราะห์ข้อมูล การคัดแยก การจำแนกประเภท	1. เทคนิคการใช้คำถาม (Questioning) 2. เทคนิคการใช้แผนภาพ (Graphic Organizer)	1. Brainstorming 2. Mind Map 3.Concept Mapping 4. Ontology 5. Ethology
การหารูปแบบ	การหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหานั้นหรือการนำรูปแบบมาใช้ประโยชน์อื่น ๆ	4. การวิเคราะห์ข้อมูล การจัดกลุ่มและการให้เหตุและผล	1. เทคนิคการใช้คำถามนำ (Questioning) 2. เทคนิคการใช้แผนภาพ (Graphic Organizer)	1. Mind map 2.Concept Mapping 3. Ontology 4. Ethology
การคิดแบบนามธรรม	การวิเคราะห์หาหนทางที่ดีที่สุดในการจัดการเพื่อต้องการหาผลลัพธ์นั้น	5.การพิจารณาทางเลือกโดยใช้หลักเหตุและผล การเชื่อมโยง การระบุทางเลือกที่หลากหลาย การจัดลำดับการเลือก 6. การตัดสินใจโดยใช้หลักเหตุและผล	1. เทคนิคการใช้คำถามนำ (Questioning) 2. เทคนิคการใช้แผนภาพ (Graphic Organizer)	1. Mind Map 2.Concept Mapping 3. Ontology 4. Ethology
อัลกอริทึม	การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ต้องการ	7. การสรุปความคิดเห็นเพื่อนำไปใช้	1. การใช้ผังงาน (Flowchart)	ผังงาน (Flowchart)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงประมวลผล

Ruthmann et al. (2010) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการนำความคิดเชิงประมวลผลไปบูรณาการกับสหวิทยาการระหว่างภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และภาควิชาดนตรี เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนโดยใช้โครงการเข้ามาช่วยสนับสนุน โดยการเปลี่ยนการสอนด้วยเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมบนเว็บด้วยภาษา HTML และ JavaScript มาเป็นการใช้โปรแกรม Scratch และกล่าวถึงศักยภาพของโปรแกรมนี้ในการเข้ารหัสเสียงดนตรี จะช่วยให้เข้าใจการทำงานบนระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยเก็บคุณภาพเสียงได้มากที่สุด โดยให้การให้รู้ถึงคุณสมบัติของเสียง การจัดการของเสียง รูปแบบสัญญาณอนาล็อกและดิจิทัล รูปแบบไฟล์ที่ใช้ แล้วนำมาพัฒนาเป็นเว็บไซต์การนำหลักการความคิดเชิงประมวลผล ด้วยการนำโปรแกรม Scratch เข้ามาช่วย โดยการนำหลักการ การทำซ้ำ การเริ่มต้น การใช้ตัวแปร การใช้ลำดับอัลกอริทึม การประมวลผลข้อมูลเป็นต้น เนื่องจากโปรแกรมนี้สามารถใช้งานและเข้าใจได้ง่าย ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในการสร้างเสียงดนตรีจากโปรแกรมได้

Morelli et al. (2011) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยการนำกลยุทธ์การสอนที่ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม AppInvertor โดยโปรแกรมนี้สามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสามารถสนับสนุนการเรียนในระดับก่อนเข้ามหาวิทยาลัยได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้สอนเป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยข้อดีของโปรแกรมนี้คือ (1) โปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพเหมาะกับการส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผลได้ดี (2) ใช้รูปแบบของโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการออกแบบการโครงสร้างการเขียนโปรแกรมซึ่งเป็นพื้นฐานการเขียนโปรแกรมภาษาระดับสูง (3) การเรียนรู้โดยให้ปัญหาเป็นฐาน การเขียนโปรแกรมด้วย App Inventor ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา เช่น การตั้งโจทย์ปัญหาแล้วให้สมาชิกในทีมช่วยกันหาวิธีการแก้ไขปัญหา (4) สร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน โดยสามารถสร้างแล้วประมวลผลออกมาเป็นสิ่งที่จับต้องได้ เกิดความตื่นเต้นหรือกระตุ้นผู้เรียนให้อยากรับรู้กับผลลัพธ์ที่ได้ (5) เรียนรู้กับสภาพแวดล้อมจริง เป็นการพัฒนาที่สามารถทดสอบกับสิ่งของที่ผู้เรียนมี เช่น การเขียนแอปพลิเคชันควบคุมกล้องบนสมาร์ทโฟน และ (6) การสนับสนุนสำหรับการเรียนรู้ โดยตัวโปรแกรมสามารถเชื่อมโยงกับ Google และรอบรับการเรียนการสอนทั้งครูและผู้เรียน การนำโปรแกรมมาช่วยกระตุ้นความคิดเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ เพราะเป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดย MIT สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าถึงได้ง่าย กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมสูง ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Baytak, Land, and Smith (2011) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาความคิดเชิงประมวลผลมาใช้กับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้ทดลองอบรมปฏิบัติการกับนักเรียนและอาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลักสูตรการอบรมโดยเป็นการฝึกการเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ผ่านกิจกรรมและสถานการณ์จำลอง อาจารย์จะใช้สถานการณ์จำลองที่พัฒนาด้วยโปรแกรม VPython ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจในหลักวิชาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อนำเครื่องมือทางการคิดเชิงประมวลผลมาเป็นตัวเสริมในความรู้ความเข้าใจและเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในอนาคตได้ การอบรมปฏิบัติการนี้มีเป้าหมายดังนี้ (1) เป็นเครื่องมือที่ช่วยอาจารย์ในระดับ K-12 เพื่อใช้ในการพัฒนาการสอน (2) การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน K-12 (3) เพิ่มช่องทางหรือโอกาสสำหรับผู้ต้องการศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมในระดับปริญญาตรี และ (4) การสร้างความตระหนักและความสนใจในวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์การบูรณาการศาสตร์กับการดำรงชีวิตจริง เหตุผลที่จำเป็นต้องนำหลักการคิดเชิงประมวลผลเข้ามาบูรณาการการอบรมกับวิชาวิทยาศาสตร์ (1) การคิดคำนวณมีความสำคัญมากในทุกระดับการเรียนรู้ในปัจจุบัน (2) ผู้เรียนสามารถนำหลักการคำนวณมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้ และ (3) ความคิดเชิงประมวลผลนี้สามารถนำมาสอนได้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม หรือหลากหลายหลักสูตรได้ การนำหลักการการคิดเชิงประมวลผลนี้มาใช้ในการฝึกอบรมส่งผลทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในอาชีพทางด้านสะเต็มศึกษา (STEM) หรือทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ การฝึกอบรมครั้งนี้ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรม มีอุปสรรคเพื่อเกิดความท้าทาย งานวิจัยนี้เห็นความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผลกับการเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถพัฒนาทักษะรอบด้าน เกิดความจำระยะยาว การพัฒนาเครื่องมือหรือสถานการณ์จำลองในห้องเรียนด้วยเครื่องมือที่เรียกกว่า VPython เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูง ช่วยให้ผู้ที่ไม่มีทักษะทางด้านเขียนโปรแกรมสามารถพัฒนาเนื้อหาวิธีการสอนผ่านทางโปรแกรมนี้ได้อย่างง่าย วิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลนี้มีได้หลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

Denner and Werner (2011) นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลเข้ามาเป็นเทคนิคหนึ่งในวิทยาการคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกให้เกิดการคิดเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ไขปัญหาหรือวิเคราะห์กระบวนการของข้อมูล ซึ่งปัจจุบันการพัฒนาความคิดนี้กำลังบทบาทอย่างสูงในนักเรียนระดับ K-12 แต่การวัดประเมินผลทางด้านทักษะนี้ยังไม่ดีและลึกเท่าที่ควร งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอกลยุทธ์สำหรับการประเมินความคิดเชิงประมวลผลด้วยการให้ผู้เรียนสร้างเกมขึ้นมา แล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ใช้หลักการของ Fairy Assessment ในการประเมินว่าผู้เรียนเข้าใจสภาพแวดล้อมของหลักการการเขียนโปรแกรมหรือไม่ โดยต้องครอบคลุมหลักการดังนี้ การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) การสร้างโมเดลการคำนวณ (Modeling) แล้วประยุกต์การคิดเชิงอัลกอริทึมในการแก้ไขปัญหา โดยออกแบบการสอนประมาณ 25-30 ชั่วโมง ให้ผู้เรียนนั้นลองทำเกมผ่านโปรแกรม Alice หรือ Storytelling Alice หลังจากที่เรียนจบแล้ว ผู้เรียนต้องนำเสนอวิธีการคิด วิธีการเล่น และวิธีการปรับปรุง โดยเล่าเรื่องราวมีตัวละครทั้งชายและหญิงในการดำเนินเรื่อง จากงานวิจัยนี้ได้ทดลองกับเด็ก 138 คนจาก 6 โรงเรียนที่แตกต่างกันทั้งเชื้อชาติ สถานะทางสังคมและเศรษฐกิจ การประเมินผลที่มีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับแรงจูงใจและดึงดูดผู้เรียนได้ดีมาก เพราะว่าเกมเป็นตัวพาความรู้ความสนุกสนานไปในตัว และสามารถทดสอบความคิดระดับสูงได้ โดยทั้งสามหัวข้อที่กล่าวมาเป็นพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมทั้งหมด ขั้นตอนสำคัญคือต้องออกแบบงานให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดผล หลังจากผู้เรียนได้ความรู้เกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลแล้ว ผู้เรียนสามารถนำมาแก้ปัญหาได้จริงผ่านคอมพิวเตอร์ และสามารถเข้าใจและเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีในชีวิตประจำวันและในอนาคตได้

Kuruvada, Asamoah, Dalal, and Kak (2010) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ด้วยการใช้ Rapid Digital Game Creation (RDGC) การใช้ RDGC นี้เป็นการสร้างเกมดิจิทัลโดยไม่ได้ใช้การเขียนโปรแกรม แต่ใช้หลักการของความคิดเชิงประมวลผลในการสร้างเกม โดยพื้นฐานของโปรแกรมถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา การเรียนรู้ด้วยเกมเป็นกลยุทธ์ที่จะดึงดูดผู้เรียนให้เข้าใจหลักการของคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นทั้งเด็กหรือผู้ใหญ่ ชายหรือหญิง เป็นต้น RDGC เป็นกระบวนการสร้างเกมอย่างง่ายและรวดเร็ว บางหลักสูตรที่บรรจุความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลเข้ามาก็นำหลักการออกแบบเกมมาใช้ด้วย Rapid Digital Game Creation (RDGC) เป็นโปรแกรมที่ช่วยสร้างเกม โดยใช้ Objects , Event และ Methods เป็นการเรียนการเขียนโปรแกรม เข้าใจหลักการอย่างง่าย เครื่องมือที่เรียกว่า RDGC เช่น Game Maker, Multimedia Fusion, Alice และ Scratch ยกตัวอย่างเช่น Alice เป็นรูปแบบการสร้างตัวละครหรือสภาพแวดล้อม 3 มิติด้วยการสร้างแอนิเมชันเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับเกม ส่วนตัวโปรแกรม Scratch เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างแอนิเมชัน จัดการเสียงดนตรีและศิลปะ และโปรแกรม Game maker เป็นโปรแกรมที่ใช้ Sprite (วัตถุในการออกแบบเกม) Object (ตัวละครหรือฉาก) และ Room (หน้าต่างของเกม) ในงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบการทำงานระหว่างโปรแกรม RDGC กับการเขียนโปรแกรมภาษาจาวา และได้ข้อสรุปว่าโปรแกรมจาวาสามารถพัฒนาได้หลากหลาย แต่ต้องใช้ความสามารถและทักษะในการเขียนโปรแกรมซึ่งต่างจาก RDGC ที่เน้นรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การออกแบบขั้นตอนการทำงานทีละขั้นตอนสามารถแสดงผลออกมาได้อย่างทันที เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ง่ายทำให้ RDGC นั้นได้รับความนิยมที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน โดยสามารถประยุกต์การใช้งานได้ทุกสาขาวิชา

Chang (2011) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลนี้ด้วยวิธีการออกแบบโจทย์ปัญหาแล้วหาทางแก้ไข ในปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่คิดว่าความคิดเชิงประมวลผลนี้ต้องถูกพัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรมเท่านั้น และการเขียนโปรแกรมสามารถทำได้ยากลำบากเพราะส่วนใหญ่เป็นลักษณะตัวอักษร จึงได้มีการพัฒนารูปแบบการเขียนโปรแกรมที่เรียกว่า Visual Programming Languages (VPLs) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายการใช้สัญลักษณ์แทนการเขียนด้วยตัวอักษร โดยสามารถใช้งานง่าย สะดวก โปรแกรมรูปแบบนี้ที่เห็นกันแพร่หลาย ได้แก่ Scratch, Alice และ NetLogo การสร้างกิจกรรมด้วยโปรแกรมเหล่านี้ เป็นการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นการเคลื่อนไหวผ่านอะนิเมชัน โดยรูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถดึงดูดผู้เรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดออกมาเป็นเรื่องราวหรือโครงงาน

Ahmadi, Jazayeri, and Landoni (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเกมโดยผสานกับความคิดเชิงประมวลผลด้วยเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ แล้วประเมินผลของการออกแบบด้วยโปรแกรม AgentWeb ซึ่งเป็นระบบการออกแบบเกมในระบบคลาวด์ เป็นการสอนการออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบหน้าจอที่ประสานงานกับผู้ใช้ AgentWeb คือ การออกแบบเกมบนระบบคลาวด์ซึ่งเหมาะกับผู้เริ่มต้นที่จะสามารถออกแบบหรือสร้างเกมเองได้ โดยใน AgentWeb ประกอบด้วย (1) สภาพแวดล้อมในการออกแบบเกมโดยใช้เทคโนโลยีเว็บมาช่วยพัฒนา แล้วใช้เว็บเบราเซอร์ในการตรวจสอบ (2) การจัดการการเรียนรู้บนระบบคลาวด์ สามารถบริหารจัดการเนื้อหา การเรียนรู้แบบร่วมมือ การแชร์ข้อมูลต่าง ๆ ในการทำเกมเฉพาะตัวบุคคลหรือทำเกมกลุ่มได้ และ (3) AgentWeb รองรับระบบสังคมออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊ก เป็นต้น ผลการประเมินพบว่าขั้นตอนการทำงานแบบความคิดเชิงประมวลผลมีความซับซ้อนกว่าเครื่องมือที่ใช้ ผู้สอนได้เสนอแนะให้นำหลักความคิดนี้มาผสานกับการออกแบบสภาพแวดล้อมของเกม กิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สูงขึ้น โปรแกรม AgentWeb นั้นมีลักษณะคล้าย เทคโนโลยีเว็บ 2.0 และ สังคมออนไลน์ ในการจัดการประเมินผ่านระบบเครือข่าย การเรียนรู้ร่วมกัน การทำงานร่วมกันผ่านสังคมของนักออกแบบ การแชร์และสร้างความรู้ร่วมกันก่อนให้เกิดพลังการทำงานอย่างมหาศาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Werner, Denner, and Campe (2014) อธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้สำหรับการประเมินความคิดเชิงประมวลผลในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งถูกใช้ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมเกม เป็นการประเมินผลที่เป็นลำดับขั้นตอนเพื่อเสริมสร้างความรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการทดลองกับนักเรียนจำนวน 311 คนโดยแบ่งออกเป็นปี 1 และปี 2 โดยปีหนึ่งนั้นใช้โปรแกรมที่ชื่อว่า Storytelling Alice (SA) ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon และปี 2 ใช้โปรแกรม Alice 2.2 โดยมีข้อจำกัดว่าโปรแกรม SA สามารถใช้งานได้บนคอมพิวเตอร์บนระบบปฏิบัติการวินโดว์เท่านั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ Alice โดย Alice เป็นโปรแกรมที่ควบคุมตัวละคร 3 มิติด้วยการใส่คำสั่งแบบลากวาง ผู้เรียนเรียนรู้แบบเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Paced Learning) โดยการใช้หลักการ Scaffolding เข้ามาช่วยแก้ปัญหาหรือควบคุมตัวละครให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดให้ โดยในแต่ละเงื่อนไขหรือเหตุการณ์ต้องนำความรู้เกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลมาใช้ ความสามารถที่นำมาใช้คือ การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) การเรียนรู้ตามต้นแบบ (Modeling) และใช้อัลกอริทึม (Algorithm) เพื่อใช้ในการควบคุมตัวละคร ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ค้นพบอุปสรรคของการนำสื่อการเรียนการสอนมาใช้ โดยการระบุขั้นตอนของผู้เรียนในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหาตามงานที่กำหนดให้ โดยผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาก่อนถึงวิธีการหาคำตอบ ตามรูปแบบการวางเงื่อนไขของโปรแกรม Alice นอกจากนี้ผู้วิจัยยังหาวิธีการประเมินอื่น ๆ เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพได้

He (2012) นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีตามแนวคิดการเรียนรู้แบบ Web - Based learning โดยให้ผู้สอนได้ค้นหาวางแผนระบบการสอนร่วมกัน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 5E ร่วมกับรูปแบบของการคิดเชิงประมวลผล ระบบออนไลน์นี้จะช่วยให้ครูผู้สอนสร้าง ค้นหา ปรับปรุงหรือแบ่งปันแผนการสอนโดยใช้ไอเดียของการความคิดเชิงประมวลผลที่ถูกฝังไว้ในระบบนี้ การใช้แนวคิดการเรียนรู้ผ่านเว็บไซต์ในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันเช่น แผนการสอน โดยใช้หลักการ 5E โดยมีลำดับดังนี้ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ (5) ขั้นประเมิน (Evaluation) แล้วทำการสร้างกิจกรรมโดยนำเอาหลักการคิดเชิงประมวลผลนั้นผนวกลงไปในทุกวิชาเพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในรายวิชา การสร้างองค์ความรู้แบบร่วมมือบนพื้นฐานของแนวคิดการเรียนรู้ผ่านเว็บไซต์โดยข้อมูลแผนการสอนที่เกิดจากการวางแผนจะเก็บไว้ในฐานข้อมูล ผู้สอนสามารถนำแผนการสอนมาใช้โดยในแผนการสอนนั้นจะใช้หลักการบูรณาการความคิดเชิงประมวลผลผ่านกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Daily et al. (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเครื่องมือเทคโนโลยีที่ส่งเสริมการเรียนรู้มาพัฒนาความคิดเชิงประมวลผล โดยซอฟต์แวร์นั้นมีชื่อว่า Virtual Environment Interactions (VEnvI) เป็นซอฟต์แวร์ที่ผสมการควบคุมการเคลื่อนไหวของตัวละคร 3 มิติกับหลักการเขียนโปรแกรม การนำสภาพแวดล้อมเสมือนมาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงประมวลผล การเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวของร่างกายระหว่างโลกจริงและเสมือนโดยใช้พื้นฐานการทำงานเป็นลำดับ ขั้นตอน การทำซ้ำ เป็นการได้ฝึกควบคุมการเคลื่อนไหวโดยได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมซึ่งเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล

Roscoe, Fearn, and Posey (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลด้วยรูปแบบหรือวิธีต่าง ๆ โดยวิธีแรกเป็นการใช้ลักษณะของโลกเสมือนแล้วสร้างออกมาเป็นวัตถุจริงด้วยเครื่องปริ้นสามมิติ วิธีที่สองคือเป็นการฝึกการพัฒนาการสร้างแอปพลิเคชันควบคุมมือถือเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และทดลองจริงกับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวเช่นการควบคุมกล้องมือถือ และวิธีที่สามคือการเรียนรู้ด้วยวิธีการเชื่อมโยงหลายศาสตร์วิชาเพื่อใช้ในการพัฒนาหุ่นยนต์เช่นหลักการของอิเล็กทรอนิกส์ การใช้หลักการควบคุมฮาร์ดแวร์พื้นฐานด้วยการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตคนเรา ทั้งด้านการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ การศึกษา และอื่น ๆ การประมวลผลจึงเกิดขึ้นตลอดเวลา เช่น มือถือสมาร์ทโฟน ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ฉะนั้นการเข้าใจหรือการเลือกใช้เทคโนโลยีเหล่านี้จำเป็นต้องมีทักษะการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยความคิดเชิงประมวลผลเป็นสิ่งสำคัญเป็นการใช้หลักการของตรรกะ กระบวนการอัลกอริทึมเพื่อเพิ่มศักยภาพและความสามารถให้กับผู้เรียน ปัจจุบันจึงได้มีหลายวิธีที่นำมาสนับสนุนหรือเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อก่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลเช่น การใช้โลกเสมือน การใช้ประยุกต์กับสิ่งรอบตัวดังเช่นมือถือและการปฏิบัติงานหรือถ่ายทอดความรู้ผ่านการควบคุมหุ่นยนต์ วิธีการเหล่านี้ได้ถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรในระดับการศึกษาขั้นต่าง ๆ จนถือว่าเป็นทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

Zhang, Gao, Zou, and Bao (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบูรณาการโดยนำรูปแบบที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อช่วยเพิ่มทักษะให้กับผู้เรียน โดยเริ่มจากครูต้องใช้เวลาในการเตรียมการสอน สภาพแวดล้อมหรือทรัพยากรเพื่อเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนนั้นนำทักษะมาใช้วิธีการสอนโดยให้ผู้สอนได้กำหนดโจทย์หรือปัญหาขนาดใหญ่แล้วทำการแยกย่อยออกทีละส่วน ผู้เรียนแก้ปัญหาจากขนาดเล็กผ่านสื่อเทคโนโลยีบนระบบเครือข่าย เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนระหว่างผู้เรียนลำดับต่อมาครูจะเสนอบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือดึงดูดใจกับเนื้อหาได้อย่างมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประสิทธิภาพ ครูสามารถติดตามผลของผู้เรียนผ่านระบบเครือข่ายผ่าน สุดท้ายครูสามารถตรวจสอบประเมินผู้เรียนหรือให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดผ่านระบบเว็บ 2.0 ได้

Atmatzidou and Demetriadis (2014) นำเสนอเกี่ยวกับการนำไปใช้และประเมินในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลสำหรับผู้เรียนผ่านกิจกรรมหุ่นยนต์ โดยโฟกัสไปที่ความรู้พื้นฐานของความคิดเชิงประมวลผลคือ การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) การนำไปใช้ได้หลากหลาย (Generalization) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) การสร้างความเฉพาะ (Modularity) การแยกแยะองค์ประกอบหรือปัญหา (Decomposition) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) ต่อมาวัดผลก่อนเรียน-หลังเรียน และการสัมภาษณ์ ผลลัพธ์จากการเรียนรู้ที่ได้จากหลักการความคิดเชิงประมวลผล และการนำมาผสมผสานกับกิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยการเรียนรู้ผ่านหุ่นยนต์ได้ หุ่นยนต์เป็นเครื่องมือที่มาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสามารถพัฒนาความคิดด้านต่าง ๆ และทักษะในการแก้ไขปัญหา สามารถช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ การทำงานสามารถเรียนรู้ได้ทั้งแบบเดี่ยวหรือสามารถฝึกการทำงานเป็นทีมได้ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจ เพิ่มการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมการเรียนรู้ขั้นสูงในโดเมนของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนจะทำการแบ่งกลุ่มผู้เรียน แล้วอธิบายกิจกรรมตามใบงาน โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์และโฟกัสตามหลักการของการคิดเชิงประมวลผล แล้วนำมาใช้ในกิจกรรมหุ่นยนต์ โดยแบ่งออกเป็นส่วนของการฝึกฝน และส่วนของอุปสรรคที่ใช้ในการทดสอบ โดยอุปกรณ์ที่ใช้คือ หุ่นยนต์รุ่น Lego NXT-G ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนและทำการทดลองแก้ปัญหาตามเงื่อนไขต่าง ๆ และมีการแข่งขันกันระหว่างทีม เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ การประเมิน เครื่องมือในการประเมินจะโฟกัส 5 ส่วน คือ (1) การพัฒนาด้วยหลักการคิดเชิงประมวลผล (2) ทักษะการแก้ปัญหา (3) พื้นฐานหลักการเขียนโปรแกรม (4) การเรียนรู้แบบร่วมมือ และ (5) เครื่องมือทางหุ่นยนต์ โดยการประเมินความพึงพอใช้ใช้เกณฑ์ตาม Likert Scale ผลลัพธ์ที่ได้จากกิจกรรมหุ่นยนต์ผ่านกระบวนการคิดเชิงประมวลผลในการนำมาใช้แก้ปัญหา เริ่มต้นอาจจะเกิดความยากเพื่อผู้เรียนยังไม่เข้าในรูปแบบ หลังจากนั้นจะเริ่มพัฒนาทีละขั้นตอนจากง่ายไปยากเพื่อให้เกิดความเข้าใจ หลังจากที่ทำแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจพบว่า ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับดีและมีความพึงพอใจในระดับดี ผู้เรียนสามารถประยุกต์หรือจำหลักการความคิดเชิงประมวลผลได้ ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือในการทำงานเป็นทีม แต่อย่างไรก็ตามต้องเพิ่มสถานการณ์จากปัญหาจริงเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและแก้ปัญหาได้มากกว่านี้ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดเชิงประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมทุกปัญหาต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Swaid (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับนำเสนอเกี่ยวกับโปรเจ็คที่ชื่อว่า HBCU-UP II ซึ่งเป็นการนำความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลมาใช้ในหลักสูตรที่บูรณาการด้วย STEM และนำเสนอกรอบแนวคิด การนำไปใช้และผลลัพธ์ที่ได้ โครงการนี้กำลังได้รับแรงสนับสนุนให้เผยแพร่ในหลักสูตรทุกมหาวิทยาลัยในระดับสากล และผู้วิจัยมีความสนใจในการประยุกต์ความคิดนี้กับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) การจัดคอร์สการเรียนการสอน เริ่มแรกจะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลเน้นที่การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ร่วมกับวิชาอื่นเช่น ชีววิทยา การตลาด ต่อมาจะเน้นที่วิชาที่พัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรม โดยมีเกณฑ์ที่ว่าต้องเป็นภาษาที่เขียนง่าย เครื่องมือหรือแหล่งหาความรู้สามารถหาได้บนระบบออนไลน์ และต้องออกแบบหลักสูตรให้ตรงตามองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล การนำความคิดเชิงประมวลผลนั้นมาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM) ไม่ว่าจะเป็นโครงการ ระดับรายวิชา ระดับหลักสูตร ระดับคณะ มีความจำเป็นมาก เพื่อส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจข้อมูลที่มากมาย สามารถนำมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

Lee et al. (2014) นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลให้กับผู้เรียนที่มีอายุต่ำกว่า 10 ปี กลยุทธ์ที่ใช้ให้การจูงใจหรือดึงดูดคือการใช้เกม โดยข้อดีของการใช้เกมนั้นคือสามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้แบบไม่จำกัดอายุ ทำให้สนุกสนานในการเรียน โดยผู้เรียนระดับเด็กเล็กอาจจะเริ่มด้วยเกมแก้ปัญหาแบบปริศนา (Puzzle) ง่าย ๆ บนกระดาษ ต่อมาจึงพัฒนาเป็นเกมที่เล่นบนคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะง่าย ๆ ด้วยกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดแบบอัลกอริทึม งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลที่ไม่ได้เกิดจากการเขียนโปรแกรม แต่จะสอนกระบวนการทำให้เด็กสนใจในการเรียนด้วยระบบที่เรียกว่า CTArcade โดยเริ่มจากเกม Tic-Tac-Toe แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาแนวทางเข้าใจหลักการคิดของตัวอย่างเกมนี้ ในการสร้างเกมนั้นเป็นสิ่งที่ได้รับความนิยมในแวดวงการศึกษา Papert ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับการให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมายเรียกว่า Constructionism ปัจจุบันนี้ได้มีองค์กรทางการศึกษาสร้างโปรแกรมไว้สำหรับให้ผู้เรียนพัฒนาเกมโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม เพื่อให้เข้าใจ และเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างเกมหรือเงื่อนไขต่าง ๆ อย่างง่าย เช่น โปรแกรม Storytelling Alice , Scratch, AlgoArena, RoboCode เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมมาก งานวิจัยนี้ได้มีลำดับ 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) นำเสนอวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลด้วยการเล่นเกม (2) ให้ผู้เรียนสาธิตระบบ CTArcade ด้วยเกม Tic-Tac-Toe และใช้โครงสร้างการเรียนรู้แบบ Scaffold และ (3) เก็บข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ของผู้เรียนแล้วนำผลมาเปรียบเทียบกันระหว่างการคิดบนคอมพิวเตอร์และการเล่นเกมบนกระดาษ ผลลัพธ์ที่ได้คือกระบวนการที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลขึ้นอยู่กับวิธีการและการออกแบบการเรียนรู้หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียน

Moreno-León and Robles (2015) ได้นำเสนอ รูปแบบการประเมินผลที่เรียกว่า Dr.Scratch ซึ่งเป็นระบบประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลแบบระบบอัตโนมัติผ่านโปรแกรม Scratch โดยระบบ Dr.Scratch นั้นจะทำการตรวจสอบการประมวลผลของโครงงานที่สร้างจากโปรแกรม Scratch โดยในงานวิจัยนี้ตรวจสอบมากกว่า 100 โครงงาน เพื่อวัดและประเมินผลโครงงานนี้ว่าครบตามองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล โปรแกรม Scratch เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมมาก เพราะสามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และมีขั้นตอนที่หลากหลาย เรียนรู้พื้นฐานของการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น มีงานวิจัยหลายแห่งได้ออกมายืนยันว่าการเขียนโปรแกรมนั้นเป็นทักษะที่สำคัญสามารถนำไปแก้ปัญหาและพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ นอกจากเครื่องมือ Dr.Scratch แล้วยังมีเครื่องมือที่ชื่อว่า Hairball เป็นลักษณะการวิเคราะห์แบบ Static Code สามารถตรวจสอบความผิดพลาดของโครงงานสร้างจาก Scratch ได้ ส่วนโปรแกรม Dr.Scratch เป็นโอเพนซอร์สเครื่องมือบนเว็บ มีความสามารถคล้ายกับ Hairball แต่สามารถวิเคราะห์ออกมาเป็นคะแนนในเทอมของตามลักษณะองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลแต่ก็มีข้อจำกัดใหญ่คือ ไม่สามารถวิเคราะห์โค้ดในลักษณะเชิงลึกได้ เช่น ความสามารถในการ Debugging หรือ Remixing แต่ถึงอย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดและการเขียนโปรแกรมเพิ่มขึ้น ผู้สอนสามารถใช้เครื่องมือในการประเมินความสามารถของผู้เรียนแต่วิธีการนี้ก็ไม่ได้สามารถแทนที่การประเมินชิ้นงานการทำงานใหญ่ ๆ ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Kalelioglu (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการสอนการเขียนโปรแกรม การกำหนดพื้นฐานวิธีการคิดก่อนการเรียน การสอนความคิดพื้นฐานด้านการวิเคราะห์ปัญหา การให้เหตุผลแบบตรรกะ การทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยถ้าไม่เข้าใจตรรกะและความคิดแบบอัลกอริทึม การเขียนโปรแกรมจะทำได้ยาก เพราะการทำงานจะมองเป็นระบบเป็นขั้นตอน ปัจจุบันได้มีตัวช่วยในการเขียนหรือพัฒนาโปรแกรมโดยการใช้รูปแบบของ Block Coding เพื่อให้ง่ายและสะดวก ตัวอย่างโปรแกรมนี้ก็มี Scratch, Alice Blockly และ Kodu ทั้งหมดนี้เป็นการทำกิจกรรมที่ต้องติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่มีอีกรูปแบบหนึ่งที่ทำกิจกรรมบนระบบออนไลน์คือ Code.org ซึ่งผลิตมาตั้งแต่ปี 2013 ในเว็บไซต์นี้รองรับ 34 ภาษา สามารถทำให้ผู้เรียนผลิตเกมได้ด้วยตัวเอง โดยสามารถใช้คำสั่งได้เหมือนการเขียนโปรแกรม เช่น if

condition, Variables , Loops และ Functions. การใช้ Code.org ในการเรียนการสอนนั้นสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล ทักษะการแก้ปัญหาและการเขียนโปรแกรมได้ การทดลองงานวิจัย ได้มีผู้เข้าร่วมประมาณ 32 โรงเรียน เป็นเด็กปี 4 เรียนหมวดวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยมีผู้หญิง 17 คน ผู้ชาย 15 คน โดยให้เรียนสัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง แต่ละสัปดาห์จะให้โจทย์การแก้ปัญหาไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับความยากง่าย โดยแต่ละสัปดาห์นั้นจะมีการติดตามผลโดยแสดงเป็นถ้วยรางวัลเป็นสีทอง สีบรอนซ์ สีเงินตามลำดับ ทักษะการเขียนโปรแกรมนั้นเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยทักษะนี้สามารถนำไปใช้ในหลากสาขาวิชา ผู้สอนออกแบบวิธีการสอนได้หลายรูปแบบ หนึ่งในนั้นคือการใช้ Code.org เป็นเครื่องมือบนระบบออนไลน์ สามารถกำหนดกิจกรรมระหว่างผู้เรียนและผู้สอน สามารถสร้างเป็นห้องเรียนออนไลน์ รูปแบบของการเขียนโปรแกรมจะเป็น Block Coding ทำให้ง่ายต่อการพัฒนาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตัวโปรแกรมนี้สามารถดึงดูดให้ผู้เรียนมีความสนใจ และสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Giordano and Maiorana (2015) ได้วิจัยเกี่ยวกับการเสริมสร้างความเข้าใจในการออกแบบอัลกอริทึม โดยเปรียบเทียบวิธีการออกแบบอัลกอริทึมออกเป็น 3 แบบ คือ Flowchart, Textual languageและ Visual Programming (Scratch) ซึ่งการใช้วิธีนี้จะใช้กิจกรรมในการแก้ปัญหาเพื่อต้องการเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธี ปัจจุบันได้มีหลายองค์กรที่ช่วยพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมอย่างเช่นในฝั่งยุโรปจะใช้โปรแกรมที่มีชื่อว่า CoderDojo ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเป็นเกม หรือสอนหลักการเขียนโปรแกรม ในผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้นี้ประกอบด้วย (1) ข้อมูลสารสนเทศที่เน้นการเขียนโปรแกรม (2) ข้อมูลเทคโนโลยีที่เน้นสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ (3) อิเล็กทรอนิกส์ ที่เน้นส่วนประกอบหรือการติดตั้งระบบอิเล็กทรอนิกส์ (4) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และ (5) การเรียนเกี่ยวกับมนุษยศาสตร์ เช่น ภาษา และประวัติศาสตร์ วิธีการสร้างอัลกอริทึมมีหลายรูปแบบ จำเป็นต้องกำหนดบริบทของสิ่งที่จะทำ วิธีการออกแบบการเรียนการสอน เนื้อหาที่ต้องการถ่ายทอด และเทคโนโลยีที่ต้องใช้ โดยผลจากการวิจัยปรากฏว่า ทั้ง Visual Programming และ Flowchart ต่างเหมาะที่จะออกแบบอัลกอริทึม เพราะมีข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมน้อยที่สุด แต่การเขียนโปรแกรมด้วย Textual language สามารถทำได้หลากหลายกว่าและสามารถประยุกต์กับการใช้งานที่ซับซ้อนได้แต่มีข้อจำกัดเนื่องจากเป็นข้อความต้องใช้หลักการโครงสร้างภาษาเขียนโปรแกรม

Bower, Lister, Mason, Highfield, and Wood (2015) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลของครูผู้สอนจากสถาบันต่าง ๆ ในประเทศออสเตรเลีย โดย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระบบการศึกษาของออสเตรเลียได้นำเอาเทคโนโลยีไปช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกโรงเรียนและสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและสามารถนำความคิดนี้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ต่อมาได้ทำการสำรวจความคิดเห็นกับครูผู้สอนจำนวน 221 คน เกี่ยวกับความเข้าใจความคิดเชิงประมวลผลในเรื่องหลักการออกแบบการสอนและเทคโนโลยี และมีความมั่นใจที่สามารถนำทักษะนี้ไปใช้ได้ โดยจำแนกผลการสำรวจและข้อคำถามได้ดังนี้ คำถามที่ 1 คือ อะไรคือความคิดเชิงประมวลผลที่คุณเข้าใจ จากการตอบของครูผู้สอนจำนวน 294 คนพบว่า 76 คน (ร้อยละ 25.8) คิดว่าเป็นทักษะในการแก้ปัญหา รองลงมา 60 คน (ร้อยละ 20.4) คิดว่าเป็นทักษะการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้คำถามที่ 2 คือ กลยุทธ์การสอนอะไรที่จะเอาทักษะความคิดเชิงประมวลผลมาพัฒนาผู้เรียนให้เกิดศักยภาพจากการตอบของครูผู้สอน จำนวน 273 คน พบว่า 39 คน (ร้อยละ 14.3) คิดว่าเป็นงานหรือกิจกรรมที่สร้างมาให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามที่ได้ออกแบบงานไว้ รองลงมา 35 คน (ร้อยละ 12.8) คิดว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีในการเสริมความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล คำถามที่ 3 จะมีวิธีใดที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลจากการตอบของครูผู้สอน จำนวน 199 คน พบว่า 36 คน (ร้อยละ 18.1) คิดว่าต้องสอนการเขียนโปรแกรมในการแก้ปัญหานั้น รองลงมา 22 คน (ร้อยละ 11.1) คิดว่าเป็นการนำการวิธีการสร้างหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนการสอน จากการสำรวจความมั่นใจของผู้สอน จากจำนวนครู 140 คนที่ได้ตอบคำถามพบว่าครูผู้สอนหลายคนที่มีความมั่นใจที่จะนำวิธีการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล ด้วยมั่นใจในความสามารถของตัวผู้สอนเอง แต่ก็มีส่วนหนึ่งที่ไม่มั่นใจและไม่มีความเชื่อมั่นที่จะสามารถพัฒนาได้จริง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ครูผู้สอนหลายคนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีการสร้างความสามารถนี้ให้ผู้เรียน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน ตัวชี้วัดนี้จะนำไปเป็นข้อมูลเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มาช่วยครูผู้สอนในการออกแบบการสอน ทรัพยากรที่ต้องใช้ และกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ รวมไปจนถึงการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สอนในการนำความคิดเชิงประมวลผลไปใช้สอนด้วย

Lye and Koh (2014) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมหลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้ความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล การเขียนโปรแกรมถือเป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่ทำให้เกิดความสามารถนี้โดยการนำหลักการส่งเสริมความคิดนามธรรม (Abstraction) และการแยะแยะปัญหาออกเป็นย่อย ๆ (Decomposition) การนำหลักการของความสามารถนี้มาประยุกต์ใช้กับหลายสาขาวิชา และความคิดเชิงประมวลผลนี้ได้รับการยอมรับและเป็นสิ่งที่จำเป็นในศตวรรษ โดยความสามารถในการคิดนี้ถูกแบ่งออกเป็นสามมุมมองคือ หลักการความคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เชิงประมวลผล การปฏิบัติ และมุมมองของความคิดนี้ หลายปีที่ผ่านมามีนักวิจัยและนักการศึกษาได้ทำวิจัยเกี่ยวกับวิธีการที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลนี้ให้เหมาะกับบริบทของผู้เรียนระดับ K-12 ในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาความคิดนี้ผ่านการเขียนโปรแกรมด้วยการใช้ Visual Programming ในการสร้างเกมหรือเรื่องราวในรูปแบบสื่อดิจิทัล กลยุทธ์ที่นิยมนำมาพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลอยู่บนพื้นฐานของหลักการการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) โดยผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นไปในทิศทางดี สามารถนำมาประยุกต์กับหลักสูตรได้ วิธีการประเมินผลจากบันทึกการสอน ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดและข้อมูลที่ได้คือหลักฐานจากการเรียนเขียนโปรแกรม สองมุมมองที่ช่วยสนับสนุนการเรียนนี้คือ Constructionist-Based และ Problem-Solving Learning Environment การเรียนรู้แก้ปัญหาพร้อมประเมินในสถานการณ์จริง การประมวลผลข้อมูล การใช้รูปแบบความช่วยเหลือ (Scaffolding) และการใช้กิจกรรมสะท้อนคิด (Reflection) ทั้งหมดสามารถนำมาช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่จำเป็นนี้ได้

Dol (2015) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อแอนิเมชันเกี่ยวกับการเขียนผังงาน เพื่อใช้สำหรับพัฒนาอัลกอริทึม โดยตัวสื่อจะเริ่มจากกการอธิบายเกี่ยวกับอัลกอริทึมที่จะช่วยในการทำแอนิเมชันของการเขียนผังงานทีละขั้นตอน สื่อและกิจกรรมนี้นำมาทดลองกับนักศึกษาจำนวน 36 คน โดยถูกนำมาใช้ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมเชิงระบบในระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมศาสตร์ โดยการออกแบบงานวิจัยได้แบบ One group pre-test pots-test design ซึ่งผลที่ได้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่ามากกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนพอใจอย่างมากกับการเรียนด้วยสื่อประเภทนี้ การเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้เป็นการยกระดับการคิดเชิงวิเคราะห์ ซึ่งเป็นความสามารถในภาษาขั้นสูงเป็นภาษาเครื่องได้ และยังสามารถยกระดับทักษะการทำงานในออกแบบการพัฒนาและปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นได้

Buran and Filyukov (2015) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการนำการเขียนผังความคิด (mind mapping)ในการเรียนรู้ภาษาพูด ซึ่งเครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือที่เปรียบเสมือนการจำลองความคิดจากสมองลงสู่กระดาษ โดยออกมาในลักษณะคล้ายแผนที่ แผนภาพที่แตกแขนงออกเหมือนกิ่งไม้และเชื่อมโยงกัน โดยจะใช้ภาพ เส้น สี สัญลักษณ์ และคำสำคัญ มาใช้วาดจากตรงกลางแล้วกระจายความคิดออกไปแทนการเขียนบันทึกด้วยตัวอักษรเรียง ผู้วิจัยพบว่าหลังจากที่ผู้เรียนใช้เครื่องมือผังความคิดแล้วส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น การร่วมกันระดมสมองในการหาไอเดียสร้างสรรค์ใหม่ๆ เพิ่มการจดจำคำศัพท์ใหม่ ๆ เพื่อวิธีการเรียนรู้ ยกระดับการอ่าน และการจัดการและวางแผนงานการนำเสนอ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าเครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับทั้งผู้เรียน ผู้สอนและนักวิจัยโดยสามารถนำไปใช้เพื่อในเกิดประโยชน์ในการเรียนรู้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Kalelioglu et al. (2016) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับกรอบแนวคิดของความคิดเชิงประมวลผล จุดประสงค์เพื่ออธิบายความหมายและกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถนี้ โดยงานวิจัยที่เลือกมาจะดูที่จุดประสงค์การทดลอง กลุ่มประชากร ทฤษฎีพื้นฐาน รูปแบบงานวิจัย ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดนี้จะนำมาสร้างกรอบแนวคิด จำนวนงานวิจัยได้เลือกมาทั้งสิ้น 125 ฉบับจากฐานข้อมูลวิจัย 6 ฐาน เป้าหมายของกลุ่มเป้าหมายนี้จะเป็นผู้เรียนระดับ K-12 บนพื้นฐานของทฤษฎีแนวคิดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานและแนวคิดคอนสตรัคติวิสม์ เป็นต้น ความคิดเชิงประมวลนั้นมีความสำคัญในการเข้าใจและหาวิธีแก้ปัญหา ด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ปัญหา โดย Wing 2006 ได้ให้คำนิยามว่า เป็นทักษะการแก้ปัญหา การออกแบบระบบ การเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นก็มีหน่วยงานใหญ่ให้การสนับสนุน เช่น Google Microsoft รวมถึงองค์กรสำคัญทางการศึกษาคือ ISTE และ CSTA ด้วย จากผลการทบทวนวรรณกรรมแสดงให้เห็นว่าการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลนั้นมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เพราะว่าความจำเป็นที่ต้องเข้าใจเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อชีวิตในยุคดิจิทัล โดยสรุปแล้วประเด็นที่สามารถนำมาถกเถียงกันมีดังนี้ (1) มีวิธีการสอนให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลอย่างไร (2) วิธีการประเมินความสามารถนี้เป็นอย่างไร และ (3) วิธีการประเมินความสามารถนี้กับเหตุการณ์จริงสามารถทำได้อย่างไร ความคิดเชิงประมวลผลเป็นสิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้ เพื่อที่จะรองรับและยกระดับจะต้องลองแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยการนำพื้นฐานการคิดนี้มาช่วยให้การแก้ปัญหานั้นง่ายขึ้น การเน้นเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลนี้จึงมีความสำคัญ ถึงแม้ว่ายังไม่มีรูปแบบการสอนที่ชัดเจน แต่ผู้สอนแต่ละคนได้พัฒนาวิธีการสอนและการประเมินความสามารถนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนเกี่ยวกับผลลัพธ์จากการเรียนรู้ยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.8 บทสรุป

ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) หมายถึงความสามารถในการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงานทางเทคโนโลยีผ่านระบบประมวลผลตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ โดยวิธีการจะเริ่มจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ โครงสร้างพฤติกรรม ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง สภาพแวดล้อมของสิ่งที่ต้องการนั้นบนพื้นฐานการคิดที่เป็นระบบ การศึกษาสิ่งเหล่านั้นจำเป็นต้องให้เข้าใจและลึกซึ้งแล้วกำหนดแนวทาง วิธีการในการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงานให้ได้ตามเป้าหมายด้วยระบบประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ได้ซึ่งองค์ประกอบของความคิดนี้ประกอบด้วย (1) การแยกแยะ

องค์ประกอบ (Decomposition) คือ ความสามารถในการวิเคราะห์แยกแยะคุณสมบัติทางกายภาพขององค์ประกอบของวัตถุต่าง ๆ (2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่ม รูปแบบหรือการสร้างกฎ เงื่อนไข เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (3) การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการสังเกต การหาความสัมพันธ์ การอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎี และการเลือกคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นต่างจากกลุ่มอื่น ๆ หรือการหาวิธีการ/รูปแบบที่ดีหรือเหมาะสมที่สุดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ตามต้องการ และ (4) อัลกอริทึม (Algorithm) คือความสามารถในการนำความคิดรวบยอด มาพัฒนาเป็นกระบวนการเป็นลำดับขั้นตอน สะท้อนออกมาเป็นแบบแผนหรือผังงานอย่างเป็นระบบเพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาบนระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้ การประเมินความคิดเชิงประมวลผลแต่ละองค์ประกอบนี้ใช้แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบประเมินตนเอง และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างขั้นตอนการเรียน แล้วรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียน นำมาวิเคราะห์ผลทางการเรียนจากแต่ละองค์ประกอบที่ได้ เพื่อหาแนวทางการพัฒนาความสามารถให้สูงขึ้น และกระบวนการสุดท้ายเป็นการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสามารถตรวจสอบว่าบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ในปัจจุบันความคิดเชิงประมวลผลเป็นความสามารถที่จำเป็นอย่างมากในยุคเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิต การฝึกความคิดเชิงประมวลผลให้เข้าใจกระบวนการของระบบบนพื้นฐานการคิดคำนวณของคอมพิวเตอร์ สามารถนำความสามารถของการคิดเชิงประมวลผลมาพัฒนาระบบเพื่อช่วยในข้อจำกัดของมนุษย์ เช่น การแก้ปัญหาด้วยระบบประมวลผล การพัฒนาระบบอัตโนมัติ การจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ที่มนุษย์ต้องใช้ระยะเวลานานในการจัดการข้อมูล จากงานวิจัยนั้นได้แสดงวิธีการออกแบบการสอน การออกแบบกลยุทธ์การสอน และเครื่องมือที่ใช้ นำมาประกอบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดความสามารถด้านนี้ เช่น Scratch, Lego, Code.org, Game, Software Simulation และเว็บไซต์ต่าง ๆ มีทั้งอยู่บนระบบคลาวด์และแบบติดตั้งไว้ที่เครื่อง ซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่ไม่มีค่าใช้จ่าย สื่อทั้งหมดนี้จะเอามาประกอบการเรียนการสอน เช่น ฝึกให้ผู้เรียนสร้างเกมหรือออกแบบการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ การฝึกให้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลอง ตลอดจนเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ออกแบบมาในห้องเรียนจะจัดสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับของจริง ฝึกฝนด้วยการปฏิบัติและการลงมือทำ นอกจากนั้นการทำงานยังฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted Learning)

2.1 ความหมายของเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

เพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted) เป็นเทคนิคการเรียนที่เริ่มเป็นครั้งแรกในยุคของการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมในประเทศอังกฤษ จากบันทึกของ Quintilian ในหนังสือ Murphy and Wiese (2015) ได้กล่าวถึงแนวคิดนี้ว่า เป็นการเรียนที่จัดให้ผู้ที่อ่อนวัยกว่า เรียนบทเรียนจากผู้เรียนรุ่นพี่ และต่อมาในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมของประเทศอังกฤษ ในตอนปลายศตวรรษที่ 18 เกิดสภาวะการขนาดแคลนผู้สอน เนื่องจากในห้องเรียนห้องหนึ่ง ๆ มีผู้เรียนเป็นร้อยต่อผู้สอนหนึ่งคน หนังสือเรียน วัสดุอุปกรณ์มีจำกัด จึงได้จัดทีมฝึกผู้เรียนที่มีอายุสูงกว่า ไปช่วยสอนและฝึกผู้เรียนที่มีอายุน้อยกว่า (Lancaster, cited in Paolitto, 1976) และเนื่องจากเขาเห็นว่าการให้เพื่อนช่วยมีประโยชน์ในด้านวิชาการต่อผู้เรียนทั้งสองฝ่าย อีกทั้งวิธีการเรียนการสอนเช่นนี้ เป็นลักษณะหนึ่งของการปกครองระบบประชาธิปไตยอย่างแท้จริง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นมา เทคนิคการสอนโดยเพื่อนช่วยเพื่อนถูกพัฒนาและนำมาปรับใช้ในลักษณะที่แตกต่างกันไปตามจุดมุ่งหมายและวิธีการ (ศิวนิต อรรถวุฒิกุล, 2551)

การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นเทคนิคในการจัดกิจกรรมจัดการความรู้ก่อนลงมือ ทำกิจกรรม การนำกลุ่มคนมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมมือกัน โดยผู้ที่มีความสามารถสูงกว่าเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ที่มีความสามารถต่ำกว่า วิธีการเรียนรู้ โดยเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted) ถูกพัฒนาและนำมาปรับใช้ในลักษณะที่แตกต่างกันไปตามจุดมุ่งหมายและวิธีการ นอกจากคำที่ใช้เรียกแนวคิดนี้ว่า เพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted) แล้วยังมีคำเรียกที่มีความหมายคล้ายกันคือ เพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Tutoring) การเรียนรู้โดยกลุ่มเพื่อน (Peer Learning) หรือการเรียนรู้ร่วมกัน (Peer Collaboration) โดยเรียกเพื่อนผู้ให้การช่วยเหลือว่า เพื่อนผู้ช่วย (Peer Helper) บางครั้งเรียกว่าเพื่อนผู้เอื้ออำนวย (Peer facilitator) หรือเพื่อนผู้ให้การปรึกษา (Peer Counselor) ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Hendrickson, Strain, Tremblay, and Shores (1982) ได้ให้คำจำกัดความของเทคนิคสอนแบบใช้เพื่อนช่วยเพื่อนว่า เป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียน จัดการ และทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือต่างชั้นเรียน ที่เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย ให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกันและมีปฏิสัมพันธ์กัน ได้ใช้ภาษาในการสื่อสารเพื่อเจรจาหาความหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และช่วยจัดกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

Maheady (1998) กล่าวถึง วิธีสอนแบบใช้เพื่อนช่วยเพื่อนว่า เป็นอีกวิธีหนึ่ง ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความรู้ความสามารถทางวิชาการแก่ผู้เรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่มีการจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาท และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และส่งผลให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน

Topping and Ehly (2001) ให้คำจำกัดความของกลวิธีการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนว่า เพื่อนช่วยเพื่อน หมายถึง การจัดกิจกรรมการสอนเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะ โดยการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้นที่ได้จากการจับคู่กัน โดยผู้เรียนทั้งคู่ช่วยเหลือกันเรียน และได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันโดยลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการรับบทบาทเป็นผู้เรียนอย่างเป็นระบบ รวมถึงมีการฝึกหัดผู้เรียนผู้สอนให้ทำหน้าที่ของตนอย่างมีประสิทธิภาพ และกลวิธีการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนนี้ยังเป็นการสอนที่มีการผสมผสานระหว่างการฝึกฝนที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนภายในชั้นเรียนที่มีความหลากหลายของผู้เรียน กล่าวคือเป็นชั้นเรียนที่ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันและผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ

Genuis and Genuis (2005) กล่าวว่า เพื่อนช่วยเพื่อนเป็นการจัดความช่วยเหลือแบบพบหน้ากัน เป็นแบบแนวระนาบไม่ใช้แนวดิ่งจากข้างบนลงล่าง เป็นการถ่ายโอนข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์ ที่เป็นการยากที่จะเขียนออกมาเป็นตัวอักษร เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง จากทีมหนึ่งไปยังอีกทีมหนึ่ง และจากความสำเร็จของโครงการที่ผ่านมาเพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีสำหรับโครงการใหม่ ๆ

วิจารณ์ พานิช (2548) กล่าวว่า เพื่อนช่วยเพื่อน คือ การเรียนรู้จากกัลยาณมิตร อาจเป็นเพื่อนร่วมงานในหน่วยงานเดียวกัน หรือเป็นคนที่อยู่ในหน่วยงานอื่นก็ได้ จะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อนช่วยตรวจสอบ และเพื่อนร่วมแลกเปลี่ยนวิธีการทำงาน ส่งเสริมให้มีทักษะในการเรียนรู้เป็นทีม (Team Learning) เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นก่อนจะเริ่มลงมือทำเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ตามหัวข้อที่กำหนด โดยหาข้อมูลความรู้ ว่าเรื่องนั้น ๆ มีใคร ที่ไหน หน่วยงานใด ที่ทำได้ผลดีมาก แล้วไปขอความรู้จากเพื่อน ไปเรียนรู้จากเพื่อน โดยวิธีไปดูงาน โทรศัพท์หรืออีเมลไปถาม เชิญมาบรรยาย หรือวิธีอื่น ๆ ก็ได้ เอามาปรับใช้กับงานของตนแล้วพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น นั่นคือ การเรียนลัดแล้วต่อยอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศิวนิต อรรถวฒิกุล (2551) ได้สรุปความหมายของเพื่อนช่วยเพื่อนว่า เป็นเทคนิคที่นำกลุ่มคนมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา ประเด็นที่ต้องการความช่วยเหลือ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมมือกันทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นคู่หรือเป็นกลุ่มย่อย ถ่ายทอดความรู้ให้แก่เพื่อนร่วมชั้นหรือเพื่อนต่างชั้นเรียน โดยผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่าจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ ผู้สอนทำหน้าที่เพียงให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและสนับสนุนการเรียนการสอน และเพื่อนช่วยเพื่อนยังจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ก่อนลงมือปฏิบัติจริง โดยผ่านประสบการณ์ของผู้อื่น และไม่ทำผิดพลาดซ้ำในเรื่องที่เคยมีผู้ทำผิดพลาด และจะรู้ได้ว่าใครรู้อะไรเพื่อขอความช่วยเหลือในสิ่งที่เราอาจไม่เคยได้รู้มาก่อน จะช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ธนพล ลิ่มอรุณ (2554) ได้สรุปความหมายของเพื่อนช่วยเพื่อน ว่าเป็นเทคนิคที่ให้บุคคลสองคนมาร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นคู่หรือเป็นกลุ่มย่อยถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้ร่วมชั้นเรียนหรือต่างชั้นเรียนโดยให้ผู้ที่มีความสามารถและความชำนาญสูงกว่าเป็นผู้ให้ความร่วมมือแก่ผู้มีความสามารถและความชำนาญต่ำกว่า ช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนติที่ดีในการเรียน ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ฉัตรชัย ไชยวุฒิ (2552) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน หมายถึง การสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน กิจกรรมอย่างหนึ่งที่จัดให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือเกื้อกูลกันอยู่เสมอ คือ เพื่อนช่วยเพื่อนในลักษณะ เก่งช่วยอ่อน ซึ่งเป็นวิธีการที่ผู้เรียนให้ความสนใจมาก คนเก่งจะจัดกระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถของผู้เรียน โดยเฉพาะวิชาการด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด วางแผน ปฏิบัติ และประเมินผล ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ ได้พิจารณา และค้นพบความรู้ ความสามารถของตนเองให้ผู้เรียนมองเห็นภาพลักษณ์แห่งตน ตัวตนในอุดมคติและการเห็นคุณค่าตนเอง สิ่งเหล่านี้จะช่วยหล่อหลอมให้ผู้เรียน รักและมีความพร้อมที่จะเรียน มีความสุขในการเรียนรู้ และร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา (2557) เทคนิคในการนำกลุ่มคนมาร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยน เรียนรู้สาระความรู้ ประสบการณ์ ที่ตรงกับประเด็น ปัญหา โครงการหรือกิจกรรมที่เพื่อนร่วมเรียนรู้ ต้องการโดยเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ความช่วยเหลือ ความคิดเห็น และมุมมองต่าง ๆ จากเพื่อน ผู้เชี่ยวชาญ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ และทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นเทคนิคที่นำเอากลุ่มคนมาแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา ประเด็นที่ต้องการขอความช่วยเหลือ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยให้เพื่อนช่วยเหลือ ช่วยกันตรวจสอบหรือแลกเปลี่ยนความรู้ วิธีการทำงานหรือเรียนรู้เป็นทีม การช่วยกันเรียนรู้ก่อนลงมือ ปฏิบัติจริง (Learning before Doing) เรียนรู้เทคนิควิธีการต่าง ๆ โดยผ่านประสบการณ์ผู้อื่น ไม่ทำผิดพลาดซ้ำในสิ่งที่เคยมีผู้ทำผิดพลาด และนำมาปรับใช้ แล้วพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น และทั้งนี้ยังเป็นวิธีการสอนที่จะช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียน ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และช่วยส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดี เพิ่มพูนทักษะทางสังคมอีกด้วย

2.2 วัตถุประสงค์ของการเรียนด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

การเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนในด้านการศึกษาได้นำมาออกแบบลักษณะกิจกรรมการเรียนที่ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ให้กำลังใจ คำชม การยอมรับจากกลุ่มเพื่อน โดยมุ่งเน้นให้เพื่อนทำหน้าที่เสริมแรงซึ่งกันและกัน เปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วม ช่วยเหลือกัน โดยมีวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนโดยสรุปดังนี้ (ศิวนิต อรรถวฒิกุล, 2551; เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา, 2557)

1. เพื่อให้การเรียนการสอนมีลักษณะที่เป็นการสื่อสารมากกว่าการสอนแบบเดิม เนื่องจากบรรยากาศในการเรียนที่มีความเป็นกันเองจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาในการสื่อสารได้อย่างทั่วถึง

2. เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในหลายสถานะ แทนที่ผู้เรียนจะเรียนรู้จากผู้สอนคนเดียวก็จะได้เรียนรู้จากเพื่อน บางครั้งการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกันจะทำให้เกิดความเข้าใจได้ดีกว่าการเรียนรู้จากผู้สอนเสียอีก เพราะภาษาที่ผู้เรียนได้สื่อสารนั้น สื่อความเข้าใจได้ดีและเหมาะสมกว่าผู้สอน เนื่องจากวัยของผู้เรียนใกล้เคียงกันมากกว่าผู้สอน

3. เพื่อสร้างแรงจูงใจและทัศนคติในการเรียน จากการสนทนากับเพื่อนในวัยเดียวกัน อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้น เพราะใช้ภาษาระดับเดียวกันและมีปัญหาในการเรียนที่คล้ายคลึงกัน เมื่อผู้เรียนกล้าที่จะซักถามก็จะเกิดความมั่นใจว่าตนเองเข้าใจบทเรียนได้อย่างแน่นอน ในขณะเดียวกันผู้เรียนจะรู้สึกภาคภูมิใจ และรู้สึกว่าประสบความสำเร็จในการเรียน ด้วยสาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้ ผู้เรียนจึงเกิดความสนใจที่จะเรียนมากขึ้น อันนำมาสู่ทัศนคติที่ดีในการเรียนในที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้แม่นยำยิ่งขึ้น ผู้สอนจะได้ทบทวนบทเรียนอีกครั้งหนึ่งในขณะทำการสอน ส่วนผู้เรียนก็ได้รับประโยชน์โดยตรงจากผู้เรียนผู้สอน เท่ากับว่ามีแหล่งข้อมูลที่สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับได้ทันที โดยเฉพาะในลักษณะของการสอนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

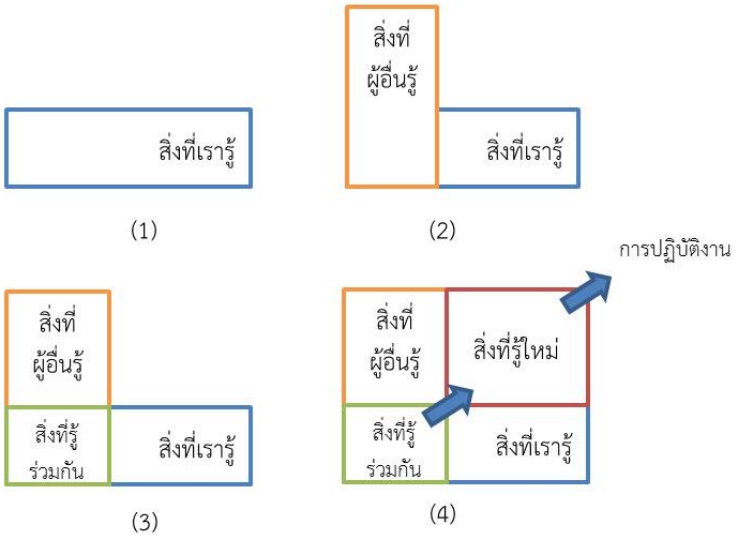
5. เพื่อเป็นการแบ่งเบาภาระของผู้สอน แทนที่ผู้สอนจะต้องสอนและฝึกผู้เรียนทุกคนในชั้น ก็เป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา คอยสังเกตและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยทำให้บรรยากาศการสอนดำเนินไปด้วยดียิ่งขึ้น ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเข้าถึงผู้เรียนส่วนใหญ่มากยิ่งขึ้น

6. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานเป็นหมู่คณะ ให้รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และทำงานอย่างมีระเบียบวินัย นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าของการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

7. เพื่อให้การเรียนการสอนมีลักษณะเป็นการสื่อสารมากขึ้น ลักษณะดังกล่าวจะทำให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนมีมากขึ้น เนื่องจากบรรยากาศในชั้นเรียนจะมีความเป็นกันเอง

การเรียนรู้ด้วยแนวคิดการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนนั้นจะเป็นกลไกการเรียนรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรมผ่านประสบการณ์ผู้อื่น เพื่อให้รู้ว่าใครรู้อะไร และไม่ทำผิดพลาดซ้ำในสิ่งที่เคยมีผู้ทำผิดพลาด ตลอดจนเรียนลัดวิธีการทำงานต่าง ๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน แนวคิดการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่จะเกิด สิ่งที่รู้ใหม่ ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้ดีที่สุดซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 1 แสดงความรู้จากการแลกเปลี่ยนระหว่างเพื่อน

2.3 คุณสมบัติที่เหมาะสมของเพื่อนในการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

บทบาทของเพื่อนในกลุ่มจำเป็นต้องมีการพูดคุยอภิปราย ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และช่วยส่งเสริมให้สมาชิกมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยแต่ละคนต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะการสื่อสาร การสร้างสัมพันธภาพ เข้าใจความรู้สึก และปัญหาความต้องการของบุคคล เพื่อจะส่งเสริมกำลังใจแก่กันและกันภายในกลุ่มได้เกิดการพัฒนาตนเอง และศักยภาพที่มีอยู่ในตนเอง ดังนั้น คุณสมบัติของเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนนี้ควรประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (Trotzer, 1977 อ้างถึงใน ศิวนิต อรรถวฒิกุล 2551)

1. รู้จักตนเอง (Self-Awareness) หมายถึง รู้ถึงจุดแข็ง จุดอ่อน ความขัดแย้งภายในใจ แรงจูงใจและความต้องการของตน มีความชัดเจนในความตั้งใจและเป้าหมายของตนเอง เห็นถึงคุณค่าของการรู้จักตนเอง

2. มีใจกว้างและมีความยืดหยุ่น (Openness and Flexibility) สามารถที่จะรับความคิดหรือทัศนะต่าง ๆ ของผู้อื่นโดยไม่เอากฎเกณฑ์หรือมาตรฐานของตนไปตัดสินความคิดนั้น ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การเปิดเผยตนเองของสมาชิกเพิ่มมากขึ้น ส่วนความยืดหยุ่นของเพื่อนผู้ให้การ ช่วยเหลือในกลุ่ม เป็นผลของความเชื่อมั่นในตนเองของเพื่อนผู้ให้การช่วยเหลือในกลุ่ม และไวต่อการรู้ถึงความต้องการของสมาชิกในกลุ่ม ลักษณะของความยืดหยุ่นนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถจัดการกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ ได้อย่างเหมาะสมโดยไม่ยึดติดกับแบบแผนที่ตายตัว

3. มองโลกในแง่ดี (Think Positively) มีทัศนะต่อชีวิตและโลกในแง่ดี มองเห็นถึงคุณค่าใน ตัวสมาชิกและตนเอง ช่วยให้เกิดการพัฒนาในสัมพันธภาพของการปรึกษา

4. มีท่าทีที่อบอุ่นและมีความใส่ใจ (Warmth and Caring) หมายถึง ท่าทีที่แสดงถึงความเข้าใจ ยอมรับสมาชิก ท่าทีดังกล่าวอาจแสดงออกได้หลายทาง อาจจะโดยสีหน้า ท่าทาง หรือคำพูดก็ได้ เช่น ท่าทีร่าเริง กระตือรือร้น เอาใจจดจ่อ ยิ้มแย้ม สงบเงียบ หรือเอาจริง เอาจัง เพื่อบอกให้รู้ว่ากำลังให้ความสนใจเขาเต็มที่

5. มีจิตใจมั่นคงและกลมกลืน (Mature and Integrity) รู้สึกมั่นคงพอใจในการที่จะดำเนิน ชีวิตของตนได้อย่างเหมาะสม และสามารถที่จะอยู่ร่วมกับคนอื่นได้อย่างเป็นสุข

6. มีความอดทน (Tolerance) โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่กลุ่มอยู่ในความเงียบ เพื่อนผู้ให้ การช่วยเหลือในกลุ่มที่ดีจะไม่พยายามพูดทำลายความเงียบเพียงเพื่อลดความรู้สึกอึดอัด ใจของตนลงเท่านั้น แต่จะปล่อยให้ความเงียบนี้กดดันให้สมาชิกกลุ่มพูดออกมาเอง

7. มีใจเที่ยงตรง (Objectivity) รับรู้ปัญหาของผู้อื่นเสมือนหนึ่งว่าเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นกับตนเอง แต่ในขณะเดียวกันก็มิได้สูญเสียความเป็นตัวของตัวเอง และสามารถประเมินเหตุการณ์นั้น ๆ ได้อย่างมีเหตุผลและปราศจากอคติใด ๆ

2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา (Social Cognitive Learning Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีของศาสตราจารย์บันดูรา (Bandura, 1986) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford) ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยการสังเกตเป็นกระบวนการทางการรู้คิดหรือพุทธิปัญญา (Cognitive Processes) การเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบ (Observational Learning หรือ Modeling) บันดูรา มีความเห็นว่าทั้งสิ่งแวดล้อม และตัวผู้เรียนมีความสำคัญเท่า ๆ กัน บันดูรากล่าวว่า คนเรามีปฏิสัมพันธ์ (Interact) กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราอยู่เสมอการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมซึ่งมีอิทธิพลต่อกันและกัน คนส่วนใหญ่จะมีพฤติกรรมการเรียนรู้โดยการสังเกต (Observational Learning) หรือการเลียนแบบจากตัวแบบ (Modeling) สำหรับตัวแบบไม่จำเป็นต้องเป็นตัวแบบที่มีชีวิตเท่านั้น แต่อาจจะเป็นตัวสัญลักษณ์ เช่น ตัวแบบที่เห็นในโทรทัศน์หรือภาพยนตร์หรืออาจจะเป็นรูปภาพการ์ตูนหนังสือก็ได้ นอกจากนี้บันดูรายังให้ความสำคัญต่อการรู้คิด เพราะการรับมาซึ่งการเรียนรู้เป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive Processes) การจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่าจับคู่กับผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำกว่า แล้วให้ช่วยกันถ่ายทอดความรู้ให้แก่กัน ได้มีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ และมีการจัดแข่งขันให้รางวัล เพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียน เป็นการกระจายบทบาทการสอนจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน และส่งเสริมในเรื่องกระบวนการกลุ่ม ให้มีทัศนะคติที่ดีต่อการเรียนแบบร่วมมือ (Collaborative Learning) (D. W. Johnson, Johnson, & Stanne, 2000) การเรียนรูปแบบนี้ถูกนำเข้ามา ประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และคุณภาพของ กิจกรรม การเรียนรู้โดยมีวิธีการเน้นการจัด สภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยที่สมาชิกแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแบ่งปันทรัพยากรการ เรียนรู้รวมถึงการให้กำลังใจแก่กันและกัน สมาชิกแต่ละคนต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้และภาระงานของ ตนเอง พร้อมไปกับการมีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่ม และความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคนเช่นกัน ผู้ที่ทำหน้าที่ช่วยเหลือก็จะรู้สึกภูมิใจ รู้สึกว่าตนเองได้รับความสำเร็จในการเรียน เนื่องจากมีโอกาสได้ทำประโยชน์ให้กับเพื่อน ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีในการเรียนอีกด้วย จีเรียง บุญสม, 2543 (อ้างถึงใน เชิดวงศ์ หงส์ศรีจินดา, 2557)

แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

แนวคิดการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน เป็นเทคนิคหนึ่งของพัฒนามาจากทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative or Collaborative Learning) ซึ่งจอร์นสันและจอห์นสัน (Johnson, Johnson, & Stanne, 2000) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่าการเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนการสอนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 2-3 คน ทำงานร่วมกันเพื่อไปสู่เป้าหมายเดียวกันแบบปฏิสัมพันธ์ทางบวกเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของสมาชิกกลุ่มให้มากที่สุด สำหรับความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความพยายามและความสามารถของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มและอีกท่านหนึ่งคืออาลูเซลลีก AbuSeileek (2007) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือไว้ว่า เป็นการเรียนที่จัดสมาชิกกลุ่มเล็ก ๆ แล้วร่วมกันแก้ปัญหาหรือทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ สมาชิกในกลุ่มทุกคนเป็นส่วนสำคัญของกลุ่มที่จะต้องมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานความสำเร็จหรือความล้มเหลวของกลุ่มล้วนเป็นของทุกคนในกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีแนวคิดของนัก

การศึกษาในประเทศอีกหลายท่านที่ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ไว้ เช่น วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545) ที่ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือคือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทั้งทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในการสำเร็จแต่ละกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยคนที่เรียนอ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเท่านั้น หากแต่จะต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม ส่วนทิศนา แขมมณี (2558) กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3–6 คนช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

สรุปการเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเหมือนกับการอยู่ร่วมกันในสังคม การทำงานแบบร่วมมือจะสร้างสัมพันธภาพอันดีต่อกัน เรียนรู้ซึ่งกันและกันและมีการสังเกตสิ่งอยู่รอบรอบตัว การเลียนแบบจากตัวแบบ การถ่ายทอดความคิดและการแสดงออกในกลุ่ม ดังนั้นการเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนแบบร่วมมือสมาชิกจะต้องแสดงพฤติกรรมการให้ความช่วยเหลือร่วมมือกันหลังการมีน้ำใจเมตตากันเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่กัน รู้จักการเกรงใจ ผู้อื่นเอาใจเขามาใส่ใจเรา นอกจากนี้การได้มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกกลุ่มทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนการสอนในวิชาที่เรียนและจะส่งผลดีต่อการดำเนินดำรงชีวิตในอนาคตได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 รูปแบบวิธีการเรียนรู้ตามเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

นักการศึกษาหลายท่านได้ประมวลการสอนที่ใช้เทคนิคเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนไว้มากมาย มีรายละเอียดดังนี้

Kamps, Barbetta, Leonard, and Delquadri (1994) ได้กล่าวถึง รูปแบบวิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนไว้ หลายรูปแบบดังนี้

1. การสอนโดยเพื่อนร่วมชั้น (Class Wide-Peer Tutoring) เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทั้ง สองคนที่จับคู่กัน มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนทั้งสองสลับบทบาทเป็นทั้งนักเรียน ผู้สอนที่คอยถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนผู้เรียน และนักเรียนผู้เรียนซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับการสอน

2. การสอนโดยเพื่อนต่างระดับชั้น (Cross-Age Peer Tutoring) เป็นการสอนที่มีการจับคู่ระหว่าง ผู้เรียนที่มีระดับอายุแตกต่างกัน โดยให้ผู้เรียนที่มีระดับอายุสูงกว่าทำหน้าที่เป็นผู้สอนและให้ความรู้ ซึ่งผู้เรียนทั้งสองคนไม่จำเป็นต้องมีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันมาก

3. การสอนโดยการจับคู่ (One-to-One Tutoring) เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนที่มีความสามารถ ทางการเรียนสูงกว่าเลือกจับคู่กับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำกว่าด้วยความสมัครใจของตนเองแล้วทำหน้าที่สอนในเรื่องที่ตนมีความสนใจ มีความถนัดและมีทักษะที่ดี

4. การสอนโดยบุคคลทางบ้าน (Home-Based Tutoring) เป็นการสอนที่ให้บุคคลที่บ้านของผู้เรียน มีส่วนร่วมในการสอน ให้ความช่วยเหลือในการพัฒนาความรู้ความสามารถแก่บุตรหลานของตน

Maheady (1998) ได้รวบรวมวิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ดังนี้

1. การสอนโดยเพื่อนต่างระดับชั้น (Cross-Age Tutoring) เป็นการสอนที่มีการจับคู่กันระหว่างผู้เรียน ที่มีอายุแตกต่างกัน โดยผู้เรียนที่อยู่ในระดับสูงกว่าหรือผู้ที่มีอายุกว่าจะอยู่ภายใต้การดูแลและควบคุมของครูผู้สอนซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้รับผิดชอบ ช่วยเหลือ และถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนน้อยกว่า

2. การสอนโดยสลับบทบาท (Reverse-Role Tutoring) เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนจับคู่ทำกิจกรรม โดยเป็นการจับคู่ระหว่างผู้เรียนที่มีอายุมากกว่า แต่เป็นผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำกว่า หรือ เป็นผู้ที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้กับผู้เรียนที่อายุน้อยกว่าแต่มีระดับ สติปัญญาที่อยู่ในระดับปกติ ผู้เรียนทั้งสองจะได้สลับ บทบาทกันเป็นทั้งนั้นเรียนผู้สอนซึ่งเป็นผู้ที่ถ่ายทอดความรู้และนักเรียนผู้เรียน ซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับการสอน การสอนนี้ยังเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกมองเห็นคุณค่าในตนเอง

3. การสอนโดยเพื่อนร่วมชั้น (Class wide-Peer Tutoring) เป็นการสอนที่มีการจัดกิจกรรมโดยครู แบ่งผู้เรียนออกเป็นสองทีม ภายในแต่ละทีมมีการจับคู่เพื่อร่วมทำกิจกรรม ผู้เรียนแต่ละคู่จะได้ สลับบทบาทกัน เป็นทั้งนักเรียนผู้สอนและนักเรียนผู้เรียนในขณะทำกิจกรรม หากนักเรียนผู้เรียนทำสิ่งใดได้ถูกต้องจะได้รับการเสริมแรงจากนักเรียนผู้สอนเพื่อเป็นการสร้างกำลังใจใจแก่นักเรียนผู้เรียน และการสอนนี้ยังเป็นวิธีสอนที่สร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย เนื่องจากมีการแข่งขัน ระหว่างทีมมีการประกาศทีมที่ชนะและมอบของรางวัลให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปแบบวิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน มีอยู่หลากหลายรูปแบบ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเอารูปแบบวิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยเลือกการสอนโดยการจับคู่ (One-to-One Tutoring) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่าจับคู่กับผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำกว่า แล้วให้ช่วยกันถ่ายทอดความรู้ให้แก่กัน ได้มีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียน เป็นการกระจายบทบาทการสอนจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียนและส่งเสริมในเรื่องกระบวนการทำงานกลุ่มในการเรียนรู้ได้

หลักการใช้กลวิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน การให้เพื่อนช่วยเพื่อนจะมีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น ควรดำเนินไปตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. เพื่อนผู้สอนจะต้องมีทักษะที่จำเป็น เช่น ความเข้าใจในจุดประสงค์ของการสอน จำแนกได้ว่า คำตอบที่ผิดและคำตอบที่ถูกต่างกันอย่างไร รู้จักการให้แรงเสริมแก่เพื่อนผู้เรียน รู้จักบันทึกความก้าวหน้าในการเรียนของเพื่อนผู้เรียน และมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนผู้เรียน

2. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจนทั้งนี้ เพื่อให้บุคคลทั้งสองช่วยกันบรรลุเป้าหมายในการเรียน

3. ผู้สอนเป็นผู้กำหนดขั้นตอนในการสอนให้ชัดเจนและให้เพื่อนผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนเหล่านั้น

4. สอนทีละขั้นหรือทีละแนวคิดจนกว่าเพื่อนผู้เรียนเข้าใจดีแล้วจึงสอนขั้นต่อไป

5. ฝึกให้เพื่อนผู้สอนเข้าใจพฤติกรรมการแสดงออกของเพื่อนผู้เรียนด้วยว่าพฤติกรรมใดแสดงว่าเพื่อนผู้เรียนไม่เข้าใจ ทั้งนี้จะได้แก้ไขให้ถูกต้อง

6. เพื่อนผู้สอนควรบันทึกความก้าวหน้าในการเรียนของเพื่อนผู้เรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

7. ครูผู้ดูแลรับผิดชอบจะต้องติดตามผลการสอนของเพื่อนผู้สอนและการเรียนของเพื่อนผู้เรียนด้วยว่าดำเนินการไปในลักษณะใด มีปัญหาหรือไม่

8. ครูผู้สอนให้แรงเสริมแก่ทั้งสองคนอย่างสม่ำเสมอ

9. ช่วงเวลาในการให้เพื่อนช่วยเพื่อนไม่ควรใช้เวลานานเกิดไปงานวิจัยระบุระยะเวลาที่มีประสิทธิภาพในการให้เพื่อนช่วยเพื่อนในระดับชั้นประถมศึกษาอยู่ระหว่าง 15-30 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

10. เพื่อนผู้สอนมีการยกตัวอย่างประกอบการสอนจึงจะช่วยให้เพื่อนผู้เรียนเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

2.6 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ผู้สอนจะต้องวางแผนไว้ล่วงหน้าเพื่อเตรียมผู้เรียนให้เข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตนเองได้อย่างถูกต้อง เป็นการนำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำไว้ ดังนี้

Sivasilam (1973 อ้างถึงใน เชิดวงศ์ หงส์ศรีจินดา, 2557) กล่าวว่า วิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เป็นวิธีการสอนที่สืบทอดเจตนารมณ์ของปรัชญาการศึกษาที่ว่า learning by doing โดยเน้นให้ผู้เรียนรวมกลุ่มเพื่อการทำงานหรือการปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย หลังจากนั้นมอบหมายงานให้ผู้เรียนรับผิดชอบศึกษาร่วมมือกัน และรายงานผลเกี่ยวกับกิจกรรมนั้น ๆ จะต้องพิจารณาและดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชี้แนะและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มองเห็นความสำคัญ และเกิดความเชื่อมั่นว่าตนจะได้รับประโยชน์จากการสอนแบบกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อน

2. ชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการสอน โดยการจัดกลุ่มให้มีผู้นำในการเรียนแก่ผู้เรียนที่เป็นผู้นำในการเรียน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของผู้นำในการเรียนเพื่อให้เข้าใจอย่างชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. คอยให้คำแนะนำ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เป็นผู้นำในการเรียนได้มีโอกาสพบปะ เพื่อปรึกษาได้ในทุกช่วงเวลาที่ผู้เรียนต้องการ หรือมีปัญหาเกิดขึ้น

4. การประเมินผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เดือนละครั้งเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้แข่งขันกันเอง

5. มีการเตรียมแหล่งข้อมูลให้เพียงพอ เช่น หนังสือ คู่มือ หนังสือพิมพ์ และวารสารต่าง ๆ ตลอดจนอุปกรณ์ในการสอน เช่น วิทยุ เทปบันทึกเสียง เป็นต้น

6. กระจายเนื้อหาในรายวิชาที่จะสอนเป็นบทย่อย ๆ จัดเรียงลำดับตามความเหมาะสม

7. เตรียมแบบฝึกหัดประกอบการเรียน ตลอดจนการเตรียมแบบทดสอบและในขณะเดียวกันจะต้องมีการกำหนดเรื่องการให้คะแนน การตีความผลสอบ เพื่อความสะดวกในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

8. ในการเลือกผู้เรียนผู้สอน (Tutors) ผู้เรียนผู้ที่เรียน (Tutees) เพื่อจัดกลุ่มหรือจัดคู่ ผู้สอนจะต้องแนะนำหรืออธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง

เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา (2557) สังเคราะห์ได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนควรมีการจัดกิจกรรม 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนการจัดกิจกรรม กำหนดตารางเวลา ให้เหมาะสม และกำหนดบทบาทมอบหมายบุคคลเพื่อทำหน้าที่อำนวยความสะดวก

2. กำหนดประเด็น ปัญหาที่ต้องการความช่วยเหลือ เพื่อให้การจัดกิจกรรมมีทิศทางและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

3. มุ่งหาผลลัพธ์ ความรู้ หรือสิ่งที่ต้องการรู้ และทำความเข้าใจกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยแบ่งเวลาที่มีอยู่ออกเป็น 4 ส่วน คือ

3.1 ส่วนแรกใช้สำหรับให้ทีมเหย้า (ทีมเจ้าบ้าน) ชี้แจงข้อมูล บริบท หรือสิ่งที่ได้ทำมาแล้วรวมทั้งแผนงาน ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ให้ทีมเยือน (ทีมผู้ช่วยภายนอก) ได้รับทราบ โดยควรอธิบายให้สั้น กระชับ ได้ใจความ

3.2 ส่วนที่สอง ทีมเยือนอภิปรายหาข้อสรุปถึงประเด็น และความรู้ที่จะให้ความช่วยเหลือและซักถามเพิ่มเติมในสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

3.3 ส่วนที่สาม ให้ทีมเยือนได้นำเสนอ แนะนำมุมมองความคิด ทางเลือกที่เป็นไปได้เพื่อให้ทีมเหย้านำสิ่งที่ได้ฟังทั้งหมดมาวิเคราะห์

3.4 ส่วนที่สี่ ใช้สำหรับการพูดคุยโต้ตอบ แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน และทีมเยือนนำเสนอ การให้ผลป้อนกลับในเชิงบวก

4. ทีมเยือนคอยให้คำแนะนำ และเปิดโอกาสให้ทีมเหย้าได้มีโอกาสพบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น พูดคุยแบบไม่เป็นทางการเพื่อปรึกษาได้ในทุกช่วงเวลาที่ต้องการหรือมีปัญหา

5. ทีมเหย้าดำเนินการพิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์สิ่งที่ได้ฟังมา จากนั้นสรุปและนำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างผลงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6. มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ และจัดแข่งขันให้รางวัลจากผลงานจากการนำความรู้ที่ได้มาสร้าง เพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยร่วมกันประเมินผลจากอาจารย์ และเพื่อนนิสิตนักศึกษา

7. ทีมเหย้าจัดทำรายงานความก้าวหน้า ผลงานจากการจัดกิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อน และจัดเก็บผลงาน ความรู้ที่สร้างไว้เป็นผลงานของตนเอง เพื่อให้ทีมเยือนได้ทราบ และติดตามให้ความช่วยเหลือได้อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 6 ตารางสังเคราะห์ขั้นตอนของเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

Sivasilam (1973)	ศิวนิต อรรถวุฒิกุล (2551)	ธนพล ลิ่มอรุณ (2554)	เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา (2557)	ความสอดคล้อง
ชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการสอน และการจับคู่ผู้เรียน	วางแผนกิจกรรม	ขั้นก่อนเรียน และจับคู่ผู้เรียน	วางแผนกิจกรรม	ขั้นตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำกิจกรรม
	กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการช่วยเหลือ		กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการช่วยเหลือ	กำหนดประเด็น
ชี้แนะและกระตุ้น	มุ่งหาผลลัพธ์		มุ่งหาผลลัพธ์	มุ่งหาผลลัพธ์
คอยให้คำแนะนำและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบปะแลกเปลี่ยน	พบปะ แลกเปลี่ยน		การมีส่วนร่วมในกิจกรรม พบปะแลกเปลี่ยน	การมีส่วนร่วม พบปะแลกเปลี่ยน
	พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์และสรุป นำไปสู่การปฏิบัติ	ฝึกปฏิบัติงาน	พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์และสรุป นำไปสู่การปฏิบัติ	พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์และสรุป นำไปสู่การปฏิบัติ
	เสริมแรงทางบวกให้รางวัลและข้อมูลย้อนกลับ		การเสริมแรง ให้รางวัล และข้อมูลย้อนกลับ	การเสริมแรง ให้รางวัล และข้อมูลย้อนกลับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Sivasilam (1973)	ศิวนิต อรรถวุฒิกุล (2551)	ธนพล ลิ่มอรุณ (2554)	เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา (2557)	ความสอดคล้อง
	รายงานความก้าวหน้าจัดเก็บผลงาน	นำเสนอผลงาน	นำเสนอความก้าวหน้าจัดเก็บผลงาน	นำเสนอความก้าวหน้าจัดเก็บผลงาน
การประเมินผลการเรียน		ประเมินผลงาน	ประเมินผล	ประเมินผล

จากตารางที่ 6 การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากขั้นตอนการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่พบในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากกว่าร้อยละ 50 โดยขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกันสามารถอธิบายได้ 8 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำกิจกรรม กำหนดตารางเวลาให้เหมาะสม และกำหนดบทบาท มอบหมาย บุคคลเพื่อทำหน้าที่อำนวยความสะดวก

2. กำหนดประเด็น ปัญหาที่ต้องการความช่วยเหลือ เพื่อให้การจัดกิจกรรมมีทิศทางและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

3. มุ่งหาผลลัพธ์ ความรู้ หรือสิ่งที่ต้องการรู้และทำความเข้าใจกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

4. การมีส่วนร่วม พบปะแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น พูดคุยแบบไม่เป็นทางการเพื่อปรึกษาได้ในทุกช่วงเวลาที่ต้องการหรือมีปัญหา

5. พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์และสรุป นำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างผลงาน

6. มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ และจัดแข่งขันให้รางวัลจากผลงานเพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

7. การนำเสนอความก้าวหน้า ผลงานจากการจัดกิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อน และจัดเก็บผลงาน ความรู้ที่สร้างไว้เป็นผลงานของตนเอง และติดตามให้ความช่วยเหลือได้อย่างต่อเนื่อง

8. การประเมินผลการเรียนจากอาจารย์และเพื่อนนิสิตนักศึกษา

สรุปว่ากลวิธีการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นวิธีการที่มีการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกันเรียนสามารถสนองความต้องการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างทั่วถึง ช่วยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลาย เมื่อได้รับการช่วยเหลือจากเพื่อนทำให้ผู้เรียนเกิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความเข้าใจได้ดีกว่าการเรียนรู้จากผู้สอน เพราะภาษาที่ใช้สื่อสารกันนั้นสื่อความเข้าใจกันได้ดีเหมาะสมกว่า จึงทำให้ผู้เรียนกล้าถามปัญหาที่ตนเองมีอยู่ และสามารถแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ตรงจุดมากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยเหลือกัน ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการถ่ายทอดความรู้ และเพิ่มความมั่นใจให้กับตนเอง อีกทั้งยังสามารถสร้างแรงจูงใจเจตคติที่ดีในการเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีขึ้นต่อการเรียนและต่อเพื่อนที่เรียน การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนนับเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง ที่ช่วยในการขับเคลื่อนการจัดการความรู้ ผ่านการสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ซึ่งการทำการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนจะช่วยเปลี่ยนความรู้ที่มีอยู่ในตัวบุคคล (Tacit Knowledge) ให้กลายมาเป็นความรู้ถ่ายทอดได้ (Explicit Knowledge) และการเรียนรู้ก่อนทำงานจะช่วยให้โอกาสในการทำผิดพลาดมีน้อยลง ส่งผลให้ประสิทธิผลในการทำงานเพิ่มมากขึ้น

2.7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

1. เป็นการเรียนลัดวิธีการเรียน การทำงานต่าง ๆ ที่อาจจะเคยทราบมาก่อน สิ่งเหล่านี้จะมาจากประสบการณ์เทคนิควิธีต่าง ๆ ของคู่เพื่อนช่วยเพื่อน หรือทีมเพื่อนช่วยเพื่อน

2. เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ มุมมองความคิดต่าง ๆ ร่วมกัน เพื่อช่วยกันพัฒนาความรู้เดิมที่มีอยู่ให้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

3. สร้างความสัมพันธ์และความสามัคคี เพราะกระบวนการเพื่อนช่วยเพื่อนต้องเกิดจากการทำงานเป็นคู่หรือเป็นทีม ดังนั้นการมีปฏิสัมพันธ์อันดีต่อกันย่อมทำให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดีตามมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

McDougal (1981) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการให้การปรึกษาระหว่างผู้ให้การปรึกษาที่เป็นเพื่อนกับผู้ให้การปรึกษาที่เป็นอาจารย์ของมหาวิทยาลัยต่อทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อมหาวิทยาลัย คะแนนผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) การเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยและอัตราการลาออกจากมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เพื่อนที่ทำหน้าที่ให้การปรึกษาเป็นนักศึกษารุ่นพี่ จำนวน 8 คน อาจารย์ จำนวน 8 คน เช่นกัน นักศึกษาและอาจารย์จะได้รับการฝึกอบรมทักษะเบื้องต้นในการให้การปรึกษาเชิงจิตวิทยา การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีสุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 5 คน ต่อผู้ให้การปรึกษา 1 คน ผู้ให้การปรึกษาแต่ละกลุ่มจะช่วยให้สมาชิกได้รู้จักกัน

สนับสนุนให้มีนิสัยการเรียนที่ดี ให้การช่วยเหลือเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มต่อปัญหาที่นักศึกษาในกลุ่มพบและสนับสนุนให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมในมหาวิทยาลัยและมีสัมพันธภาพที่ดีกับเพื่อน การทดลองใช้เวลา 1 ภาคการศึกษา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการปรึกษาจากรุ่นพี่มีคะแนนผลการเรียนเฉลี่ย และการเข้าร่วมเป็นสมาชิกของชมรมต่าง ๆ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการปรึกษาจากอาจารย์ในมหาวิทยาลัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีทัศนคติต่อการเรียนสูงขึ้น มีอัตราการลาออกจากมหาวิทยาลัยลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Shorey (1982) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการให้การช่วยเหลือแบบกลุ่มโดยเพื่อนต่อแรงจูงใจทางการเรียนและพฤติกรรมการตั้งใจเรียนแก่ผู้เรียนอายุ 13 ปี จำนวน 90 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 45 คน ในกลุ่มทดลองมีกลุ่มย่อย 5 กลุ่ม กลุ่มละ 9 คน โดยให้กลุ่มทดลองมีเพื่อนผู้ให้การช่วยเหลือในกลุ่มเป็นผู้นำกลุ่มการปรึกษา และให้ระยะเวลาในการดำเนินการ 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง ๆ ละ 1 ชั่วโมง กลุ่มควบคุมไม่มีการให้การปรึกษา ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในด้านแรงจูงใจของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านพฤติกรรมการตั้งใจเรียน กลุ่มทดลองจะมีความตั้งใจเรียนเพิ่มสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม

Cohen, Kulik, and Kulik (1982) สังเคราะห์งานวิจัย 38 เรื่องที่เกี่ยวกับโปรแกรมการสอนเสริม (Tutoring Program) โดยเพื่อนช่วยเพื่อน พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนเสริมโดยเพื่อนช่วยเพื่อนมีทัศนคติต่อวิชาดีขึ้น มีงานวิจัย 4 เรื่องที่พบว่าผู้เรียนที่เป็นผู้สอนมีทัศนคติสูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้เป็นผู้สอน ผู้เรียนที่เป็นผู้สอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาที่สอนสูงขึ้นในงานวิจัย 33 เรื่อง ส่วนที่เหลือพบว่าผู้เรียนที่ไม่ได้เป็นผู้สอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า คณะผู้วิจัยสรุปว่าโปรแกรมการสอนเสริมโดยเพื่อนช่วยเพื่อนให้ผลชัดเจนทางบวกต่อผู้เรียนในเรื่องทัศนคติต่อวิชาเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิวนิต อรรถวุฒิกุล (2551) ทำวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้อย่างร่วมมือ ตามเทคนิคการเรียนรู้เพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อสร้างพฤติกรรมการสร้างความรู้ของนิสิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 4 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับองค์ประกอบ และขั้นตอนของ

กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 สร้างกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลการใช้งานกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นเวลา 16 สัปดาห์และขั้นตอนที่ 4 นำเสนอกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1. องค์ประกอบกระบวนการที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ (1) บุคคล (2) สาระความรู้ (3) เครื่องมือคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้อย่างร่วมมือ (4) การปรับเปลี่ยนและการจัดการพฤติกรรมและ (5) การประเมิน 2. ขั้นตอนกระบวนการที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) แนะนำแนวทางสร้างกลุ่มสัมพันธ์ (2) ขั้นกำหนดความรู้นำไปสู่เป้าหมาย (3) ขั้นสืบเสาะแสวงหาเพื่อพัฒนาผลงาน (4) ขั้นพบปะแลกเปลี่ยนเพื่อนเรียน เพื่อนรู้ (5) ขั้นสร้างสรรค์เผยแพร่ ร่วมแก้ร่วมปรับ และ (6) ขั้นประเมินผลงาน ผสานความคิด 3. กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการสร้างความรู้หลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์คะแนนและการประเมินผลงานของกลุ่มตัวอย่างพบว่าคะแนนเฉลี่ยรวมของผลงานที่กลุ่มตัวอย่างพัฒนาขึ้นในในระดับดี

ธนพล ลิ่มอรุณ (2554) ทำวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกอบรมออนไลน์แบบโครงงานโดยเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนที่มีต่อความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไอซีทีในการสอนครูมัธยมศึกษา และเพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกอบรมออนไลน์แบบโครงงานด้วยเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนที่มีต่อความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไอซีทีในการสอนของครูมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูระดับประถมศึกษาจำนวน 32 คน จัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง 16 คนละกลุ่มควบคุม 16 คนโดยกลุ่มทดลองจากการเข้าฝึกอบรมออนไลน์แบบโครงงานด้วยเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อน กลุ่มควบคุมจะเป็นกลุ่มที่อบรมออนไลน์แบบโครงงานโดยไม่ใช่เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อน ผลงานวิจัยพบว่า (1) กลุ่มครูระดับมัธยมศึกษาที่สำเร็จการฝึกอบรมออนไลน์ทั้งกลุ่มที่ใช้เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนและไม่ใช่กลุ่มเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนมีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการไอซีทีในการสอนหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 (2) กลุ่มครูที่สำเร็จกันฝึกอบรมออนไลน์แบบโครงงานที่ใช้เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนมีความสามารถในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการไอซีทีในการสอนสูงกว่ากลุ่มครูที่สำเร็จการฝึกอบรมออนไลน์แบบโครงงานที่ไม่ใช่เทคนิคเพื่อเจอเพื่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัชราภรณ์ เขียนแม้น (2557) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเว็บ วิชาการสร้างเว็บเพจด้วยภาษา HTML ด้วยวิธีการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบเพื่อนช่วยเพื่อนโดยใช้ใบประลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ และความพึงพอใจของผู้เรียน หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจงจำนวน 40 คน สาขางานพาณิชยกรรม สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน ใบประลอง ใบสั่งงาน แบบทดสอบท้ายบทเรียน ผลของการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บมีประสิทธิภาพ 79.58/79.32 ค่า E1 และ E2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ดังนั้นหลังจากได้รับการเรียนการสอน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพในระดับพอใช้ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา (2557) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการความรู้ส่วนบุคคลที่ใช้สัญญาการเรียนรู้ และเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำงานวิชาการของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษา วิเคราะห์และ สังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ความคิดเห็นเชิงลึกของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ องค์ประกอบ และขั้นตอนของกระบวนการจัดการความรู้สัญญาการเรียนรู้และการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ขั้นตอนที่ 2 สร้างต้นแบบระบบ ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลการใช้งานระบบเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และขั้นตอนที่ 4 นำเสนอระบบจัดการความรู้ส่วนบุคคลที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบจัดการไฟล์เอกสาร ระบบการเผยแพร่เอกสารแบบบล็อก แบบวัดผลงานวิชาการแบบรูบริค แบบบันทึกการทบทวนหลังการปฏิบัติกิจกรรม และแบบบันทึกการสัมภาษณ์ความคิดเห็น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยที่เป็นเพื่อนร่วมเรียนรู้ ได้แก่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 9 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. องค์ประกอบของกระบวนการที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) บุคคลในระบบ ได้แก่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ผู้สอน และนิสิตรุ่นพี่ (2) สัญญาการเรียนรู้และ (3) เทคโนโลยีเพื่อการจัดการความรู้ส่วนบุคคล 2. ขั้นตอนของระบบการที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้น คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม (2) ขั้นดำเนินการ (3) ขั้นนำเสนอ และ (4) ขั้นตรวจสอบ 3. กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการสร้างความรู้หลังการทดลองสูงกว่าก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินผลงานของกลุ่มตัวอย่างพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของผลงานวิชาการที่กลุ่มตัวอย่างพัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

B. Williams and Reddy (2016) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการนำวิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนมาใช้เป็นการเรียนการสอนในสาขาการแพทย์ โดยการทบทวนวรรณกรรมที่มีอยู่ในระบบและผลกระทบต่อประสิทธิภาพของผู้เรียน ใช้วิธีทบทวนวรรณกรรม 6 ขั้นตอนของ Arksey and O'Malley's โดยมีลำดับดังนี้ (1) ระบุคำถามงานวิจัย (2) ระบุความเชื่อมโยง (3) เลือกการศึกษา (4) คัดกรองงานวิจัย (5) สรุปผล และ (6) นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ โดยการเก็บข้อมูลนั้นเป็นการรวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ของ Cinahl, Ovid Medline, Proquest and Embase โดยรวบรวมมาทั้งสิ้น 22 เรื่อง การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นเทคนิคในการจัดกิจกรรมจัดการความรู้ก่อนลงมือ ทำกิจกรรม การนำกลุ่มคนมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมมือกัน โดยผู้ที่มีความสามารถสูงกว่าเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ที่มีความสามารถต่ำกว่า ช่วยพัฒนาศักยภาพทั้งนักเรียนผู้สอน และนักเรียนผู้เรียน วิธีการสอนแบบนี้ส่งผลให้ยกระดับมาตรฐานของการเรียนการสอนในสาขานี้ได้ งานวิจัยนี้สรุปว่าการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนช่วยส่งผลทางบวก และเป็นเครื่องมือประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียนได้ดี

Wongsa, Dachakupt, and Sakolrak (2010) ได้นำเสนองานวิจัยซึ่งเป็นการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาสำหรับเสริมสร้างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิชาชีพครูของมหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยใช้แนวทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเอ็นนิสเสริมด้วยเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนซึ่งเป็นเทคนิคที่นำกลุ่มคนมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา ประเด็นที่ต้องการความช่วยเหลือ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมมือกันทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นคู่หรือเป็นกลุ่มย่อย ถ่ายทอดความรู้ให้แก่เพื่อนร่วมชั้นหรือเพื่อนต่างชั้นเรียน โดยผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่าจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือผู้สอนทำหน้าที่เพียงให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และสนับสนุนการเรียนการสอน และเพื่อนช่วยเพื่อนยังจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ก่อนลงมือปฏิบัติจริง โดยผ่านประสบการณ์ของผู้อื่น และไม่ทำผิดพลาดซ้ำในเรื่องที่เคยมีผู้ทำผิดพลาด และจะรู้ได้ว่าใครรู้อะไรเพื่อขอความช่วยเหลือในสิ่งที่เราอาจไม่เคยได้รู้มาก่อน จะช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียน ส่งผลให้พัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์ของกระบวนการเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถในการคิดอุปนัย การนิรนัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การหาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การพยากรณ์ การอ้างเหตุผลที่ผิดหลักตรรกะ การให้คำจำกัดความ และการระบุข้อสันนิษฐาน โดยมีขั้นตอน 2 ระยะ คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นการให้ความรู้ความเข้าใจผู้เรียนให้มีความรู้เกี่ยวกับทักษะพื้นฐานของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (2) ขั้นฝึกคิด ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นการฝึกคิดและขั้นการนำไปใช้ ขั้นการฝึกคิดประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเสนอปัญหาจากสถานการณ์ (2) ขั้นพิจารณาปัญหาและเหตุผล (3) ขั้นสรุปผลการคิด (4) ขั้นสร้างความเข้าใจและเลือกทางเลือก และ (5) ขั้นตัดสินใจ ขั้นการนำไปใช้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้ประยุกต์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

Altintas, Gunes, and Sayan (2016) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่นำมาใช้ในโรงเรียนมากขึ้น ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการช่วยเหลือเพื่อน เป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบวิธีการช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ช่วยพัฒนาระดับความมั่นใจในการแก้ปัญหาทางการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การสนับสนุนการทำงานเป็นทีม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธีการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนมาใช้ในคอร์สรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีในระดับอุดมศึกษา การทดลองแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยเปรียบเทียบจากคะแนนสอบกลางภาคและคะแนนสอบปลายภาค ผลลัพธ์ที่ได้การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นการส่งผ่านและรับความรู้ด้วยตัวผู้เรียน การจัดกิจกรรมการสอนเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะ โดยการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจากเพื่อนที่ได้จากการจับคู่กัน โดยผู้เรียนทั้งคู่ช่วยเหลือกันเรียน และได้เรียนรู้ซึ่งกันและกันโดย อาศัยการกระทำ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการรับบทบาทเป็นผู้เรียนอย่างเป็นระบบ รวมถึงมีการฝึกหัดผู้เรียนผู้สอนให้ทำหน้าที่ของตนอย่างมีประสิทธิภาพ และกลวิธีการเรียน แบบเพื่อนช่วย เพื่อนนี้ยังเป็นการสอนที่มีการผสมผสานระหว่างการฝึกฝนที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนที่หลากหลาย หลังจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และมีทัศนคติที่ดีในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน นอกจากนี้ผู้เรียนยังรู้สึกว่ามีความทะเยอทะยานมากขึ้นเมื่อ ผู้เรียนได้เห็นความสำเร็จของเพื่อน ผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับว่าการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการเรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมสำหรับนักศึกษาใหม่ การเรียนแบบนี้ช่วยเพิ่มทักษะทางปัญญาในการเขียนโปรแกรมและสามารถนำมาพัฒนาตรรกะและเทคนิคในการเรียนรู้แบบเชิงรุก รวมไปถึงฝึกการวิเคราะห์ปัญหาหรืองานที่ซับซ้อนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Abedini et al. (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนมาเป็นกลยุทธ์การสอนในการให้ผู้ที่มีความสามารถสูงกว่าเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ที่มีความสามารถต่ำกว่า โดยดำเนินการที่มหาวิทยาลัยแพทย์ที่ Birjand University และได้เปรียบเทียบวิธีการเรียนการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนกับวิธีการเรียนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยวัดผลด้วยคะแนนการเรียนรู้และการจำ ยการเก็บข้อมูลใช้แบบสอบถามและแบบทดสอบ ระบบวัดความเข้าใจ และการประยุกต์นำไปใช้ การจัดการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 8 ครั้ง ครั้งละ 1.5 ชั่วโมง แต่ละครั้งจะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้ การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนนั้นช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม พัฒนาความรู้และประสิทธิภาพได้ การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนนั้นได้นำมาใช้ในมหาวิทยาลัยทางการแพทย์ เพราะช่วยให้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และวิธีการนี้เริ่มได้รับความนิยมในอีกหลายปีต่อมา การเน้นพื้นฐานการเรียนรู้มาจากการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการเรียนรู้แบบร่วมกัน แต่เป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนผู้สอน และนักเรียนผู้เรียน สร้างความมั่นใจของนักเรียนมากขึ้นและฝึกการใช้ทักษะการสื่อสารที่ดีระหว่างผู้เรียน ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน ลดความกดดันผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม โดยผลงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ส่งผลดีต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีศักยภาพได้

Al Kawas and Hamdy (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนซึ่งเป็นหนึ่งในกลยุทธ์การสอนที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพื่อที่จะพัฒนาเป็นมืออาชีพ การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสม์ที่ให้ผู้เรียนสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่เป็นแค่ผู้ชี้แนะ ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ วิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นถ้าใช้ร่วมกับการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเช่น การเรียนรู้แบบเป็นทีม การเรียนรู้แบบเป็นทีมเป็นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ ที่ให้ผู้เรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในทีม โดยผู้เชี่ยวชาญได้ประยุกต์ความรู้ในการให้ผู้เรียนร่วมแก้ปัญหาจริง เป็นกลยุทธ์ที่มีความยืดหยุ่นและเหมาะกับขนาดห้องเรียนทุกขนาด โดยการเรียนแบบนี้จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแล้วตัดสินปัญหาร่วมกัน งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการประเมินผลของการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนร่วมกับการเรียนแบบเป็นทีมในการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของนักศึกษาทันตแพทย์จำนวน 42 คนที่เรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทีม โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ในจำนวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

90.5 % และอีก 6 คนเป็นผู้มาให้ข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่าร้อยละ 84 เห็นด้วยว่าการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสนใจในรายวิชานั้น ๆ ร้อยละ 94 ให้ความคิดเห็นว่าเป็นการเรียนที่สนุกสนาน ร้อยละ 82 เป็นการเพิ่มทักษะการสอน และร้อยละ 82 เป็นการเพิ่มทักษะการติดต่อสื่อสาร ผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมดมีความเห็นที่ดีและทัศนคติทางบวกกับการเรียนแบบนี้ เพราะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีศักยภาพหลายด้านและสามารถช่วยยกระดับให้กลายเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้นได้

L. Williams and Kessler (2002) ได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับเทคนิคการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมแบบคู่ (Pair Programming) การเขียนโปรแกรมคู่เป็นเทคนิคที่มีสองโปรแกรมเมอร์ทำงานร่วมกันบนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวเริ่มด้วยการออกแบบอัลกอริทึม การเขียนโปรแกรมและการทดสอบผลลัพธ์ เทคนิคนี้ช่วยให้สามารถเพิ่มผลิตที่มีคุณภาพสูงของการเขียนโปรแกรมในระยะเวลาที่น้อยกว่าการเขียนโปรแกรมด้วยตัวคนเดียว วิธีการนี้จะส่งผลให้ดึงศักยภาพของผู้พัฒนาโปรแกรมให้เกิดประโยชน์สูงสุดแต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับว่าจะมีการวางแผนการทำงานอย่างไร หนังสือเล่มนี้อธิบายเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานและขั้นตอนการปฏิบัติ สิ่งที่ควรปฏิบัติในการทำงานด้วยเทคนิคนี้ การเขียนโปรแกรมคู่ เป็นรูปแบบของการเขียนโปรแกรมที่สองโปรแกรมเมอร์ทำงานข้างกันในคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งอย่างต่อเนื่องทำงานร่วมกันโดยจำแนกออกเป็น 2 ส่วนคือ 1.ผู้ขับรถ (Driver) ทำหน้าที่ในการพิมพ์ข้อมูลลงบนคอมพิวเตอร์ 2. ผู้ชี้ทาง (Navigator) ทำหน้าที่ในการสังเกตข้อบกพร่อง การหากลยุทธ์ ยุทธวิธีเพื่อดำเนินการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย โดยข้อดีของการเขียนโปรแกรมมิ่งคู่ คือ (1) คุณภาพของงานมีความบกพร่องน้อยลง (2) สามารถเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงในระยะเวลาครึ่งหนึ่งของการทำงานเดี่ยว (3) การทำงานแบบคู่รู้สึกมั่นใจมากกว่า (4) ความน่าเชื่อถือและการทำงานเป็นทีม (5) การถ่ายทอดความรู้ สามารถมองภาพของระบบได้ 6) การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น การหาเทคนิคการค้นหา การเรียนรู้ทักษะการสื่อสาร การใช้ภาษา โดยผลลัพธ์ทางพฤติกรรมที่เกิดจากการเขียนโปรแกรมคู่ (1) ด้านแรงกดดัน การทำงานแบบคู่ช่วยลดแรงกดดันในการทำงาน (2) การเจรจาต่อรอง การทำงานคู่ช่วยกันหาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา (3) ความกล้าหาญ การทำงานเป็นคู่ส่งผลให้มีความกล้าหาญมากขึ้น (4) การตรวจสอบ การทำงานแบบคู่ย่อมตรวจสอบความผิดพลาดดีกว่าทำงานเดี่ยว (5) การแก้จุดบกพร่อง สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างรวดเร็ว (6) การเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กันระหว่างคู่ และ (7) ความน่าเชื่อถือ การทำงานแบบคู่ งานย่อมมีความน่าเชื่อถือและมีคุณภาพ สิ่งที่ทำให้วิธีการแบบโปรแกรมมิ่งคู่มีประสิทธิภาพคือ (1) ใช้เวลาพัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมอง (2) มีความอ่อนน้อมถ่อมตนในการปฏิบัติ (3) มีความมั่นใจและใจกว้างรับฟังความคิดเห็นในการทำงานร่วมกัน (4) การสื่อสารระหว่างกัน ควรจะพูดคุยหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเสมอ (5) ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และ (6) ฝึกการทำงานเป็นทีมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ด้านอุปสรรคต่อการทำงานสามารถจำแนกได้ดังนี้ (1) การหาคนมาทำงานร่วมกัน ต้องสามารถเข้ากันได้ (2) การจัดตารางเวลา การเปลี่ยนหน้าที่การทำงาน (3) การทำงานร่วมกันแต่ต่างสถานที่ จำเป็นต้องมีตัวช่วย เช่นกล้องเว็บแคมหรือการรีโมทคอมพิวเตอร์ (4) สิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อม จะส่งผลให้เกิดงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ (5) ความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน ต้องหาวิธีการหาข้อสรุป (6) การไม่รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น (7) นิสัยการทำงานที่ต่างกัน บางคนชอบทำงานเร็ว อีกคนชอบทำงานที่ช้าแต่ละเอียด และ (8) เทคนิควิธีการนี้ไม่เหมาะกับผู้ที่มีโลกส่วนตัวสูง ไม่มีความเชื่อมั่น พูดน้อย วิธีการเขียนโปรแกรมแบบโปรแกรมมิ่งคู่ เป็นเทคนิคที่จะเอามาช่วยให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดปัญหาที่เกิดความผิดพลาดในตัวบุคคล ลดเวลาในการทำงาน การทำงานแบบคู่นั้นส่งผลทำให้ความรู้สึกระหว่างการทำงานดีขึ้น แต่ก็ต้องมีกระบวนการการทำงานที่ชัดเจน การแบ่งหน้าที่ การสลับหน้าที่กัน การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมทีม เป็นวิธีที่จะช่วยฝึกการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้

2.9 บทสรุป

การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted Learning) คือเทคนิคการจัดการสอนเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะ โดยการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้นที่ได้จากการจับคู่กัน รูปแบบที่นำมาใช้เรียกว่าการสอนโดยการจับคู่ (One-to-One Tutoring) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงกว่าจับคู่กับผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำกว่า แล้วให้ช่วยกันถ่ายทอดความรู้ให้แก่กัน ได้มีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ และมีการจัดแข่งขันให้รางวัล เพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียน เป็นการกระจายบทบาทการสอนจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียนและส่งเสริมในเรื่องกระบวนการทำงานกลุ่มในการเรียนรู้ได้ โดยมีขั้นตอนจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนได้แก่ (1) ขั้นตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำกิจกรรม (2) กำหนดประเด็น และวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน (3) มุ่งหาผลลัพธ์ (4) การมีส่วนร่วม พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (5) พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์ และสรุป นำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติ (6) มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ (7) การนำเสนอความก้าวหน้า และ (8) การ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเมินผลการเรียน โดยการประเมินผลการเรียนรู้ใช้วิธีการประเมินตนเอง (Self-Assessment) และการประเมินรายคู่ (Peer Assessment)

นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนยังเป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้จัดการความรู้ก่อนลงมือทำกิจกรรมและทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่เพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือต่างชั้นเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกันและมีปฏิสัมพันธ์กัน ใช้ภาษาในการสื่อสารเพื่อเจรจาหาความหมายด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ และช่วยจัดกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยให้ผู้เรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองและทั้งนี้ยังเป็นวิธีการสอนที่จะช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียน ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และช่วยส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดี เพิ่มพูนทักษะทางสังคมอีกด้วย จากงานวิจัยที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเรียนและเกิดการเรียนรู้การทำงานเป็นทีมได้ (Hendrickson et al., 1982; Kamps et al., 1994; Maheady, 1998; McDougal, 1981; ศิวนิต อรรถวุฒิกุล, 2551)

ตอนที่ 3 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud Based Learning System)

3.1 ที่มาและความสำคัญของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

ปัจจุบันเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญที่เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร การเข้าถึงข้อมูลอย่างสะดวกและรวดเร็ว ความปลอดภัยทางการแพทย์มีมากขึ้น สังคมแห่งการเรียนรู้จึงเกิดขึ้นได้ทุกเวลา แม้ระบบเทคโนโลยีจะมีประโยชน์มาก แต่ในขณะเดียวกันก็มีความเสี่ยงสูง และอาจก่อให้เกิดภัยอันตรายหรือสร้างความเสียหายต่าง ๆ ได้ ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิตอย่างมาก เทคโนโลยีเข้ามาเสริมปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี การสร้างที่พักอาศัยมีคุณภาพมาตรฐานสามารถผลิตสินค้าและให้บริการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์มากขึ้น เทคโนโลยีทำให้ระบบการผลิตสามารถผลิตสินค้าได้เป็นจำนวนมาก มีราคาถูกลง สินค้าได้คุณภาพ เทคโนโลยีสารสนเทศที่ให้บริการด้านข้อมูลข่าวสารด้วยกลไกอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การติดต่อสื่อสารกันทำได้สะดวกรวดเร็ว ทุกที่และทุกเวลา อย่างไรก็ตามควรใช้เทคโนโลยีในทางที่ก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบันคือ การประมวลผล

คลาวด์ (Cloud Computing) เพราะระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีบทบาทสำคัญในกิจกรรมที่หลากหลายของคนในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตกลายเป็นสิ่งจำเป็นของสังคม ทั้งการดำรงชีวิตประจำวัน การทำงาน การประกอบธุรกิจ การศึกษา และความบันเทิง อินเทอร์เน็ตจึงเป็นศูนย์กลางที่เชื่อมโยงระหว่างผู้คนในสังคม ข้อมูล และเทคโนโลยีสารสนเทศที่ประกอบด้วยโปรแกรมการทำงาน (Software Applications) จำนวนมากและอุปกรณ์หลากหลายชนิด ระบบคลาวด์เป็นเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นการบูรณาการวิทยาการทางเครือข่ายและคอมพิวเตอร์ (Networking and Computing) การจัดเก็บข้อมูล (Storage) และการบริการทรัพยากรข้อมูล (Data Service Resources) ไว้ด้วยกัน ระบบคลาวด์เป็นระบบที่ได้รับความนิยมเพราะไม่จำเป็นต้องลงทุนด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และสามารถปรับลดขนาดของพื้นที่การใช้งานได้อย่างสะดวก ส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนในระบบไอที ทั้งนี้ต้องส่งเสริมความสามารถในการให้บริการระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพ ความรวดเร็วในการส่งข้อมูลของระบบอินเตอร์เน็ต ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีคลาวด์ในการเรียนรู้กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย รูปแบบของคลาวด์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนมากที่สุดในลักษณะ Sofware as a Service (SaaS) เป็นการใช้บริการจากเครื่องมือบนคลาวด์สาธารณะมาช่วยสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น Google Drive, Dropbox เป็นต้น การเรียนการสอนแบบนี้เรียกว่าการเรียนด้วยคลาวด์เป็นฐาน (Cloud-based Learning) เครื่องมือบนคลาวด์สามารถนำมาใช้ สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียนได้โดยมีต้นทุนต่ำ สามารถเข้าถึงข้อมูลการเรียนได้ตลอดเวลา ช่วยให้ผู้เรียนบริหารจัดการข้อมูลของตนเองง่ายขึ้น และสามารถเข้าถึงได้จากคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะและอุปกรณ์พกพาอื่นๆ (กุลชัย กุลตวนิช, 2557; ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2561; อาณัติ รัตนถิรกุล และกฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 2557)

3.2 เทคโนโลยีคลาวด์

สำนักส่งเสริมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2556) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีคลาวด์ไว้ว่า ระบบคลาวด์เป็นระบบประมวลผลแบบหนึ่งภายใต้แนวคิดการใช้งานทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารจำนวนมหาศาลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของสาธารณูปโภคโดยมองทรัพยากรเหล่านั้น เช่น เซิร์ฟเวอร์ เครือข่าย ซอฟต์แวร์ เสมือนปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้ใช้งานได้โดยง่าย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2557) ได้ให้คำจำกัดความเทคโนโลยีคลาวด์ว่า ระบบการประมวลผลคลาวด์ เป็นบริการตามคำเรียกร้องจากผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการจะได้รับข้อมูลตามคำขอ การเข้าถึงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การบริหารจัดการระบบเครือข่ายซอฟต์แวร์ และการให้บริการได้จากทุกที่ทุกเวลา โดยผู้ใช้จำนวนมากสามารถแบ่งปันข้อมูลได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับสถานที่และต้นทุน ได้ตลอดเวลาและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของผู้ใช้บริการ

อาณัติ รัตนถิรกุลและกฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2557) ได้กล่าวว่าระบบเทคโนโลยีคลาวด์ คือการที่ผู้ให้บริการจัดให้เช่าพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลบริการ Cloud Storage ส่วนใหญ่มักให้บริการในรูปแบบเว็บไซต์ที่ให้บริการอัพโหลดรูปภาพ วิดีโอ ไฟล์เอกสารต่าง ๆ เพื่อแชร์ไฟล์หรือให้บุคคลอื่นสามารถดาวน์โหลดไฟล์นั้นได้ และยังให้บริการแบบแอพพลิเคชันที่ทำหน้าที่แทนโปรแกรมในคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องมีการติดตั้งใด ๆ บนเครื่อง แต่จะใช้โปรแกรมผ่านเว็บเบราเซอร์เช่น Google Chrome, Firefox, Safari เป็นต้น

กุลชัย กุลตวนิช (2557) ได้กล่าวว่า ระบบประมวลผลคลาวด์ หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากรจากการ แบ่งปันบนระบบเครือข่ายในการประมวลผลหรือให้บริการต่าง ๆ ตั้งแต่โครงสร้างระบบไปจนถึง โปรแกรมประยุกต์ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกที่จะกำหนดความต้องการในการใช้บริการได้ตามความเหมาะสมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

จากความหมายในข้างต้นผู้วิจัยได้สรุปว่าคลาวด์ หมายถึง เป็นระบบเกี่ยวกับการบริหารจัดการ จัดเก็บข้อมูล การบริการทรัพยากรข้อมูล บนพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความยืดหยุ่น สามารถจัดการบริหารข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นกับความเร็วของการรับส่งข้อมูลบนโครงสร้างพื้นฐานของระบบอินเตอร์เน็ต ระบบคลาวด์นี้สามารถเข้าถึงทุกกลุ่มเป้าหมายและสามารถประยุกต์การใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น เครือข่ายสังคมออนไลน์ ยูทูป การใช้ซอฟต์แวร์ที่ถูกลิขสิทธิ์ ปัจจุบันจึงเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างมากมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 การเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud Based Learning)

Murah (2012) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนบนคลาวด์ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยนำเทคโนโลยีคลาวด์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เทคโนโลยีคลาวด์นี้เป็นเทคโนโลยีที่สามารถเข้าใจงานซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ หน่วยจัดเก็บข้อมูล และกระบวนการประมวลผลผ่านเว็บไซต์ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูล แชร์ไฟล์ หรือสร้างสภาพแวดล้อมแห่ง

การเรียนรู้ ได้ทุกที่ทุกเวลา และการใช้งานเทคโนโลยีคลาวด์สามารถใช้ค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมากนักในการนำมาใช้การเรียนการสอน

Shorfuzzaman et al. (2015) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้บนคลาวด์นั้น เป็นการออกแบบการเรียนรู้บนระบบเทคโนโลยีคลาวด์ ส่งเสริมการทำงานร่วมกันได้ทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา และยังสามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา ร่วมถึงการรองรับได้ทุกแพลตฟอร์มของเครื่องมือผ่านอินเตอร์เน็ต

Riahi (2015) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการเรียนรู้บนคลาวด์ว่า คลาวด์เป็นเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่มีศักยภาพในการจัดการไฟล์ การใช้งานซอฟต์แวร์ และมีความยืนหยุ่นในการใช้งานสูง และสามารถเข้าถึงการระบบได้ทุกที่ทุกเวลา จึงได้นำเทคโนโลยีนี้มาบูรณาการกับการผลิตสื่อการสอนเพื่อให้เข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย รองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล และสามารถขยายพื้นที่รองรับจำนวนผู้เข้าเรียนได้อย่างไม่จำกัด

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนบนคลาวด์เป็นแนวคิดของการเปิดพื้นที่บน อินเตอร์เน็ตเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการ เพื่อการใช้งานซอฟต์แวร์และพื้นที่จัดเก็บฐานข้อมูล โดยระบบมีความยืดหยุ่นในการเรียน โดยสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา เทคโนโลยีคลาวด์ช่วยให้ผู้เรียนมีพื้นที่ในการเรียนรู้ส่วนตัว ข้อดีของระบบคลาวด์คือการเสียค่าใช้จ่ายที่ต่ำในการเก็บไฟล์และการใช้งานซอฟต์แวร์บนอินเตอร์เน็ต การเรียนรู้ที่ใช้ เทคโนโลยีคลาวด์เป็นฐานมีการอ้างอิงรวบรวมรูปแบบการเรียนรู้ในหลากหลายลักษณะ ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สถานการณ์จำลอง ห้องเรียนเสมือน เกม และชุมชนการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐานประมวลองค์ประกอบหลัก ๆ ที่ส่งเสริมในการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. การใช้ความรู้เอกสารแหล่งความรู้ที่มีการอัพเดทความรู้ใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลาจึงทำให้เกิดประเด็นการสืบค้นที่เกิดขึ้นได้อย่างกว้างขวางที่ต้องมีความรู้เท่าทันดิจิทัล สามารถแยกแยะคัดสรร และใช้อย่างตระหนักในจริยธรรมและความสมเหตุสมผลด้วยวิธีการเรียนด้วยการสืบค้นสะสมจัดเก็บด้วยการจัดเก็บลิงค์เอกสารและจัดหมวดหมู่

2. พื้นที่ส่วนบุคคลที่ใช้ในการจัดเก็บและการคัดสรรในความรู้ที่ได้มาและการจัดแยกประเภทรวมทั้งพื้นที่ในการเผยแพร่เพื่อการสร้างสรรค์และการเผยแพร่ความรู้ตนเองออกไป

3. ความร่วมมือสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ รวมทั้งการสืบสอบที่มีการแก้ไขร่วมเรียนรู้ปรับเปลี่ยนในเวลาจริงออนไลน์หรือต่างเวลาการใช้การเรียนด้วยความร่วมมือสื่อสารการวิเคราะห์วิพากษ์การสื่อสารด้วยการเขียนและการวิพากษ์แบบไม่ประสานเวลาเช่นบล็อกการแก้ไขเอกสาร การ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วางแผนความคิดร่วมกันการแลกเปลี่ยนแบ่งปันการทำงานคำนวณด้วยตารางการคิดและการใช้เครื่องมือทางปัญญาร่วมกัน

4. ความเป็นหนึ่งเดียวในการประสานต่อของกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยอุปกรณ์ที่หลากหลายเพื่อให้ความยืดหยุ่นกับความถนัดและสไตล์ของผู้เรียนในแต่ละช่วงเวลาให้สามารถขึ้นสู่กลุ่มก้อนเมฆการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาทุกสถานที่อย่างต่อเนื่อง

5. การเผยแพร่ความรู้และทดสอบความคิด ผู้เรียนทำการสังเคราะห์จัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบประเมินความรู้ที่ได้มาทำการเผยแพร่ด้วยการทดสอบจากกลุ่มสังคมจริงเพื่อได้รับการประเมินวิพากษ์อภิปรายต่อยอดความคิด

จากความหมายในข้างต้นผู้วิจัยได้สรุปว่า การเรียนรู้บนคลาวด์ หมายถึง การออกแบบการเรียนการสอนบนระบบเทคโนโลยีคลาวด์ เพื่อใช้ในการบริหารการเรียนรู้ การจัดเก็บข้อมูล การใช้งานซอฟต์แวร์บนพื้นฐานระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จุดเด่นของระบบคลาวด์คือสามารถรองรับการเข้าใช้งานที่มีปริมาณมากเพราะระบบเทคโนโลยีคลาวด์นั้นมีความยืดหยุ่นทางการใช้งานสูง และสามารถกำหนดค่าใช้จ่ายตามการใช้งาน เมื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้ คลาวด์สามารถรองรับการทำงานด้วยตนเองและการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา ระบบเทคโนโลยีคลาวด์นี้สามารถเข้าถึงทุกที่ ทุกเวลา ทุกกลุ่มเป้าหมาย และทุกอุปกรณ์เครื่องมือที่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ต ดังนั้นระบบเทคโนโลยีคลาวด์สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอนได้

3.4 คุณสมบัติของเทคโนโลยีคลาวด์

Mell and Grance (2011) ได้จำแนกคุณสมบัติของเทคโนโลยีคลาวด์ไว้ดังนี้

1. บริการตนเองตามความต้องการ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบที่ให้บริการได้โดยอัตโนมัติ และสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานเช่น Server Time และ Storage ได้ตามความต้องการในช่วงเวลาใดก็ได้ ผ่านระบบบริหารจัดการบนเว็บไซต์ที่ผู้ให้บริการจัดให้

2. การเข้าถึงได้หลายช่องทาง ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบของผู้ให้บริการจากอุปกรณ์ประเภทใดก็ได้ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โน๊ตบุ๊ค คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทั้งนี้ระบบต้องสามารถรองรับการใช้งานบนแพลตฟอร์มที่มีหลากหลาย

3. การใช้ทรัพยากรร่วมกัน ความสามารถในการบริหารจัดการระบบเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้งานจำนวนมากในเวลาเดียวกัน โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรู้ว่าข้อมูลต่าง ๆ มีการจัดเก็บที่ใด

4. ความยืดหยุ่นในการให้บริการสูง ระบบที่มีความยืดหยุ่นสูงและหลากหลายตามความต้องการของผู้ใช้งาน ทำให้มีความสามารถในการเพิ่มหรือลดทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว และไม่มีข้อจำกัดเรื่องจำนวน ปริมาณและระยะเวลาในการใช้บริการ

5. ระบบการวัดบริการ ความสามารถในการบริการจัดการและควบคุมการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง โดยการวัดปริมาณและคิดค่าบริการตามการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง

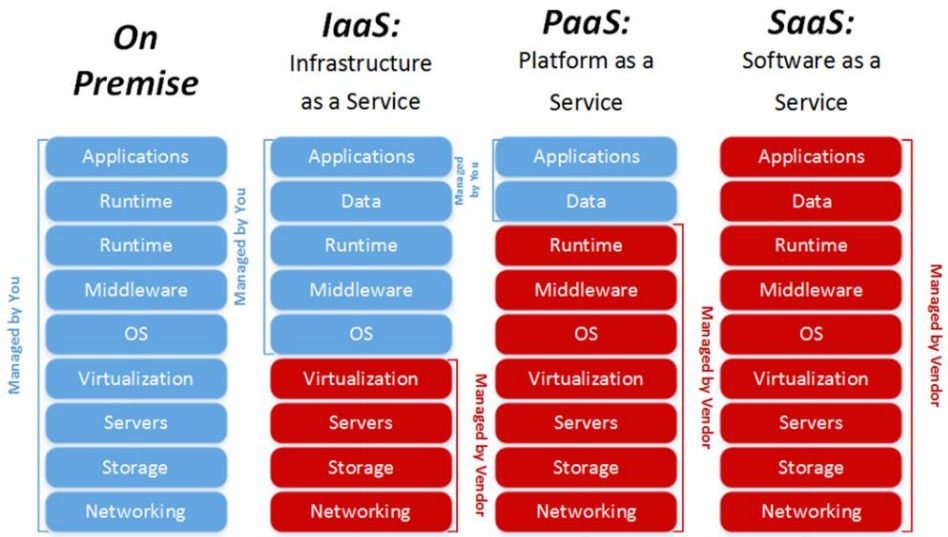
3.5 ประเภทการให้บริการของคลาวด์

National Institute of Standards and Technology (NIST, 2556) ได้จำแนกประเภทและรูปแบบการให้บริการตามภาพที่ 2 ดังนี้

1. Infrastructure as a Service (IaaS) คือ การที่นักพัฒนาหรือผู้ประกอบการเช่าใช้สถานที่ เซิร์ฟเวอร์ และระบบเครือข่ายได้ตามต้องการ โดยที่ไม่ต้องควบคุมดูแลรักษาระบบด้วยตนเอง

2. Platform as a Service (PaaS) คือ การที่นักพัฒนาเช่าใช้งานทั้งระบบ ตั้งแต่การพัฒนา การทดสอบ การผลิตแอพพลิเคชั่น และการชำระค่าเช่าเฉพาะเวลาที่ใช้งานจริงเท่านั้น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก เหมาะกับกลุ่มธุรกิจ Startup และบริษัทต่าง ๆ

3. Software as a Service (SaaS) คือ การที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถใช้ซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งไว้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ โดยที่ไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เหล่านั้นลงบนเครื่องได้เลย แต่สามารถเข้าถึงซอฟต์แวร์ผ่านทางโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ต่าง ๆ ได้ บริการของเฟซบุ๊ก ไมโครซอฟต์ออฟฟิส 365 ก็ถือเป็นการให้บริการในลักษณะนี้



ภาพที่ 2 ประเภทการให้บริการของคลาวด์

อ้างอิง https://thebpmfreak.wordpress.com/2012/09/28/iaas-paas-saas-a-pictorial-representation/

3.6 รูปแบบการให้บริการของคลาวด์

การให้บริการของคลาวด์สามารถแบ่งตามลักษณะของโครงสร้างได้ 4 รูปแบบ ดังภาพที่ 3 คือ

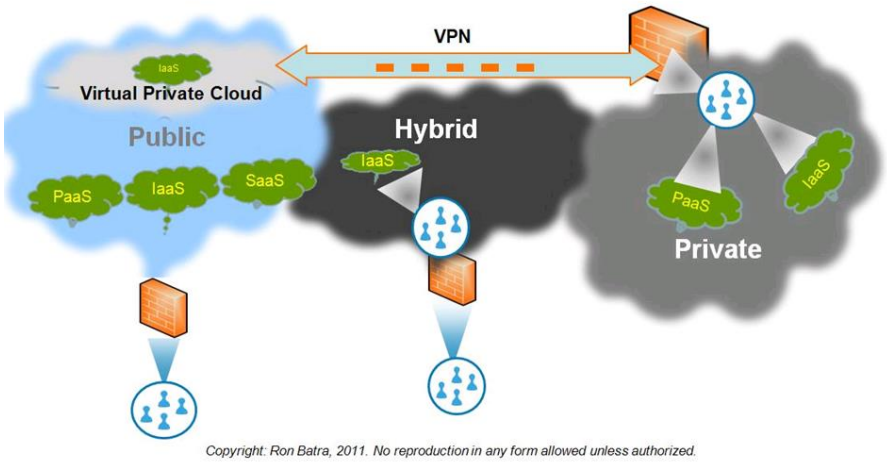
1. Public Cloud หมายถึง การบริการคลาวด์ที่เปิดให้สาธารณชนและหน่วยงานต่าง ๆ ใช้งานทั่วไป โดยผู้ให้บริการเป็นบุคคลภายนอก ผู้ใช้บริการจะมีสิทธิการใช้งานที่จำกัดขึ้นอยู่กับการมอบสิทธิของผู้ให้บริการ

2. Private Cloud หมายถึง การบริการคลาวด์สำหรับหน่วยงานหรือองค์กรเพียงองค์กรเดียวซึ่งถูกบริหารจัดการภายในองค์กรเท่านั้นผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการสามารถกำหนดหรือควบคุมกฎการใช้หรือความปลอดภัยได้ด้วยตนเอง

3. Hybrid Cloud หมายถึง การบริการคลาวด์ที่มีลักษณะผสมผสานระหว่าง Private Cloud และ Public Cloud หรือตั้งแต่ 2 รูปแบบขึ้นไป การใช้งานระบบแบบนี้เป็นการใช้งานเฉพาะกิจซึ่งผู้ใช้งานจะต้องมีมาตรฐาน คุณสมบัติทางเทคนิค และเทคโนโลยีที่สามารถใช้งานข้อมูลและถ่ายโอนแอปพลิเคชั่น สำหรับการใช้งานข้ามไปมาระหว่างรูปแบบแต่ละแบบที่เลือกใช้งาน

4. Community Cloud หมายถึง บริการคลาวด์ที่ดำเนินการร่วมกันโดยกลุ่มคนจากองค์กรต่าง ๆ ที่มีการรวมตัวกันในรูปแบบของการจัดตั้งเป็นสมาคม ชมรมหรือสหภาพ ทั้งเป็น

ทางการหรือไม่เป็นทางการ โดยมีวัตถุประสงค์ จุดมุ่งหมายและความต้องการใช้บริการแบบเดียวกัน เช่น กลุ่มธุรกิจ สถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานภาครัฐ



ภาพที่ 3 รูปแบบการให้บริการของระบบคลาวด์

อ้างอิง https://networkingexchangeblog.att.com/enterprise-business/texas-style-bbq-and-cloud-value-propositions/#fbid=OGaLwezvzzB

3.7 ประโยชน์ของการใช้ระบบคลาวด์

1. ความสะดวกในการใช้บริการ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลาและหลากหลายช่องทาง เพราะระบบนี้สามารถรองรับการใช้งานบนแพลตฟอร์มที่มีหลากหลาย

2. เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการภายในองค์กรหรือสถาบัน ลดความเสี่ยงจากการเริ่มต้นหรือทดลองโครงการ ได้เครื่องแม่ข่ายที่มีประสิทธิภาพ มีระบบสำรองข้อมูลที่ดี มีเครือข่ายความเร็งสูง และมีผู้เชี่ยวชาญดูแลระบบและพร้อมให้บริการช่วยเหลือ 24 ชั่วโมง

3. ลดต้นทุนค่าดูแลบำรุงรักษาเนื่องจากค่าบริการได้รวมค่าใช้จ่ายตามที่ใช้งานจริง เช่น ค่าจ้างคนดูแลระบบ ค่าซ่อมแซม ค่าลิขสิทธิ์ ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าอัพเกรด และค่าเช่าคู่สายเป็นต้น

4. ความต่อเนื่องทางการทำงาน ระบบมีความยืดหยุ่นในการเพิ่มหรือลดระบบตามความต้องการ

3.8 ข้อจำกัดของการใช้ระบบคลาวด์

1. การเข้าถึงการใช้งานทรัพยากรขึ้นอยู่กับความเร็วและความต่อเนื่องของระบบอินเตอร์เน็ต

2. ยังไม่มีระบบการรับประกันในการทำงานอย่างต่อเนื่องของระบบ ความปลอดภัยของข้อมูลและการสูญหายของข้อมูล รวมไปถึงกฎหมายเกี่ยวกับการคุ้มครองทางด้านข้อผิดพลาดของระบบการบริหารจัดเก็บข้อมูล

3. ความไม่มีมาตรฐานของแพลตฟอร์ม ทำให้ผู้ใช้งานระบบนี้มีข้อจำกัดสำหรับตัวเลือกในการพัฒนาหรือติดตั้งระบบ

3.9 แนวทางในการนำระบบคลาวด์มาใช้ในการเรียนการสอน

นักวิจัยและนักวิชาการหลายท่านได้นำระบบคลาวด์มาใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

Breeding (2012) ได้จำแนกประเภทการให้บริการคลาวด์ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือในการทำงานร่วมกัน (Collaborative Tools) การให้บริการในลักษณะนี้มักถูกใช้ในการร่วมกันพัฒนาเนื้อหาหรือภาระงานของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เช่น Google Document ที่มีทั้งเครื่องมือในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและมีปฏิทินกิจกรรมที่สามารถแจ้งกำหนดการในการเรียนการสอนได้ เป็นต้น

2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Gathering Tools) การเรียนการสอนส่วนใหญ่ผู้สอนมักเริ่มต้นด้วยการเก็บข้อมูล เช่น การทดสอบก่อนเรียน หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะเรียน เช่น Survey Monkey, Poll Everywhere เป็นต้น

3. เครื่องมือในการสร้างเนื้อหา (Content Creation Tools) บางช่วงของการเรียนการสอน ผู้สอนอาจจำเป็นต้องมีการนำเสนอข้อมูลเนื้อหาด้วยการสาธิตขั้นตอนซึ่งจำเป็นต้องบันทึกเป็นวีดิทัศน์หรือจับภาพหน้าจอ ตัวอย่างเครื่องมือที่จะช่วยผู้สอนสร้างเนื้อหาได้ เช่น Camtasia Studio, Cam Studio เป็นต้น ตัวอย่างเครื่องมือในการร่วมกันสร้างเนื้อหาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เช่น วิกิ เป็นต้น

4. เครื่องมือในการนำเสนอ (Presentation Tools) ผู้เรียนสามารถนำเสนอรูปภาพประกอบบทเรียนหรือผลงานของตนเองได้โดยรวบรวมเป็นอัลบั้ม ตัวอย่างเครื่องมือในการนำเสนอ เช่น ฟลิคเกอร์, ยูทูป เป็นต้น

5. เครื่องมือในการสื่อสาร (Communication Tools) ใช้สำหรับเป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารการเรียนการสอนระหว่างผู้เรียนและผู้สอน เช่น เฟซบุ๊ก ทวิตเตอร์ สไกป์ เป็นต้น

ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ และณมน จีรังสุวรรณ (2558) ได้กล่าวถึงการนำระบบคลาวด์มาใช้พัฒนาการเรียนการสอนดังนี้

1. การนำระบบคลาวด์มาใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เช่น การรับส่งเมล การนำระบบนี้มาแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่การจัดเก็บข้อมูล ปกติอีเมลสถาบันศึกษาจะมีพื้นที่จำกัด ผู้สอนต้องเสียเวลาในการลบข้อมูลที่ไม่จำเป็น ส่งผลให้การติดตามการบ้านหรือการเรียนของนักเรียนในชั้นเป็นไปได้ยากลำบาก แต่ด้วยการให้การบริการของ Gmail หรือ Hotmail ช่วยในการรับส่งงานด้วยอีเมลระหว่างครู อาจารย์นักเรียน นักศึกษาเป็นไปได้โดยสะดวก โดยระบบสามารถยืดหยุ่นขนาดของพื้นที่ได้ตามความต้องการ

2. การพัฒนาหน้าเว็บไซต์อีเลนนิ่งของครูอาจารย์ที่ผ่านมา จะประสบปัญหาเครื่องแม่ข่ายเว็บที่สถาบันไม่มีให้ หรือมีให้ในปริมาณที่จำกัด หรือผูกขาดการดูแลด้วยครูคอมพิวเตอร์หรือเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ แต่ด้วยการให้บริการที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย ผู้สอนหรือผู้เรียนสามารถเข้าไปสมัครเป็นสมาชิกได้ฟรี ผู้สอนสามารถนำเอกสารหรือสื่อประกอบการสอนไปฝากไว้บนระบบคลาวด์ เช่น ไฟล์งาน ไฟล์ภาพ ไฟล์เสียง และไฟล์วิดีโอ

3. การสร้างสรรค์บทเรียน สื่อการเรียนการสอน ครูและอาจารย์ขาดซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ที่ใช้ประกอบการทำบทเรียนส่งผลให้เกิดปัญหาละเมิดลิขสิทธิ์ แต่ด้วยแพลตฟอร์มของระบบคลาวด์สามารถทำสื่อการสอนได้โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม ทำให้ลดปัญหาละเมิดลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ลดลง

4. ระบบคลาวด์นี้เป็นช่องทางการติดต่อสื่อสารบนระบบเครือข่าย เพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยการใช้ประยุกต์ใช้สื่อสังคมออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊ก วิกิ กูเกิลพลัส เป็นต้น

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.10 กิจกรรมการเรียนที่ใช้คลาวด์เป็นฐาน

Denton (2012 อ้างถึงใน กุลชัย กุลตวนิช, 2557) ได้นำเสนอแผนกิจกรรมการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์และการเรียนแบบร่วมมือแบบคลาวด์ไว้ 10 กิจกรรม ดังนี้

1. โครงงานกลุ่ม (Group Project) การทำโครงงานเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการปฏิบัติงาน ทักษะทางสังคม และความสนใจของผู้เรียน มีวัตถุประสงค์ในการมุ่งแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และการตัดสินใจเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนมีบทบาทในการวางโครงสร้างของงานและคอยให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนระหว่างการค้นคว้า โดยมีเครื่องมือแบบคลาวด์เข้ามาช่วยให้ผู้สอนสามารถกำหนดโครงสร้างการทำงานให้กับผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น เช่นการใช้ Google Document ช่วยให้ผู้สอนสามารถกำหนดการแบ่งปันหรือการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนได้

2. การประเมินโดยเพื่อน (Peer Assessment) เป็นการให้ผู้เรียนป้อนข้อมูลย้อนกลับไปยังเพื่อนร่วมเรียนด้วยกันโดยมีเงื่อนไขที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา กิจกรรมนี้จะช่วยให้ผู้เรียน เสริมสร้างการรู้คิดเนื่องจากต้องสร้างสรรค์ผลงานให้เป็นที่ยอมรับของเพื่อนด้วย โดยเครื่องมือแบบคลาวด์เข้ามาช่วยให้การประเมินโดยเพื่อนเป็นระบบมากขึ้น เช่น การนำเสนองานผ่าน Google Document ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองลงไปบนงานของเพื่อนได้ทันที การสร้างแบบประเมินออนไลน์ให้เพื่อนร่วมเรียนได้ประเมินงานของตนเองก็เช่นกัน

3. การสร้างสื่อนำเสนอโดยผู้เรียน (Student Constructed Presentations) เป็นการกำหนดให้ผู้เรียนถ่ายทอดสิ่งที่ไปศึกษาค้นคว้าออกมาในรูปของสื่อนำเสนอ เป็นการถ่ายทอดสิ่งที่ไม่เป็นรูปธรรมให้ออกมาในรูปแบบที่สังเกตได้ เครื่องมือแบบคลาวด์สามารถช่วยให้ผู้เรียนร่วมกันสร้าง สื่อนำเสนอ และผู้สอนสามารถติดตามการดำเนินงานของผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและให้ คำแนะนำในทันทีได้ เช่น การมอบหมายให้กลุ่มผู้เรียนสร้างสื่อนำเสนอเรื่องราวโดยมีผู้สอนกำหนดประเด็นในการนำเสนอที่จำเป็นต้องมีให้ผู้เรียนรับทราบผ่านทาง Google Document

4. การอภิปรายร่วมกัน (Simultaneous Class Discussions) เป็นหนึ่งในกิจกรรมการสอน ที่นิยมใช้ภายในชั้นเรียนเกี่ยวข้องกับการตั้งข้อคำถามเพื่ออภิปรายโดยเสนอความเห็นเป็นรายบุคคล ผู้สอนมีหน้าที่ในการถ่ายทอดความหมายของสนทนาให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน เครื่องมือแบบคลาวด์สามารถช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนตั้งประเด็นคำถามของตนเองร่วมกันได้ในเวลาเดียวกัน เช่น ผู้สอน สร้างสื่อนำเสนอบน Google Document โดยกำหนดหัวข้อในการอภิปรายแล้วให้ผู้เรียนสร้าง

สไลด์ ของตนเองคนละหนึ่งหน้าเพื่อพิมพ์ประเด็นความสนใจหรือคำถามลงไป แล้วนามาแสดงร่วมกันในชั้นเรียน ผู้สอนทำหน้าที่ในการเลือกประเด็นคำถามที่ดีออกมาและให้ผู้เรียนอธิบาย

5. การร่วมสะท้อนคิด (Collaborative Reflection) เป็นกิจกรรมที่มีความคล้ายคลึงกับการอภิปรายกลุ่ม แต่กระทำหลังจากการเรียนการสอนเสร็จสิ้นโดยให้ผู้เรียน โดยอาจทำเป็นการสะท้อนคิดรายบุคคลหรือการสะท้อนคิดเป็นกลุ่มก็ได้ เครื่องมือแบบคลาวด์จะช่วยสนับสนุนการแบ่งปันผล การสะท้อนคิด หรือสนับสนุนการร่วมสะท้อนคิดเป็นกลุ่มได้ด้วยคุณสมบัติการพิมพ์งานในเวลาเดียวกันได้ เช่น ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนสร้างเอกสารออนไลน์ผ่าน Google Document เพื่อให้สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันสะท้อนคิดและแบ่งปันให้เพื่อนร่วมเรียนกิจกรรม

6. การเขียนโดยมีผู้ชี้นำ (Assisted Writing) เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาทักษะการเขียนของ ผู้เรียนโดยการตรวจแผนการเขียน โครงร่าง และชิ้นงาน โดยปกติแล้วกิจกรรมเหล่านี้ต้องใช้เวลาในการเข้าพบผู้สอนจึงทำให้การพัฒนางานเขียนเป็นไปได้อย่างล่าช้า เครื่องมือแบบคลาวด์จะช่วยลดช่องว่างทางด้านเวลาลง เช่น ผู้เรียนสามารถเขียนเค้าโครงงานบน Google Document แล้วแบ่งปัน ให้ผู้สอนตรวจสอบและสามารถได้รับข้อเสนอแนะผ่านทางระบบได้ทันที และด้วยคุณสมบัติทบทวน การปรับปรุงชิ้นงาน (Revision History) ช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนสังเกตความเปลี่ยนแปลงในการเขียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

7. การถ่ายทอดภาพการเรียนรู้ (Learning Illustrated) เป็นการถ่ายทอดความคิดหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ออกมาเป็นสัญลักษณ์ภาพและข้อความ โดยเครื่องมือแบบคลาวด์ช่วย ให้ผู้เรียนร่วมกันสร้างภาพที่ตนคิดและปรับความคิดให้ตรงกับผู้เรียนคนอื่นที่ร่วมกันสร้างภาพได้ ผู้สอนสามารถเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อนในความคิดผู้เรียนได้ผ่านทางภาพที่ถูกวาดขึ้นมา เช่น ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนใช้ Google Drawing เพื่อร่วมกันเขียนผังการดำเนินงานหรือผังการแก้ปัญหาเรื่องต่าง ๆ ผู้เรียนสามารถร่วมกันสร้างได้และนำเสนอผ่านเว็บได้ทันทีเมื่อทำเสร็จ

8. การรวบรวมข้อมูลในชั้นเรียน (Class Inventory) การวัดประเมินโดยปกตินั้นมักจะถูกวัดแค่ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่านั้น ทำให้ขาดข้อมูลประกอบในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน เครื่องมือแบบคลาวด์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สอนในการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเรียนเพื่อติดตามบรรยากาศในชั้นเรียนหรือประเมินพัฒนาการของผู้เรียน เช่น การใช้ Google Form สร้างแบบสอบถามหรือเครื่องมือรวบรวมข้อมูลแล้วนำไปฝังไว้กับระบบจัดการเรียนการสอนเพื่อเก็บข้อมูลในขั้นตอนการเรียนต่าง ๆ

9. การร่วมกันสร้างเกณฑ์ประเมินการทำงาน (Collaborative Rubric Construction) การประเมินผลการทำงานผู้เรียนจำเป็นจะต้องเข้าใจหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนด้วย ดังนั้นการแจ้งและร่วมพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินการทำงานเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เครื่องมือแบบคลาวด์ช่วยให้ผู้สอนสร้างเกณฑ์ประเมินการทำงานแล้ว นำเสนอให้ผู้เรียนรับทราบ โดยผู้เรียนสามารถเสนอความเห็น สอบถามและต่อรองเพื่อปรับความเข้าใจให้ตรงกันได้ผ่านทางระบบ เช่น การนำเอา Google Spread Sheet มาสร้างตารางรูบริคแล้ว ให้ผู้เรียนเข้ามาแสดงความเห็นต่อเกณฑ์การให้คะแนน ผู้เรียนยังสามารถเข้ามาทบทวนเกณฑ์ในการให้คะแนนระหว่างการทำงานอีกด้วย

10. การเผยแพร่ผ่านเว็บ (Website Publishing) เป็นการนำเสนอผลงานหรือความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานผ่านเว็บเพื่อให้ผู้สอนได้ติดตามผลการทำงาน เครื่องมือแบบคลาวด์ช่วยให้ผู้เรียนใช้บริการสร้างเว็บส่วนตัวหรือบล็อกส่วนตัว เพื่อนำเสนอการศึกษาค้นคว้าได้ เช่น ผู้เรียนใช้ Blogger หรือ Google Site เพื่อสร้างหรือแสดงความก้าวหน้าในการศึกษาด้วยการแนบหลักฐาน การทำงานต่าง ๆ ที่ทำไว้บน Google Document ลงไปในเว็บส่วนตัว เพื่อให้ผู้สอนเข้ามาตรวจสอบ

3.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้บนคลาวด์

González-Martínez, Bote-Lorenzo, Gómez-Sánchez, and Cano-Parra (2015) ได้นำเสนอบทความเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในงานวิจัยทางการศึกษาที่ใช้ระบบประมวลผลแบบก้อนเมฆ (Cloud Computing) โดยทบทวนงานวิจัยทั้งหมด 112 ผลงาน ผลการสำรวจระบบและวิเคราะห์ข้อดีรวมถึงความเสี่ยงในการใช้งานระบบนี้ในบริบททางการศึกษา พบว่าการประมวลผลแบบก้อนเมฆมีลักษณะที่จะเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาบางข้อได้เปรียบเหล่านี้ เช่น ประหยัดค่าใช้จ่ายมีความยืดหยุ่นสูงและสามารถประยุกต์การทำงานร่วมกันกับส่วนต่าง ๆ เช่น ด้านพาณิชย์ ด้านสุขภาพ แต่ในด้านเฉพาะทางก็มีหน่วยงานที่นำระบบนี้มาปรับแต่ง เช่น การออกแบบห้องปฏิบัติการบนระบบก้อนเมฆผ่านระบบ Virtual Machine หรือสามารถสร้างสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครื่องมือที่พวกเขาเลือกเช่น Google Drive, Google Drawing และอื่น ๆ ในงานวิจัยมีแนวโน้มว่าระบบห้องเรียนเสมือนจะมีการแก้ไขปัญหา เช่น การทำงานร่วมกันและการทำงานร่วมกับบุคคลที่สามเครื่องมือเมฆ การรักษาความปลอดภัย การ

ส่งผ่านข้อมูลข้ามระบบก้อนเมฆ ระบบยังถูกพัฒนาในการข้ามจากคอมพิวเตอร์ไปรองรับระบบการเรียนรู้บนสมาร์ทโฟน หรือเรียกว่า m-Learning เป็นการการเรียนผ่านการส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ ช่วยประหยัดแบตเตอรี่ สถาบันการศึกษาสามารถใช้ประโยชน์จากการประหยัดต้นทุนของ Cloud Computing โดยอาศัยการทำงานบนระบบประมวลผลก้อนเมฆทำให้ประหยัดทั้งค่าซอฟต์แวร์และค่าฮาร์ดแวร์ในการดูแลระบบ ระบบการศึกษาขนาดใหญ่ก็ได้นำระบบประมวลผลก้อนเมฆนี้มาใช้ขนาดขีดจำกัดการเผยแพร่ความรู้ระบบนั้นเรียกว่าระบบ MOOCs ที่สามารถรองรับผู้เรียนเข้าใช้งานได้ในปริมาณมาก จากบทความนี้ได้นำเสนอข้อได้เปรียบหลักของระบบการประมวลผลคลาวด์ Cloud Computing ในการทบทวนวรรณกรรม แต่ก็มีหลายงานวิจัยที่นำมาใช้ทดสอบเพียงเบื้องต้น ขาดการประเมินผลงานที่ชัดเจน จึงต้องศึกษาวิธีการนำมาใช้และการประเมินการประยุกต์เทคโนโลยีนี้มาใช้ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

Lin, Wen, Jou, and Wu (2014) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนความคิดเป็นกระบวนการคิดทบทวน พิจารณาความรู้แล้วผู้เรียนสามารถสะท้อนออกมาเป็นการกระทำของตนเอง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขงานได้ดียิ่งขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสะท้อนที่ดีช่วยให้ผู้เรียนบรรลุแรงจูงใจในการเรียนรู้ความเข้าใจและประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาและเสริมสร้างความสามารถในการสะท้อนของพวกเขาเช่นนี้สามารถช่วยให้เกิดการมีส่วนร่วมในการสื่อการเรียนรู้ในลักษณะที่มีความหมายและเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ การสะท้อนคิดในอดีตจะเป็นแบบเผชิญหน้า แต่วิธีดังกล่าวอาจไม่เอื้ออำนวยในการเรียนการสอนทางไกลหรือหลังเลิกเรียน งานวิจัยนี้จึงได้นำเอาระบบประมวลผลคลาวด์มาใช้ในการแก้ปัญหาผ่านการใช้งานการบริการบนระบบก้อนเมฆ ดังนั้นอาจารย์ผู้สอนจะสามารถอำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมของผู้เรียนสะท้อนแม้ในขณะที่อยู่นอกห้องเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์นี้การศึกษานี้เสนอระบบก้อนเมฆตามสภาพแวดล้อมการเรียนรู้นี้ เพื่อช่วยให้อาจารย์และผู้เรียนในการพัฒนาและเสริมสร้างความเข้มแข็งความสามารถในการสะท้อนคิดในระหว่างและหลังการเรียนหรือการค้นคว้าทดลองหาคำตอบ อีกทางหนึ่งการสร้างสภาพแวดล้อมในการสะท้อนคิดนำมาใช้โดยนักการศึกษาในบริบทการศึกษาที่แตกต่างกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในระหว่างการเรียนการสอนที่จะดำเนินการในการประเมินสถานะ การเรียนรู้ของผู้เรียนและเพื่อแจ้งปัญหาการเรียนรู้ ในที่สุดการศึกษาจะสามารถใช้สภาพแวดล้อมในการดำเนินการประเมินผลการเรียนการสอน การแสดงผลการดำเนินงานที่จะหาวิธี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่ดีที่ผู้เรียนได้รับความรู้ที่เกี่ยวข้องการเรียนการสอนในระหว่างขั้นตอนการเรียนรู้ ข้อจำกัดและการเรียนการสอนจะอยู่ที่ฮาร์ดแวร์เช่น แท็บเล็ตและสมาร์ทโฟนที่มีจำนวนไม่เพียงพอกับผู้เรียนได้ แต่อย่างไรก็ตามอนาคตอุปกรณ์เหล่านี้จะมีจำนวนมากขึ้นด้วยราคาที่ถูกลง ระบบอินเตอร์เน็ตที่สามารถเข้าถึงได้อย่างง่ายและรวดเร็ว จากผลการศึกษาพบว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาโดยการศึกษาครั้งนี้จะสามารถอำนวยความสะดวกได้อย่างมีประสิทธิภาพความสามารถในการสะท้อนของผู้เรียนและเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้

ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ และณมน จีรังสุวรรณ (2558) ได้นำเสนอบทความเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยได้อธิบายความหมาย รูปแบบ ประเภทของระบบนี้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ข้อดีของระบบนี้คือสามารถเรียนรู้ได้จากทุกที่ ทุกเวลา ระบบมีความยืดหยุ่นสูง สามารถยืดหรือขยายระบบได้เมื่อผู้เข้าใช้มีจำนวนมากขึ้น ระบบนี้สามารถนำมาใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์ การส่งข้อมูลผ่านรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น อีเมลยูทูป เพื่อใช้ในการเรียนการสอน โดยระบบนี้เน้นสนับการทำงานร่วมกัน การเรียนแบบผสมผสาน การป้อนกลับแบบเวลาจริง การเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาและการดำเนินการควบคุมเอกสารที่สามารถปรับปรุงร่วมกันได้ตลอดเวลา

กุลชัย กุลตวนิช (2557) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนบนห้องเรียนเสมือนแบบคลาวด์ตามแนวคิดการเรียนรู้คอนเน็คติวิสม์ เพื่อส่งเสริมการรู้สารสนเทศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการรู้สารสนเทศ โดยกลุ่มตัวอย่างทดลองเป็นนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เรียนในรายวิชา การผลิตสื่อและสิ่งพิมพ์ทางการศึกษา จำนวน 21 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบการเรียนที่พัฒนานี้มี 5 องค์ประกอบ คือ (1) ห้องเรียนเสมือน (2) เครื่องมือสนับสนุนการเรียนแบบคลาวด์ (3) บทบาทผู้สอน (4) หน่วยความรู้ และ (5) การวัดและประเมินผล มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การรวบรวม (2) การผสมผสาน (3) การประยุกต์ใช้ และ (4) การแบ่งปัน ผลการทดลองใช้ระบบการเรียนนี้พบว่า คะแนนเฉลี่ยการรู้สารสนเทศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการรู้สารสนเทศหลังทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.12 บทสรุป

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud-based Learning) หมายถึง ระบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการเชิงระบบซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ป้อน (Input) กระบวนการ (Process) และมีผลผลิต (Output) ซึ่งถูกสร้างขึ้นบนคลาวด์ ซึ่งเป็นลักษณะของการทำงานของผู้เรียนผ่านระบบเครือข่ายที่มีผู้ให้บริการแบ่งปันทรัพยากร ซอฟต์แวร์และสารสนเทศระหว่างกันได้ทุกที่ทุกเวลาให้มาทำงานร่วมกัน โดยตัวระบบการเรียนรู้ตั้งอยู่บนบริการคลาวด์ส่วนบุคคลในรูปแบบ Platform as a Service (PaaS) และเรียกใช้งานเครื่องมือคลาวด์กับบริการต่าง ๆ จากบริการคลาวด์ สาธารณะในรูปแบบ Software as a Service (SaaS) และการติดตั้งปลั๊กอิน (Plug in) เสริมเพื่อเพิ่มศักยภาพ โดยเครื่องมือนี้ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และการทำงานร่วมกันร่วมกันระหว่างผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยแบ่งประเภทของเครื่องมือออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือในการเก็บข้อมูล (2) เครื่องมือระดมสมอง (3) เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา (4) เครื่องมือประเมินผล (5) เครื่องมือตรวจสอบการเข้าใช้งาน (6) เครื่องมือเสริมการเรียนรู้ (7) เครื่องมือช่วยให้ผลป้อนกลับ (8) เครื่องมือค้นหาข้อมูล และ (9) เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกันวิธีการประเมินผลการเรียนรู้นั้น โดยการประเมินการสังเกตร่องรอยของการเรียนรู้ การทำงานร่วมกันบนระบบคลาวด์

นอกจากนี้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เป็นระบบการเรียนรู้บนพื้นฐานเทคโนโลยีคลาวด์ซึ่งนำมาใช้เกี่ยวกับการบริหารจัดการ จัดเก็บข้อมูล การใช้ซอฟต์แวร์ การเรียนรู้รายบุคคลหรือรายกลุ่ม การบริการทรัพยากรข้อมูลบนพื้นฐานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความยืดหยุ่น สามารถจัดการบริหารข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นกับความเร็วของการรับส่งข้อมูลบนโครงสร้างพื้นฐานของระบบอินเตอร์เน็ต ระบบคลาวด์นี้สามารถเข้าถึงทุกกลุ่มเป้าหมายและสามารถประยุกต์การใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น เครือข่ายสังคมออนไลน์ ยูทูป การใช้ซอฟต์แวร์ที่ถูกลิขสิทธิ์ สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอนได้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า การนำระบบคลาวด์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้แบบเปิด การแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนระบบ การจัดเก็บข้อมูลออนไลน์ ระบบนี้สามารถรองรับได้ทุกอุปกรณ์สื่อสารผ่านเว็บเบราว์เซอร์เมื่อเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต การบริหารจัดการระบบมีความยืดหยุ่นสูง และการใช้ซอฟต์แวร์ที่ถูกลิขสิทธิ์ส่งผลให้เกิดการประหยัดงบประมาณในการใช้ออกแบบหรือพัฒนาระบบการเรียนการสอนออนไลน์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 4 กระบวนการเรียนรู้แบบวิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering)

4.1 ที่มาและความสำคัญของวิศวกรรมผันกลับ

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) คือ ศาสตร์แห่งการประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโครงสร้าง เครื่องจักร เครื่องมือหรือกระบวนการผลิตเพื่อการใช้ประโยชน์สิ่งเหล่านี้โดยจะต้องคำนึงถึงความมุ่งหมายในการใช้งาน ความคุ้มค่าในการปฏิบัติการ และความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินด้วย วิศวกรรมศาสตร์จำแนกออกเป็น 2 ด้าน คือ วิศวกรรมก้าวหน้าและวิศวกรรมผันกลับ

วิศวกรรมก้าวหน้า (Forward Engineering) คือ กระบวนการคิดค้นและพัฒนาเกี่ยวกับโครงสร้าง วัสดุชิ้นงาน ฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ เริ่มจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากจุดเริ่มต้น ทฤษฎี หลักการที่ยังไม่เป็นรูปเป็นร่าง เป็นแค่เพียงหลักการหรือความคิดเท่านั้น โดยการทำงานจะเริ่มต้นจากการสร้างข้อสมมติฐานขึ้นมาจากทฤษฎีหรือหลักการที่มีในความคิด แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อวางแผนการทำงาน ต่อมานำข้อมูลที่ได้มาเข้ากระบวนการออกแบบโดยคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่าง ๆ เช่น บุคคล ทรัพยากร สภาพแวดล้อม อุปกรณ์ ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีที่ใช้ เป็นต้น แล้วนำมาพัฒนาเพื่อเปลี่ยนจากหลักนามธรรมเป็นรูปธรรม แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อดูผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยผลลัพธ์ที่ผิดพลาดอาจจะนำมาปรับปรุงแก้ไขสุดท้ายแล้วนำประเมินผลโดยสังเกตจากผู้ใช้งานหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับสิ่งที่คิดค้นหรือสร้างขึ้นมา ทักษะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของวิศวกรรมก้าวหน้าคือทักษะความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะนี้หมายถึงความสามารถในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ หรือเป็นการกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวหรือไม่ซ้ำแบบใครมีความแปลกใหม่ เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่ไม่สัมพันธ์ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ได้อย่างเหมาะสม วิศวกรรมก้าวหน้านั้นถ้าผนวกกับความคิดสร้างสรรค์มักจะส่งผลให้เกิดนวัตกรรมสิ่งใหม่ ๆ ได้ (Calderon, 2010; Chikofsky & Cross, 1990)

วิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering) คือ กระบวนการค้นหาโครงสร้าง ฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์หรือระบบหนึ่ง ๆ โดยเป็นการคิดวิเคราะห์แยะแยะองค์ประกอบชิ้นส่วนของอุปกรณ์ออกจากกัน ได้แก่ เครื่องกล อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และซอฟต์แวร์ เพื่อเข้าใจกระบวนการผลิตอย่างมีแบบแผน แล้ววิเคราะห์การทำงานระบบในแต่ละส่วน จากนั้นจึงนำมาสร้างอุปกรณ์ใหม่หรือโปรแกรมใหม่ที่ทำงานได้เหมือนเดิม โดยปราศจากการคัดลอกจากต้นแบบ การเรียนรู้เป็นการใช้หลักการที่เป็นระบบอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมผันกลับนั้นจะเริ่มต้นจากการนำผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่งมาถอดออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เพื่อที่จะเข้าใจกระบวนการผลิตอย่างมีแบบแผน เมื่อศึกษาจนเข้าใจแล้วจะทำให้สามารถผลิตสินค้าคล้ายกันหรือนำมาต่อยอดก็ได้เช่นกัน (Ali, 2005; Eilam, 2011; Raja & Fernandes, 2007; Zin et al., 2009)

วิศวกรรมทั้งสองประเภทเป็นสิ่งที่จำเป็นในวงการอุตสาหกรรม สามารถก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่หรือการปรับปรุงสิ่งเดิมให้ดียิ่งขึ้น การสร้างวัสดุที่ดีกว่ามาทดแทน อีกทั้งยังเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญของแรงงานอุตสาหกรรม การเลือกใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการทำงานและการเรียนรู้ การออกแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะทางวิศวกรรมมักนำทั้งสองกระบวนการมาใช้ โดยกระบวนการวิศวกรรมก้าวหน้านั้นเหมาะกับการใช้สอนเนื้อหาในรูปแบบที่ให้ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้จากทฤษฎีพื้นฐาน แล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบคิดค้นต่อมาเป็นการพัฒนาแล้วนำไปทดลองนำไปใช้แล้วนำผลที่เกิดขึ้นกลับมาปรับปรุงเพื่อให้ดียิ่งขึ้น กระบวนการนี้เป็นพื้นฐานก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ได้ แต่ยังมีกระบวนการหนึ่งคือกระบวนการวิศวกรรมผันกลับเหมาะกับการใช้สอนเนื้อหาโดยให้ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้จากทฤษฎี ต่อมาหาต้นแบบที่ดีเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาหรือนำมาเป็นพื้นฐานความรู้ แล้วนำมาต่อยอดเพื่อทำให้มันดีขึ้นหรือสามารถทดแทนสิ่งที่มีอยู่ ช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่นำมาทดลองใช้หรือการปรับปรุงแก้ไขและส่งผลให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาและองค์ความรู้นั้นยิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทางวิศวกรรม จึงพบว่ากระบวนการที่จะส่งเสริมตามองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลยิ่งขึ้นคือกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

4.2 ความหมายของวิศวกรรมผันกลับ

วิศวกรรมผันกลับ คือ กระบวนการค้นหาโครงสร้าง ฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์หรือระบบหนึ่ง ๆ เป็นการคิดวิเคราะห์แยะแยะองค์ประกอบชิ้นส่วนของอุปกรณ์ออกจากกัน โดยใช้หลักการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อเข้าใจกระบวนการผลิตอย่างมีแบบแผน แล้ววิเคราะห์การทำงานระบบในแต่ละส่วน จากนั้นจึงนำมาออกแบบ ปรับปรุงหรือสร้างชิ้นงานใหม่ที่ทำงานได้ดีกว่าเดิม และกระบวนการวิศวกรรมผันกลับนี้สามารถทำได้กับทั้งสิ่งที่จับต้องไม่ได้หรือสิ่งที่จับต้องได้ เช่น ซอฟต์แวร์ สินค้าต่าง ๆ กระบวนการวิศวกรรมผันกลับนี้ถือเป็นการปูทางไปสู่การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าเดิม เนื่องจากในกระบวนการการศึกษาสินค้าต้นแบบ นอกจากจะศึกษาการทำงานของสินค้าชิ้นนั้นแล้วยังสามารถศึกษาได้ว่ากลไกการทำงานใดในสินค้าที่ใช้การไม่ได้หรือมีส่วนประกอบใดที่ไม่มีประสิทธิภาพในการทำงานรวม ๆ เมื่อทราบจุดด้อยหรือข้อเสียต่าง ๆ ก็จะช่วยให้สามารถหลีกเลี่ยงสิ่งเหล่านั้นและจะได้เพิ่มเติมสิ่งที่ได้ผลดีกว่าเข้าไปในผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นในกรณีที่สินค้ารุ่นแรกอาจจะเริ่มล้าสมัยแล้วและจำเป็นต้องพัฒนาสินค้ารุ่นใหม่ ๆ เพื่อเข้าสู่ตลาด แต่ในขณะเดียวกันก็ยังจำเป็นต้องรักษากลไกหรือส่วนประกอบหลักบางส่วนที่ขาดไม่ได้ ในกรณีนี้การศึกษาแนวทางจากรุ่นต้นแบบโดยใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับเพื่อรักษาวิธีการผลิตบางส่วนเอาไว้จึงถือเป็นสิ่งจำเป็นมาก นอกจากนี้วิศวกรรมผันกลับยังมีข้อดีในเรื่องการประหยัด ประการแรกคือการประหยัดเวลา เพราะไม่ต้องเสียเวลาลองผิดลองถูก เพราะสิ่งที่นำมาเป็นต้นแบบก็ต้องยืนยัน

ความสำเร็จหรือประสิทธิผลของต้นแบบชิ้นนั้นอยู่แล้ว การทำตามต้นแบบจึงเป็นการประหยัดเวลาด้วยส่วนหนึ่ง ขณะเดียวกันก็เป็นการประหยัดเงินด้วย เครื่องจักรบางเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หากสามารถศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องเหล่านี้จนสามารถผลิตเองได้ นอกจากการทำงานจะมีประสิทธิภาพก็ยังช่วยลดส่วนต่างจากการนำเข้าได้มาก

วิศวกรรมผันกลับในการพัฒนาซอฟต์แวร์ คือ การแยกองค์ประกอบเพื่อดูวิธีการทำงานเพื่อทำซ้ำหรือเพิ่มศักยภาพให้ซอฟต์แวร์ วิธีการนี้จะพบเห็นได้บ่อยในทางอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์เป็นการวิเคราะห์จากหลักพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ เช่น รหัสไบนารี รหัสเครื่องเพื่อนำกลับไปพัฒนาซอร์สโค้ดที่เขียนขึ้น โดยใช้คำสั่งทางภาษาของโปรแกรม แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณากว่าการคัดลอกหรือทำซ้ำนั้นอาจจะเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์

วิศวกรรมผันกลับในการพัฒนาฮาร์ดแวร์ คือ การแยกองค์ประอบของอุปกรณ์เพื่อดูวิธีการทำงาน เช่น หากผู้ผลิตระบบประมวลผลโปรเซสเซอร์ต้องดูว่าของคู่แข่งทำงานได้อย่างไร แล้วซื้อของคู่แข่งมาแยกแยะ อย่างไรก็ตามขั้นตอนนี้ยังผิดกฎหมายในหลายประเทศ โดยทั่วไปแล้วการทำวิศวกรรมผันกลับในด้านการพัฒนาฮาร์ดแวร์ยังทำได้ยากเพราะต้องใช้ความเชี่ยวชาญและเงินลงทุนที่สูง

นักวิชาการและนักวิจัยได้ให้ความหมายเกี่ยวกับวิศวกรรมผันกลับไว้ดังนี้

Ali (2005) กล่าวว่า วิศวกรรมผันกลับเป็นกระบวนการในการวิเคราะห์ระบบเพื่อสร้างระบบที่ประสิทธิภาพสูงขึ้น การผันกลับไปตรวจสอบระบบหรือรูปแบบการรับส่งข้อมูล การศึกษาแบบแปลนหรือข้อบกพร่องของระบบเพื่อนำมาพัฒนาให้ดีขึ้น

Eilam (2005) กล่าวว่า วิศวกรรมผันกลับคือกระบวนการแยกองค์ความรู้หรือการออกแบบพิมพ์เขียนจากสิ่งต่างที่มนุษย์เป็นผู้สร้าง แนวความคิดนี้มีมานานแล้วก่อนที่จะใช้คอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีสมัยใหม่และอาจย้อนหลังไปถึงยุคสมัยของการปฏิวัติอุตสาหกรรม คล้ายกับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิจัยกำลังพยายามหา "พิมพ์เขียว" ของอะตอมหรือความคิดของมนุษย์ แต่ต่างกันที่หลักการวิศวกรรมผันกลับเป็นการวิเคราะห์จากสิ่งที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น แต่งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ธรรมชาติ การทำวิศวกรรมผันกลับเป็นการค้นพบความลับของผลิตภัณฑ์ แล้วเมื่อรู้ความลับนั้นผู้รู้มักจะสร้างผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันหรือดีกว่า ส่วนใหญ่จะพบในภาคอุตสาหกรรมที่หลากหลาย เช่น อุตสาหกรรมวัสดุ เทคโนโลยี อิเลคทรอนิกส์ ยานยนต์ และอื่น ๆ

Raja and Fernandes (2007) ได้กล่าวว่า วิศวกรรมผันกลับเป็นวิธีการนำมาทำซ้ำในรูปแบบทางกายภาพ ด้วยการวาดแบบ การเขียนเอกสาร และการใช้ข้อมูลโมเดลทางคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปวิธีวิศวกรรมผันกลับเป็นสิ่งของหรือวัตถุใดที่ต้องทำซ้ำภายใต้การควบคุมบนคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Zin et al., (2009) กล่าวว่า วิศวกรรมผันกลับเป็นการใช้กระบวนการเพื่อดึงข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ด้วยการวิเคราะห์ ขั้นตอนการออกแบบ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งด้านรูปทรง วัสดุ และฟังก์ชันการทำงาน

สรุปได้ว่า วิศวกรรมผันกลับเป็นกระบวนการในการแยกองค์ความรู้หรือข้อมูลการออกแบบจากทุกสิ่งที่อย่างที่มนุษย์เป็นสร้าง แล้วนำมาสร้างใหม่บนพื้นฐานของข้อมูลได้มา กระบวนการนี้มักเกี่ยวกับการถอดแยกชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบของระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบแมคคาทรอนิกส์ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้รู้โครงสร้างหรือความลับของผลิตภัณฑ์แล้วนำมาพัฒนาให้คล้ายคลึงกันหรือทำให้ดีกว่า

การทำวิศวกรรมผันกลับในประเทศสหรัฐอเมริกาและอีกหลาย ๆ ประเทศ ค่อนข้างเสี่ยงต่อการถูกฟ้องร้องหรือเป็นคดีความ เนื่องจากสังคมโลกใช้กฎหมายลิขสิทธิ์กันอย่างกว้างขวาง ผู้เป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ต่างต้องการรักษาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ที่คิดค้นขึ้นเป็นความลับ แต่จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมผันกลับคือการเปิดเผยความลับนั้น ออกมา

4.3 วัตถุประสงค์ของการทำวิศวกรรมผันกลับ

ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมในปัจจุบันให้ความสนใจกับการทำวิศวกรรมผันกลับ เนื่องจากเหตุผลตามสภาพธุรกิจ และความจำเป็นต่าง ๆ กันโดยแบ่งออกเป็น 3 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 เพื่อต้องการ “แกะ” ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากที่อื่น เช่น จากบริษัทคู่แข่งหรือจากบริษัทต่างประเทศ เพื่อศึกษาว่าผลิตภัณฑ์นั้นได้รับการออกแบบและผลิตมาอย่างไร

กรณีที่ 2 เพื่อต้องการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ของตนเองที่มีอยู่ แต่เนื่องจากไม่มีแบบและรายละเอียดข้อกำหนดที่ไม่ครบถ้วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรณีที่ 3 ต้องการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ใช้แทนชิ้นส่วนเดิมซึ่งเกิดความเสียหาย เนื่องจากผู้ผลิตไม่ได้ทำการผลิตชิ้นส่วนดังกล่าวอีกต่อไปหรือชิ้นส่วนของแท้จากต่างประเทศมีราคาแพง รวมทั้งการจัดส่งล่าช้า ทำให้ไม่ทันต่อความจำเป็นที่ต้องใช้

จากกรณีข้างต้นทั้ง 3 กรณีสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ในกรณีที่ 1 และ 2 นั้นจุดมุ่งหมายของการทำวิศวกรรมผันกลับคือ การผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากเพื่อผลในเชิงพาณิชย์เป็นหลัก ส่วนกรณีที่ 3 จุดมุ่งหมายคือ การผลิตอะไหล่ทดแทนเนื่องจากความจำเป็นบังคับ ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำวิศวกรรมผันกลับคือ ความรู้ความเข้าใจ ความสามารถในการผลิต การตรวจสอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น รวมทั้งข้อมูลทางวิชาการต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลอื่น ๆ และปรับปรุงชิ้นส่วนอุปกรณ์ให้มีสมรรถนะสูงขึ้น หากมีการพัฒนาความรู้ความชำนาญอย่างต่อเนื่องก็อาจนำไปสู่งานวิศวกรรมผันกลับชิ้นส่วนเครื่องจักรเพื่อการจำหน่ายได้ในที่สุด แต่ไม่ว่าจะทำ

วิศวกรรมผันกลับด้วยเหตุผลใดก็ตามจะต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนเพื่อให้มั่นใจได้ว่าชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นนี้มีสมรรถนะเหมาะสมตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งาน อีกทั้งยังสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยและเชื่อถือได้ตลอดช่วงอายุการใช้งาน

4.4 เหตุผลของความจำเป็นของวิศวกรรมผันกลับ

Raja and Fernandes (2007) ได้สรุปเหตุผลของความจำเป็นที่ต้องใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับไว้ดังนี้

1. ถ้าผู้ผลิตเดิมไม่มีอยู่แล้วแต่ลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์ เช่น อะไหล่เครื่องบินหรือเครื่องยนต์ที่จำเป็น โดยผู้ผลิตเดิมของผลิตภัณฑ์ไม่ได้สร้างผลิตภัณฑ์นี้แล้ว เช่น เกิดการล้าสมัยแต่ในปัจจุบันจำเป็นต้องใช้เอกสารหรือแบบแปลนผลิตภัณฑ์ต้นแบบอาจสูญหาย
2. การตรวจสอบคุณภาพและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เมื่อเทียบกับตัวมาตรฐาน
3. ฟังก์ชันเกินความจำเป็นบางอย่างของผลิตภัณฑ์ ต้องตัดทิ้ง
4. การสร้างความทนทาน คงทนของผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับการใช้งานในระยะยาว
5. การวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของผลิตภัณฑ์คู่แข่ง
6. การวิธีการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้น
7. การสร้างแบบ 3 มิติจากแบบจำลองหรือประติมากรรมเพื่อการเคลื่อนไหวในเกมและภาพยนตร์
8. การสร้างข้อมูล 3 มิติจากแต่ละรูปแบบหรือประติมากรรมเพื่อสร้าง ปรับขนาดหรือทำซ้ำงานศิลปะ
9. เอกสาร แบบแปลนด้านสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง
10. การออกแบบขนาด ไซด์ของเสื้อผ้ารองเท้าเพื่อให้เหมาะสมกับสรีระของมนุษย์แต่ละบุคคล
11. การสร้างข้อมูลเพื่อสร้างเครื่องมือและวัสดุทางทันตกรรม การศัลยกรรมเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือและการวางแผนการผ่าตัด
12. การหาหลักฐานและการพิสูจน์หลักฐานทางอาชญากรรม เช่น การจำลองแผนทำคดี

4.5 บริบทของการใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

วิศวกรรมผันกลับนั้นถูกนำมาใช้ในหลาย ๆ สาขา โดยแต่ละสาขาได้จำแนกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องหรือส่งเสริมทักษะความรู้นั้นผ่านกระบวนการทางปัญญา เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนด โดยสาขาแต่ละด้านก็มีบริบทและกิจกรรมการนำไปใช้ที่แตกต่างกัน Calderon (2010) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 บริบทและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องโดยใช้พื้นฐานวิศวกรรมผันกลับ

บริบท	กิจกรรมที่เกี่ยวข้อง
การศึกษา	กิจกรรม D/A/A (Disassemble, Analysis, Assembly) ที่ถูกใช้สอนหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ระบบแมคคาทรอนิกส์ หลักกายภาพ การบริหารจัดการข้อมูล
อุตสาหกรรมการผลิต	การเทียบเคียงสมรรถนะและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ และการแข่งขันกันทางการค้า
การวิเคราะห์ระบบภูมิศาสตร์	การสำรวจโดยใช้ระบบสแกนภูมิศาสตร์ ภูมิประเทศ
งานอดิเรกของเล่น	การแยกลักษณะหรือส่วนประกอบ
อิเล็กทรอนิกส์	การแยะแยะลักษณะของโทโพโลยี (Topologies)
อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์	ซอฟต์แวร์ที่ล้าหลัง, การทำงานร่วมกันของคำสั่ง การรักษาระบบความปลอดภัยในไซเบอร์
ทางทหาร	การซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ การแสวงหาผลประโยชน์ทางทหาร
การปลอมแปลง	ผลิตภัณฑ์ระบบไฟฟ้าที่มีมูลค่าสูง
การบังคับใช้ทรัพย์สินทางปัญญา	การละเมิดสิทธิบัตรหรือลิขสิทธิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 8 สรุปขั้นตอนสำคัญของวิศวกรรมผันกลับในด้านการศึกษาและรวมถึงคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับความสำเร็จที่เกี่ยวข้อง

เหตุการณ์สำคัญ	ปี	รายละเอียด
Value Engineering	1947	การปรับปรุงคุณค่าผลิตภัณฑ์โดยการตรวจสอบฟังก์ชั่น
Konstruktionskritik “Analysis of Designs”	1956	การตรวจสอบปัญหาของการผลิตหรือโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ การออกแบบ การปรับปรุงซ่อมแซม
Product Tear Down Analyses by Yoshihiko Sato	1972	หลักการและวิธีการเกี่ยวกับ Tear Down Analyses ที่ถูกใช้ในกระบวนการผลิตยานยนต์
Kolb’s Model of Learning	1984	จิตวิทยาการศึกษาและหลักการพื้นฐานการเรียนรู้ในกิจกรรม
Mechanical Dissection at Stanford University	1991	หลักสูตรการเรียนรู้ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ การพัฒนาเอกสาร อุปกรณ์ เทคโนโลยีการศึกษา
The Learning Factory at Pennsylvania State University	1995	การพัฒนาหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ในกิจกรรม
Otto and Woods at MIT and UoT at Austin	2001	มีการแต่งหนังสือเฉพาะสำหรับวิศวกรรมผันกลับ
Ciber-U WikiMedia	2016	การพัฒนาระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนพื้นฐานการรับ-ส่งข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 8 สังเกตได้ว่าการนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับนั้นสามารถนำมาใช้ในการด้านอุตสาหกรรม การศึกษาและการหลักสูตร การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และระบบเครือข่ายอย่างกว้างขวาง

4.6 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

Orta et al. (2006) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ เป็นการให้ผู้เรียนนั้นได้รู้จักแยะแยะ จำแนกผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน การหาวิธีการหรือหนทางในการออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์เพื่อให้สำเร็จ โดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสม์ (Constructivism)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนซึ่งทฤษฎีนี้เชื่อว่า การเรียนรู้ หรือการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการนำประสบการณ์หรือสิ่งแวดล้อมใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมมาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) โดยผู้เรียนแต่ละบุคคลนำประสบการณ์เดิมมาสร้างเป็นความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายของตนเอง (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551)

ทฤษฎีการเรียนรู้นี้มาจากนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ เพียเจต์และวีกอทสกี จำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสม์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)
2. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสม์เชิงสังคม (Social constructivism)

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา แนวคิดนี้พัฒนาโดยนักจิตวิทยาคือ เพียเจต์ (Jean Piaget) โดยการจัดการเรียนรู้นั้นมีแนวคิดว่า มนุษย์เราต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีมา (Schemas) รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) สกีมาในสมองสามารถเปลี่ยนแปลง (Change) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้นได้โดยผ่านทางกระบวนการการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation)

บทบาทของครูผู้สอนในห้องเรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา คือ การจัดเตรียมสิ่งแวดล้อมที่ให้ผู้เรียนได้สำรวจ ค้นหาตามธรรมชาติห้องเรียนควรเติมสิ่งที่น่าสนใจที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างตื่นตัวโดยการขยายสกีมาผ่านทางประสบการณ์ด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) ระหว่างอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญา (Assimilation) เป็นการตีความหรือรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา

2. การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสิ่งที่ต้องเรียนใหม่

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม แนวคิดนี้พัฒนาโดยนักจิตวิทยาคือ วีกอทสกี (Lev Vygotsky) เชื่อว่าสังคมและวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของปัญญา โดยเชื่อว่าเด็กจะพัฒนาในกลุ่มของสังคมที่จัดขึ้น การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมควรจะเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างกันมากกว่าที่จะแยกผู้เรียนจากคนอื่น ๆ บทบาทของครูตามแนวคิดกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ ควรจะสร้างบริบทสำหรับการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถได้รับการส่งเสริมในกิจกรรมที่เหมาะสมและน่าสนใจ กระตุ้นและเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้แทนที่ครูผู้สอนที่เข้ามาสู่กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้เรียน แต่ครูจะมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนปฏิบัติงานในกลุ่มในการที่จะคิดพิจารณาประเด็นคำถาม และสนับสนุนด้วยการกระตุ้น แนะนำ ให้ผู้เรียนต่อสู้กับปัญหาและเกิดความท้าทาย เป็นรากฐานของสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและได้รับความพึงพอใจในผลของงานที่พวกเขาได้ลงมือกระทำ การจัดกิจกรรมอาจจะไม่จำเป็นต้องจัดให้เหมือนกันทุกอย่าง โดยกิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม ครูผู้สอนสามารถนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชั้นเรียนได้ดังนี้

1. การเรียนรู้และการพัฒนาทางสังคม ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Activity)

2. โซนพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียน จากพื้นฐานที่ว่า ผู้เรียนที่มีโซนพัฒนาการ จะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องได้รับการช่วยเหลือ แต่สำหรับผู้เรียนที่อยู่ต่ำกว่าโซนพัฒนาการ จะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้และต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่า ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)

3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกจากการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง ประสบการณ์นอกโรงเรียน ควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

บทสรุปเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้กับการเรียนด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับนั้นเป็นเรียนโดยให้ผู้เรียนนั้นได้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาจากการที่ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานต้นแบบแล้วเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการตีความหรือรับข้อมูลมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญาแล้วทำการปรับหรือเชื่อมโยงกับความรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เพื่อให้รู้กระบวนการทำงาน การพัฒนาและการผลิตของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น แต่ถ้าผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้นมีความซับซ้อนหรือมีขนาดใหญ่จนไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตัวคนเดียวได้ ในโลกแห่งความจริงการทำงานด้านวิศวกรรมผันกลับจะมีความซับซ้อนมากจึงมักจะให้ผู้เรียนหรือผู้วิเคราะห์ สามารถเรียนรู้ด้วยการร่วมมือกัน การพัฒนาความคิดได้มาจากการร่วมแบ่งปันแนวคิดที่หลากหลาย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยนำเสนอความคิดเห็นของแต่ละบุคคล ผู้เรียนจะมีการปรับโครงสร้างความรู้ของตนด้วย และสร้างความหมายของตนเองขึ้นมาใหม่ สุดท้ายก็สามารถนำมาเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้

4.7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

อุตสาหกรรมการผลิตกำหนดขั้นตอนของวิศวกรรมผันกลับในอุตสาหกรรมประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นคัดเลือกชิ้นงาน เป็นการคัดเลือกเพื่อนำมาเป็นต้นแบบ เช่น หากต้องการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเกี่ยวกับการซื้อของแต่ไม่รู้วิธีการออกแบบและการพัฒนา ก็อาจไปดูต้นแบบระบบฐานข้อมูลจากระบบตัวอย่างเพื่อศึกษา

2. ขั้นศึกษาชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานที่สุด เพราะนอกจากจะต้องแยกชิ้นส่วนออกมาอย่างละเอียดแล้ว ยังต้องศึกษาองค์ประกอบแต่ละชิ้นส่วนเกี่ยวกับส่วนประกอบและกลไกการทำงาน ขั้นตอนนี้จะต้องนำชิ้นงานนั้นมาจำแนกออกมาเป็นส่วน ๆ โดยแบ่งหัวข้อออกเป็นส่วนประกอบหลักและส่วนประกอบย่อย แล้วบันทึกขั้นตอนการทำงาน

3. ขั้นทดลอง ลงมือสร้างชิ้นงานจากวิธีที่ศึกษาจากต้นแบบมา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวิธีคิดที่ได้เรียนรู้ สำหรับในขั้นตอนนี้ เมื่อรู้ส่วนประกอบและวิธีการทำงานแล้วก็ให้ออกแบบระบบเป็นของตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องเป็นแบบเดียวกันกับต้นแบบ แต่มีวิธีคิดและโครงสร้างแบบเดียวกัน แล้วจึงลงมือประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยวิธีการต่าง ๆ

4. ขั้นทดสอบ เป็นการทดสอบการใช้งานได้จริงหรือปัญหาในการใช้งาน และปรับปรุงจนกระทั่งชิ้นงานใช้ได้ดีและเสร็จสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นักวิชาการและนักวิจัยได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับไว้ดังนี้

Wu, Vachtsevanos, Lewis, Roemer, and Hess (2006) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยวิศวกรรมผันกลับมา 3 ขั้นตอน คือ

1. การจำแนก แยะแยะองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนำมาเป็นต้นแบบ

2. การรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านโครงสร้างวัสดุและหลักการหรือทฤษฎีที่จำเป็น

3. การออกแบบและสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์บนคอมพิวเตอร์

Messler (2014) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยวิศวกรรมผันกลับมา 6 ขั้นตอนคือ

1. ระบุจุดประสงค์

2. พัฒนาสมมติฐาน

3. แยกแยะชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบ

4. วิเคราะห์องค์ประกอบย่อย

5. จัดทำรายงาน

6. การออกแบบใหม่

Calderon (2010) ได้เสนอขั้นตอนการนำวิศวกรรมผันกลับไว้ดังนี้

1. การวางแผนกิจกรรม คือ การวางแผน ตั้งเป้าหมาย และช่วงระยะเวลาของกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การเลือกหรือเก็บตัวอย่างเลือก คือ การเลือกผลิตภัณฑ์ที่พิจารณาหลักการทางทฤษฎีและผลกระทบ การกำหนดผลลัพธ์ปลายทางของชิ้นงานตนเอง

3. การแยะชิ้นส่วน คือ การสร้างความเข้าใจในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ก่อนที่จะมาออกแบบผลิตภัณฑ์ของตน

4. การวิเคราะห์ คือ ความเข้าใจในการทำงานของผลิตภัณฑ์หรือระบบภายในเช่นเดียวกับปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของตนเอง

5. การประเมินข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบ คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบการประเมินเกี่ยวกับข้อเสนอแนะการออกแบบ

6. การประกอบผลิตภัณฑ์ คือ การเพิ่มความตระหนักเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และฝึกทักษะประสบการณ์การปฏิบัติงาน

7. การรู้สถานะเดิม คือ การตระหนักรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ (ระยะเวลา การออกแบบผลิตภัณฑ์) เข้าใจธรรมชาติของปัญหาในการออกแบบ

8. ข้อเสนอแนะที่สามารถทำให้ดีขึ้น คือ การนำเสนอข้อเสนอแนะที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ดีขึ้นจากเดิมด้วยหลักการและเหตุผล การพิจารณาข้อจำกัดทางผลิตภัณฑ์

9. ข้อเสนอแนะในอนาคต คือ การนำเสนอวิธีการ หลักการทฤษฎีที่ส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต หรือการนำมาออกแบบใหม่ โดยการพิจารณาข้อจำกัดทางผลิตภัณฑ์

10. สิ่งที่ค้นพบ คือ การนำเสนอเกี่ยวกับสิ่งที่พบจากการทำงาน

Becker (2007) ได้เสนอขั้นตอนการนำวิศวกรรมผันกลับที่นำมาใช้ในการออกแบบเกมไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายของผู้เรียน ให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบโครงสร้างการทำงานของเกม แล้วนำมาออกแบบเป็นเกมของตนเองได้

2. เลือกต้นแบบ เป็นการเลือกเกมต้นแบบเพื่อนำมาทำวิศวกรรมผันกลับ

3. ศึกษา รวบรวมข้อมูลทั้งตัวต้นแบบและสิ่งที่จะพัฒนา

4. จำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ

5. การออกแบบ การนำองค์ความรู้ที่ได้มาออกแบบเป็นเกม

จากการรวบรวมขั้นตอนของนักวิชาการต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 9 ตารางสังเคราห์เกี่ยวกับขั้นตอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

Lewis (2007)	Messler (2014)	Calderon(2010)	Becker(2007)	ผู้วิจัย
	1. ระบุจุดประสงค์และพัฒนาสมมติฐาน	1. วางแผนตั้งเป้าหมาย	1. กำหนดจุดประสงค์	1. กำหนดจุดประสงค์และวางแผน
	2. การเลือก	2. เลือกหรือเก็บตัวอย่างต้นแบบ	2. เลือกต้นแบบ	2. เลือกต้นแบบ

Lewis (2007)	Messler (2014)	Calderon(2010)	Becker(2007)	ผู้วิจัย
1. แยกแยะองค์ประกอบ	3. แยกแยะชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบ	3. แยกชิ้นส่วน	4. จำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ	3. จำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ
2. รวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์	4. วิเคราะห์องค์ประกอบย่อย	4. วิเคราะห์	3.ศึกษา รวบรวมข้อมูลทั้งตัวต้นแบบและสิ่งที่จะพัฒนา	4. วิเคราะห์องค์ประกอบย่อย
		5. ประเมินข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบ		
3. การออกแบบและสร้างต้นแบบ	6. การออกแบบ	6. ออกแบบหรือประกอบผลิตภัณฑ์	5. การออกแบบ	5. การออกแบบ
	5. จัดทำข้อมูลรายงาน การสรุปผล			6. การสรุปผล
		7. รู้สถานะเดิม		
		8. ข้อเสนอแนะที่สามารถทำให้ดีขึ้น		
		9. ข้อเสนอแนะในอนาคต		
		10. เสนอข้อค้นพบ		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 9 การสังเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากขั้นตอนของการใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับที่พบในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากกว่าร้อยละ 50 โดยได้คัดเลือกออกมาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและการเสริมสร้างแนวคิดทางวิศวกรรม ผ่านกิจกรรมการลงมือทำ การฝึกสมรรถภาพของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ โดยแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้อ้างอิงทักษะความสามารถที่ใช้ในกิจกรรมจากงานวิจัยของ Calderon (2010) ไว้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ความสามารถและทักษะที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

ขั้นตอน	ความสามารถ/ทักษะ	กิจกรรม
1. กำหนดจุดประสงค์และวางแผน	การระบุปัญหา การเก็บและรวบรวมข้อมูล การสร้างไอเดีย	การวางแผนการดำเนินงาน การตั้งเป้าหมาย การจัดเตรียมเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์สถานที่สำหรับการดำเนินงาน
2. การเลือกต้นแบบ	การเก็บและรวบรวมข้อมูล	การเลือกต้นแบบ โดยพิจารณาหลักการทางทฤษฎี โครงการสร้างของงาน การกำหนดผลลัพธ์ปลายทางของชิ้นงานตนเอง
3. การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ	การทำงานเป็นทีม การสร้างไอเดีย	การสร้างความเข้าใจในต้นแบบก่อน ด้วยวิธีการแยก การจำแนก เกี่ยวกับองค์ประกอบหรือความรู้ที่ต้องการศึกษา
4. การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย	การเก็บและรวบรวมข้อมูล การสร้างไอเดีย การทำงานเป็นทีม การประเมินและการตัดสินใจ	การสร้างความเข้าใจในกระบวนการทำงาน โครงสร้างทั้งระบบภายในและภายนอก เช่น ลักษณะโครงสร้าง วัตถุ การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน
5. การออกแบบ	การประเมินและการตัดสินใจ การเก็บและรวบรวมข้อมูล การสร้างไอเดีย การทำงานเป็นทีม	การนำองค์ความรู้ที่ได้มาออกแบบเกม
6. การสรุปผล	การทำงานเป็นทีม การนำไปใช้ การติดต่อสื่อสาร การรวบรวมข้อมูล	นำความรู้ที่ได้มาจัดทำข้อมูล การสรุปผลการดำเนินงาน การหาแนวทางข้อเสนอแนะที่ทำให้ดีขึ้นด้วยหลักการและเหตุผล การพิจารณาข้อจำกัด และการนำเสนอสิ่งที่ค้นพบจากการดำเนินงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 10 กิจกรรมที่เกี่ยวกับวิศวกรรมผันกลับสามารถนำมาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและการเสริมสร้างแนวคิดทางวิศวกรรม ผ่านกิจกรรมการลงมือทำ การฝึกสมรรถภาพของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับในการนำไปประยุกต์หรือพัฒนาระบบเทคโนโลยีในอนาคตได้

4.8 ประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

วิศวกรรมผันกลับ ถือเป็นการปูทางไปสู่การสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานที่ดีกว่าเดิม เนื่องจากกระบวนการการศึกษาจากต้นแบบ นอกจากจะศึกษากระบวนการสร้างสรรค์งานแล้ว ยังสามารถศึกษาช่องโหว่ของชิ้นงานหรือส่วนที่ไม่ได้ประสิทธิภาพ ส่งผลให้สามารถพัฒนาหรือเพิ่มเติมสิ่งที่ได้ผลดีกว่าเข้าไปในชิ้นงาน นอกจากนั้นในกรณีที่สินค้ารุ่นแรกเริ่มเก่าและล้าสมัยแล้ว จึงจำเป็นต้องพัฒนาสินค้ารุ่นใหม่ ๆ เพื่อเข้าสู่ตลาด แต่ในขณะเดียวกันก็ยังจำเป็นต้องรักษากลไกหรือส่วนประกอบหลักบางส่วนที่ขาดไม่ได้ ในกรณีนี้การศึกษาแนวทางจากรุ่นต้นแบบโดยใช้วิธีการวิศวกรรมผันกลับ เพื่อรักษาวิธีการผลิตบางส่วนเอาไว้จึงถือเป็นสิ่งจำเป็นมาก

นอกจากนี้ วิศวกรรมผันกลับ ยังมีข้อดีในเรื่องการประหยัดเวลา โดยไม่ต้องเสียเวลาลองผิดลองถูก เพราะสิ่งที่นำมาเป็นต้นแบบก็ต้องการันตีความสำเร็จหรือประสิทธิผลของต้นแบบชิ้นนั้นอยู่แล้ว การทำตามต้นแบบจึงเป็นการประหยัดเวลาด้วยส่วนหนึ่ง ขณะเดียวกันก็เป็นการประหยัดเงินด้วย เครื่องจักรบางเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หากสามารถศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องเหล่านี้จนสามารถผลิตเองได้ นอกจากการทำงานจะมีประสิทธิภาพก็ยังช่วยลดส่วนต่างหรือต้นทุนจากการนำเข้าได้อย่างมาก

เหตุผลที่วิศวกรรมผันกลับถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางวิศวกรรมก็อาจจะด้วยเหตุผลทางธุรกิจหรือเชิงพาณิชย์แต่เพียงอย่างเดียว เพราะประโยชน์ที่ได้ก็ทำให้เกิดเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรใหม่ ๆ มากมาย ส่วนเหตุผลอื่น เช่น ผู้ผลิตรายเก่ายกเลิกการผลิตไปแล้วเพื่อวิเคราะห์ส่วนที่ดีหรือไม่ดี หรือเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของเดิมให้ดียิ่งขึ้น ประโยชน์ของการทำวิศวกรรมผันกลับนี้ยังเป็นการป้องกันอาชญากรรมได้ด้วย เช่น การจัดการกับมัลแวร์ ไวรัส ในการนำรูปแบบที่เป็นภัยนั้นมาวิเคราะห์แล้วหาวิธีการตรวจจับหรือลบออกไปแต่ในทางตรงกันข้ามก็สามารถทำให้เกิดการละเมิดลิขสิทธิ์ในด้านซอฟต์แวร์ได้เหมือนกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.9 การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับมาใช้ในการเรียนการสอน

นักวิชาการหลายท่านได้นำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับไปใช้ในการเรียนรู้แต่ละหลักสูตรสาขาวิชา แสดงได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับไปใช้

นักวิชาการ	หลักสูตร	รายวิชา	การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับไปใช้
Orta, Medoza, Elizalde, Guerra (2006)	วิศวกรรมเครื่องกล	ไม่ได้ระบุ	การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับมาใช้การเรียน โดยการแยะองค์ประกอบแล้วสร้างจำลองขึ้นมาใหม่โดยได้เรียนรู้จากเครื่องบิน RV-10 เป้าหมายที่ได้จากการเรียนรู้คือการศึกษาองค์ความรู้ที่ได้ผ่านการฝึกปฏิบัติงานจริง การวิเคราะห์โครงสร้าง วัสดุ ลักษณะพฤติกรรมการบินของเครื่องบิน การพัฒนาส่วนประกอบต่างๆที่อยู่บนเครื่องบิน และการทดสอบการทำงานได้
Soria, Llavador, Penadés (2009)	วิศวกรรมซอฟต์แวร์	วิศวกรรมซอฟต์แวร์	การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การจัดการ การซ่อมบำรุง ปรับปรุงเพิ่มเติมเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่มีความซับซ้อนหรือมีขนาดใหญ่
Luisa A. Dempere (2009)	วิศวกรรมอุตสาหการ	การพัฒนาที่ยั่งยืน	การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ มาใช้ในการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน การวิเคราะห์ต้นแบบเพื่อหาวัสดุทางเลือก เพื่อสภาพแวดล้อม
Becker(2007)	วิทยาการคอมพิวเตอร์	การออกแบบและการพัฒนาเกม	การนำกระบวนการนี้มาใช้ในการออกแบบเกม การวิเคราะห์จากต้นแบบ แล้วนำมาออกแบบและพัฒนาเกมที่ต้องการ
Telea, Byelasand, Voinea (2009)	อุตสาหกรรมซอฟต์แวร์	ไม่ได้ระบุ	การนำกระบวนการนี้มาใช้ตรวจสอบหรือประเมินเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ ที่ฐานการพัฒนามาจากภาษา C++ ทั้งโครงสร้างสถาปัตยกรรม การเขียนโค้ด และรูปแบบการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.10 ข้อกฎหมายเกี่ยวกับการทำวิศวกรรมผันกลับในการพัฒนาซอฟต์แวร์

ปัจจุบันมีการนำกระบวนการทำวิศวกรรมผันกลับมาใช้ในการผลิตซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์อย่างกว้างขวาง ในทางกฎหมายของแต่ละประเทศได้บัญญัติข้อกฎหมายที่บังคับใช้เกี่ยวกับการทำวิศวกรรมผันกลับ ดังตารางที่ 12 (ราชกิจจานุเบกษา พระราชบัญญัติ ลิขสิทธิ์ ฉบับที่ 2, 2558)

ตารางที่ 12 กฎหมายข้อบังคับเกี่ยวกับวิศวกรรมผันกลับ

ประเทศ	ข้อกฎหมาย
สหรัฐอเมริกา	1. ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้รับสิทธิ์การสำเนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง ก็ต่อเมื่อผู้พัฒนาสามารถเข้าถึงได้เพียงส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น และต้องสามารถนำโปรแกรมนั้นมาพัฒนาในส่วนของที่ไม่เคยพัฒนามาก่อน 2. ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จำเป็นต้องพัฒนาหรือใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์ สามารถเลี่ยงได้โดยการระบุวิเคราะห์ตามข้อที่ 1. หรือเพื่อเพิ่มความความสามารถในการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นโดยต้องไม่เกี่ยวข้องหรือเป็นอิสระจากโปรแกรมอื่นๆ การกระทำดังกล่าวไม่ถือเป็นการละเมิดข้อนี้ 3. จากข้อมูลที่ได้รับอนุญาตจากข้อที่ 1.และข้อที่ 2 การทำงานที่ผ่านมาเป็นการให้ข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์แก่ส่วนรวม ไม่ได้นำมาพัฒนาเพื่อผลประโยชน์ส่วนตน การกระทำดังกล่าวไม่ถือเป็นการละเมิดกฎหมาย
สหภาพยุโรป	การคัดลอก การดัดแปลง การเปลี่ยนรูปแบบที่จัดขึ้นจากการทำสำเนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ แต่ก็มีหลีกเลี่ยงที่ว่าต้องดูการกระทำซ้ำ หรือดัดแปลงในนามบุคคลด้วยการทำให้โปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยอิสระจากโปรแกรมอื่น ๆ และต้องทำถูกต้องตามกฎหมายหรือสอดคล้องกับการปฏิบัติที่เป็นธรรม ถือว่าไม่จำเป็นต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ วัตถุประสงค์ของข้อยกเว้นนี้คือเพื่อส่งเสริมการใช้งานที่กว้างขวางของซอฟต์แวร์ การเชื่อมต่อองค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์กับผู้ผลิตรายอื่นให้สามารถทำงานร่วมกันได้
ไทย	การทำซ้ำหรือดังแปลง เผยแพร่ต่อสาธารณชน การให้เช่าต้นฉบับหรือสำเนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แจกจ่ายในลักษณะที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่เจ้าของลิขสิทธิ์ เป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ แต่ก็มีกฎหมายข้อยกเว้นการละเมิดลิขสิทธิ์ เพิ่มเติม 2 มาตรา คือ - มาตรา 32/1 ยกเว้นให้ผู้ที่ได้กรรมสิทธิ์ในต้นฉบับหรือสำเนางานอันมีลิขสิทธิ์มาโดยชอบด้วยกฎหมาย สามารถจำหน่ายต้นฉบับหรือสำเนางานนั้นได้ตามหลักกรรมสิทธิ์ โดยไม่ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ - มาตรา 32/12 ข้อยกเว้นในการทำซ้ำที่จำเป็นในการนำสำเนามาใช้ เพื่อให้อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์หรือกระบวนการส่งงานทางระบบคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ปกติ ไม่ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

Becker (2007) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยแผนภาพ Ethology ซึ่งเป็นหลักการเกี่ยวกับการใช้วิศวกรรมผันกลับสำหรับการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา การนำเกมดิจิทัลมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดแรงจูงใจเพื่อเรียนให้บรรลุเป้าหมาย ฉะนั้นการออกแบบหรือสร้างเกมดิจิทัลจำเป็นต้องมีการออกแบบตัวเกมที่ดีทั้งเนื้อหา โครงสร้าง จิตวิทยาการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้การออกแบบเกมได้มุ่งเน้นเป็นการให้ความรู้มากกว่าความบันเทิง ผู้วิจัยได้อธิบายเกี่ยวกับการวิเคราะห์เกม แล้วใช้หลักการการทำงานร่วมกันระหว่างกระบวนการทางวิศวกรรมผันกลับและหลักการของ Ethology เพื่อแยกแยะบริบทและองค์ประกอบของเกมนั้น การเรียนด้วยแผนภาพ Ethology เป็นการสังเกตคล้ายกับการสังเกตพฤติกรรมสัตว์ วิธีการนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับเกม โดยการปรับมุมมองเป็นการสังเกต ระบุ และจำแนกจุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์กระบวนการและกลยุทธ์ในการสอนในเกมทั่วไป แล้วนำกลยุทธ์นั้นมาพัฒนาในเกมดิจิทัลการศึกษาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนได้ การวิเคราะห์เกมนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ พฤติกรรมและโครงสร้างของเกม โดยทั้งสองต้องมีความสัมพันธ์กัน การสร้างเกมดิจิทัลส่วนใหญ่จะเริ่มจากการวิเคราะห์โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ วิธีที่วิเคราะห์โครงสร้างนี้ถูกเรียกว่า Ontological Excavation โดยพื้นฐานการวิเคราะห์ตามโครงสร้างนี้ได้แรงบันดาลใจมาจากการวิเคราะห์พฤติกรรมสัตว์ ผลลัพธ์ของวิธีการใหม่ในการวิเคราะห์นี้เรียกว่า Instructional Ethology วิธีการเรียนรู้แบบ Ontological Excavation นี้สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) รูปแบบของหน้าจอที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยเขียนเป็นโครงสร้างตามสัณฐานวิทยา (Morphological) (2) สร้างลิสต์องค์ประกอบของสัณฐานวิทยา (3) แต่ละส่วนขององค์ประกอบนั้นให้ระบุหลักการ คุณลักษณะ พฤติกรรม (4) ระบุความสัมพันธ์ของหลักการแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน และ (5) ได้รูปแบบหลักการที่มีความสัมพันธ์กันเพื่อสร้างเป็นแผนผัง Semantic Network แล้วนำเสนอในแผนผัง Ontology เพื่อไปใช้ในแผนผัง Ethology โดยแผนผัง Ethology นี้เป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมสัตว์แบบ 4 มุมมองเช่น Anatomy, Physiology, Neurobiology และ Phylogenic History ถ้าเปรียบเทียบกับการทำเกมสามารถเทียบได้คือ Anatomy (โครงสร้างของเกม), Physiology (ฟังก์ชันการทำงาน), Neurobiology (การปฏิสัมพันธ์), Phylogenic History (วิวัฒนาการของเกม) เมื่อทำตามครบกระบวนการของ Ethology แล้วจะได้ผังการทำงานและโครงสร้างของเกมทุกด้าน เป็นการประยุกต์สำหรับการออกแบบ พัฒนา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และประเมินผลการเรียนรู้ สุดท้าย Instructional Ethology เป็นวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เกมร่วมกับหลักการวิศวกรรมผันกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีศักยภาพได้

Telea et al. (2009) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบหรือประเมินเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ ที่ฐานการพัฒนามาจากภาษา C++ ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาโครงสร้าง สถาปัตยกรรม การเขียนโค้ด และรูปแบบการทำงาน โดยใช้ระบบที่เรียกว่า SolidFX เป็นระบบที่ผสานหลักการของวิศวกรรมผันกลับในการวิเคราะห์ส่วนประกอบ การคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงาน และการจำลองการทำงานโดยสามารถจัดการกับโค้ดโปรแกรมได้กว่าล้านบรรทัด โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับวิธีการสร้างระบบ SolidFX ที่สามารถใช้ได้ในชีวิตจริง โดยหลักการสร้างตัวระบบนี้จะต้องเป็นระบบที่ยืดหยุ่น ง่ายต่อการใช้งานในการทำวิศวกรรมผันกลับ โดยสร้างจากเครื่องมือที่เรียกว่า Visual Code Navigator(VCN) โดยเครื่องมือที่เป็น Open-Source และพัฒนามาจากภาษา C++ ด้วย ฟังก์ชันการทำงานของระบบนี้สามารถจำแนกการทำงานได้ดังนี้ (1) การแยกเกี่ยวกับฐานข้อมูล โดยการตรวจสอบที่โค้ดคำสั่ง แล้วแยกเป็นแต่ละส่วนเช่น ส่วนของโค้ด ส่วนตารางเมตริกซ์ ส่วนของ UML และส่วนที่นำออก (Exporters) (2) การแยกในส่วนของโค้ดภาษา C++ โดยการนำไฟล์มาแยกตามหลักการการเขียนโค้ด และลำดับการตรวจสอบมีดังนี้ (2.1) Pre Processor (2.2) C/C++ Parser (2.3) Type Checker (2.4) ASG filter (2.5) Output generator (2.6) fact files และ (3) กลไกการทำงานของการ Query และ Metric โดยจะใช้หลักการของแผนผังต้นไม้ของการ Query ซึ่งแยกย่อยออกมาเป็นแต่ละโหนด (Node) แล้วใช้ตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์เช่น (AND, OR, NOT) ในดำเนินการหรือหารูปแบบที่ซ้ำกัน การนำโปรแกรมไปใช้สามารถวิเคราะห์ตัวซอฟต์แวร์ได้ออกเป็น Hot-spots, Modularity Assessment, Maintainability Assessment, Analysis of Copy-and-Paster Pattern การนำระบบ SolidFX ที่ใช้หลักการของการทำวิศวกรรมผันกลับสามารถใช้ระบบนี้ในการวิเคราะห์การทำงานของซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน เพื่อการดูกระบวนการทำงาน การจัดการเกี่ยวกับข้อมูล การวิเคราะห์ความปลอดภัยซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อวิเคราะห์ระบบซอฟต์แวร์ในปัจจุบัน

Dempere (2009) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการนำหลักการวิศวกรรมผันกลับมาเป็นเครื่องมือในการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในหลักสูตรของวิศวกรรมอุตสาหการของมหาวิทยาลัยฟลอลิดาได้สอนเกี่ยวกับการวิเคราะห์โครงสร้างของวัสดุ โดยจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแยกจำแนกชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ โครงสร้าง แล้วให้ผู้เรียนเลือกวัสดุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เพื่อนำมาประกอบเป็นชิ้นใหม่ โดยได้ใช้กระบวนการการสอนวิศวกรรมผันกลับ ผู้เรียนต้องวิเคราะห์และเลือกส่วนประกอบใดส่วนหนึ่งแล้วทำการวิเคราะห์วัฐจักรการใช้งานของวัสดุนั้น การวิเคราะห์กระบวนการย่อยสลาย ลักษณะโครงสร้าง ต่อมาผู้เรียนจะต้องคาดการณ์ผลกระทบที่ส่งผลต่อมลพิษสิ่งแวดแล้วและสังคม สุดท้ายแล้วผู้เรียนจะได้รวบรวมข้อมูลหรือนำเสนอผลิตภัณฑ์ทางเลือกหรือวัสดุทางเลือกที่ไม่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม ในการเรียนรู้ผู้สอนได้ให้ผู้เรียนเลือกวัสดุที่จะนำมาศึกษาโครงสร้าง เช่น เหล็ก เซรามิก โพลิเมอร์ อิเลคทรอนิกส์ หลังจากนั้นก็ศึกษาองค์ประกอบ โครงสร้างการขึ้นรูปของแต่ละวัสดุนั้น ต่อมาให้ผู้เรียนหาวัสดุทางเลือกที่ที่สามารถมาทดแทนวัสดุตัวเดิมและเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันแต่ละประเทศให้คำความสำคัญกับการใช้ผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตของมนุษย์

Costa-Soria et al. (2009) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการสอนวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ผ่านกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ ในยุคที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า การพัฒนาซอฟต์แวร์ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง โดยซอฟต์แวร์จะเป็นส่วนที่ช่วยจัดการ ควบคุมหรือบริหารเทคโนโลยีนั้น เพราะซอฟต์แวร์มีความซับซ้อนและส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ การจัดการซ่อมบำรุงปรับปรุงเพิ่มเติมจึงเป็นไปได้ยาก ศาสตร์การปรับปรุงซ่อมแซมหรือพัฒนาเพิ่มเติมจึงเป็นส่วนที่สำคัญ เช่น ระบบการจัดการฐานข้อมูลของธนาคาร ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยได้บรรยายเกี่ยวกับวิธีการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ โดยให้ผู้เรียนได้แบ่งกลุ่มย่อยแล้วเลือกพัฒนาแต่ละส่วนของตัวโปรแกรมที่มีอยู่แล้ว เพื่อที่ต้องการฝึกการทำงานในโลกแห่งความจริง ต่อมานำมาจัดการเรียนการสอนโดยเริ่มจากการอธิบายหลักการของซอฟต์แวร์ที่เป็น Open Source เช่น Firefox OpenOffice เพื่อสร้างแรงจูงใจ ต่อมาก็ใช้กระบวนการของวิศวกรรมซอฟต์แวร์โดยมีลำดับดังนี้ (1) ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล (2) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล (3) ขั้นการออกแบบ (4) ขั้นการพัฒนาและนำไปใช้ และ (5) ขั้นประเมินผล โดยแต่ละขั้นทั้ง 5 ขั้นตอนได้กำหนดจุดประสงค์ การวางแผน ลักษณะการทำงาน การประเมินผลจากเป้าหมาย การเลือกเครื่องมือและทรัพยากรที่ช่วยในการทำงาน โดยเครื่องมือจะมีตั้งแต่ Text Editor, C/C++ environment, UML Designer และพวก Share Source Server กระบวนการเรียนรู้ทั้งหมดนี้จะใช้ทักษะเกี่ยวกับการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นเป็นทักษะพื้นฐานของวิศวกรรมซอฟต์แวร์

Orta et al. (2006) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับมาใช้การเรียนหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล โดยในหลักสูตรนี้ได้ให้ผู้เรียนใช้หลักการวิศวกรรมผันกลับเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การแยะองค์ประกอบแล้วสร้างจำลองขึ้นมาใหม่โดยได้เรียนรู้จากเครื่องบิน RV-10 ซึ่งเป็นเครื่องบินที่ใช้เครื่องยนต์เดียวและบรรทุกได้ 4 ที่นั่ง เป้าหมายที่ได้จากการเรียนรู้ คือ การศึกษาองค์ความรู้ที่ได้ผ่านการฝึกปฏิบัติงานจริง การวิเคราะห์โครงสร้าง วัสดุ ลักษณะพฤติกรรมการบินของเครื่องบิน การพัฒนาส่วนประกอบต่าง ๆ ที่อยู่บนเครื่องบิน และการทดสอบการทำงานได้ หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกลนี้เน้นการปฏิบัติงานจริงโดยใช้หลักทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสม์ (Constructivism) ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และผู้สอนได้จัดเตรียมหรือออกแบบสภาพแวดล้อมให้ เป้าหมายการทดลองนี้คือ (1) การแสดงตัวอย่างการนำวิศวกรรมผันกลับซึ่งเป็นรูปแบบการศึกษาไปใช้ในการสร้างความคิดรวบยอด (Abstraction) การปฏิบัติทดลอง (Experimentation) และการสำรวจค้นพบ (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและ โครงงานเป็นฐาน และ (2) การพัฒนากระบวนการ วิธีการและขั้นการแยกออกประกอบ ออกแบบ การควบคุมเครื่องบิน โดยใช้บริบทของรูปแบบการประมวลผล (Computational Modeling) เกี่ยวกับของแข็ง การวิเคราะห์หลักการทางตัวเลข (Numerical modeling) เพื่อหาจลนศาสตร์ (Kinematic) และการสร้างรูปแบบเสมือน (Visual Modeling) จากสภาพแวดล้อมจริงด้วยการใช้กระบวนการดังกล่าว โดยทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในด้านนี้ คือ (1) ความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลและแมคคาทรอนิกส์ (2) ทักษะการใช้ซอฟต์แวร์และเครื่องมือช่าง (3) ทักษะการติดต่อสื่อสารและการทำงานเป็นทีม (4) ทักษะการคิดวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ (5) ทักษะการบริหารจัดการโครงงาน และ (6) ทักษะการจัดการเอกสาร ทักษะทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนรู้ในหลักสูตรนี้ การใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับในการเรียนการสอนนั้นช่วยให้ผู้เรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ แยกแยะแล้วหาแนวทางพัฒนาเพื่อให้ได้วัสดุที่ทดแทนหรือวัสดุที่ดีกว่าเพื่อช่วยลดต้นทุน ลดระยะเวลา ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จได้

Tiwari and Prasad (2015) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาเครื่องมือทางด้านวิศวกรรมผันกลับสำหรับการเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้นด้วยการเขียนผังงาน เนื่องจากการพัฒนาซอฟต์แวร์มีหลายรูปแบบหลายวิธี การจะทำให้ซอฟต์แวร์นั้นให้มีประสิทธิภาพได้จำเป็นต้องมีหลักการเขียนอัลกอริทึมที่ดี ซึ่งอัลกอรึทึมนั้นสามารถออกแบบด้วยการเขียนผังงาน การเขียนผังงานเป็นการแสดงสัญลักษณ์รูปภาพเพื่ออ้างขั้นตอนการทำงานทีละส่วนอย่างเป็นลำดับ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือที่สามารถเปลี่ยนจากรูปแบบของภาษาโค้ดเป็นผังงานได้ และภาษาที่รองรับการทำงานนี้คือภาษา C/C++ และ JAVA โดยในงานวิจัยนี้นำเครื่องมือที่พัฒนาได้มาเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ใช้ในท้องตลาด ผลปรากฏกว่าเครื่องมือที่ผู้วิจัยคิดค้นคือ CVF Tools สามารถใช้งานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดีกว่า มีประสิทธิภาพ รองรับฟังก์ชันการทำงานได้ดีในเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยผลสุดท้ายที่ได้คือเครื่องมือทางการเขียนผังงานที่สามารถช่วยทำให้วิศวกรรมซอฟต์แวร์และวิศวกรรมผันกลับสามารถนำมาใช้งานได้ง่ายขึ้น

4.12 บทสรุป

วิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering) เป็นกระบวนการในการแยกองค์ความรู้หรือข้อมูลการออกแบบจากต้นแบบหรือชิ้นงานที่มนุษย์เป็นสร้างขึ้น แล้วทำการนำมาออกแบบหรือสร้างใหม่บนพื้นฐานของข้อมูลได้มา หรือการนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุง ซ่อมแซมเพื่อทำให้ระบบหรือชิ้นงานนั้นดีขึ้น กระบวนการในการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 6 ขั้นตอนคือ (1) กำหนดจุดประสงค์และวางแผน (2) การเลือกต้นแบบ (3) การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ (4) การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย (5) การออกแบบ และ (6) การสรุปผล โดยกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนี้ช่วยเพิ่มความสามารถของผู้เรียน และการเข้าใจในระบบที่กำหนดให้ได้อย่างรวดเร็ว โดยเรียนรู้จากตัวอย่าง เพื่อนำมาออกแบบหรือพัฒนาให้เหมือนต้นแบบหรือการทำให้สมบูรณ์ขึ้น การประเมินการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิควิศวกรรมผันกลับนี้เป็นการประเมินระหว่างกระบวนการขั้นตอนตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ การเลือกต้นแบบที่ดี การจำแนกแยกแยะที่ถูกต้องไปจนถึงการสรุปผล โดยใช้เป็นการประเมินระหว่างดำเนินงานเรียนรู้ได้

นอกจากนี้แล้ว แนวคิดหรือกระบวนการวิศวกรรมผันกลับยังถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ระบบแมคคาทรอนิกส์ อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสาขาอื่น ๆ เพื่อรู้โครงสร้างหรือความลับของผลิตภัณฑ์แล้วนำมาพัฒนาให้คล้ายคลึงกันหรือทำให้ดีกว่า เหตุผลที่วิศวกรรมผันกลับ ถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางวิศวกรรมก็อาจจะด้วยเหตุผลทางธุรกิจหรือเชิงพาณิชย์อย่างเดียว เพราะประโยชน์ที่ได้ก็ทำให้เกิดเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรใหม่ ๆ มากมาย ส่วนเหตุผลอื่น ๆ เช่น ผู้ผลิตรายเก่ายกเลิกการผลิตไปแล้ว เพื่อวิเคราะห์ส่วนที่ดีหรือไม่ดี หรือเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของเดิมให้ดียิ่งขึ้น และยังสามารถนำกระบวนการนี้มาช่วยในการป้องกันอาชญากรรมบนระบบเครือข่ายได้อีกด้วย เช่น การจัดการกับมัลแวร์ (Malware) หรือไวรัส (Virus) ทางคอมพิวเตอร์ได้ ขั้นตอนการนำกระบวนการนี้มาใช้ในการเรียนรู้สำหรับงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน คือ (1) กำหนดจุดประสงค์และวางแผน (2) การเลือกต้นแบบ (3) การจำแนก การแยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ (4) การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย (5) การออกแบบ และ(6) การสรุปผล โดยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับนี้ช่วยเพิ่มความสามารถ

ของผู้เรียน และการเข้าใจในระบบที่กำหนดให้ได้อย่างรวดเร็ว โดยเรียนรู้จากตัวอย่าง เพื่อนำมาพัฒนาให้เหมือนต้นแบบหรือการทำให้สมบูรณ์ขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลโดยเป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็น 4 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ระยะที่ 4 การนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ซึ่งแสดงในแผนภูมิดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. ศึกษาความคิดเห็นในการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ และการสอนโดยใช้เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อน จากกลุ่มตัวอย่างที่มาจากครูอาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี ด้วยวิธีการสอบถามและสัมภาษณ์ โดยมีลำดับดังนี้ 1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี 2. ร่างแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ความต้องการเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้ และความคิดเชิงประมวลผล 3. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา(IOC) พร้อมนำมาปรับปรุงแก้ไข 4.นำแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ไปเก็บข้อมูล	ข้อมูลที่มาจากความคิดเห็นของครูอาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพื่อนำมาพัฒนาระบบการเรียนรู้ฯ
2. การศึกษา และสังเคราะห์ข้อมูลเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยมีรายละเอียดดังนี้ 2.1 ศึกษาโครงสร้างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ 2.2 ศึกษาขั้นตอนการเรียนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ 2.3 ศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อน 2.4 ศึกษาข้อมูลทฤษฎีแนวคิดเกี่ยวกับ ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน 2.5 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ด้วยวิธีดังกล่าว ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะจากการเรียนรู้ด้วยระบบดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขอบข่ายของระบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพปัจจุบัน	2. กรอบแนวคิดสำหรับการวิจัย ประกอบด้วย 2.1 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ลักษณะและองค์ประกอบและทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาระบบการเรียนรู้ 2.2 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ด้านความหมาย วิธีการและเทคนิคที่นำมาใช้ในการเรียนรู้ ที่จะช่วยส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ 2.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล ด้านความหมาย คุณลักษณะ วิธีวัดความคิดเชิงประมวลผล เพื่อพิจารณาเป็นแนวทางในการกำหนดเป็นองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างแบบวัดในระบบได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์
3. นำกรอบแนวคิดสำหรับการวิจัย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แล้วนำมาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงตามคำแนะนำ โดยแบ่งออกเป็น 3.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคลาวด์จำนวน 3 ท่าน 3.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมผันกลับจำนวน 3 ท่าน 3.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแบบเพื่อนช่วยเพื่อน จำนวน 3 ท่าน	ได้กรอบแนวคิดระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล
4. นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทั้งด้านทฤษฎีและแนวคิดมาพิจารณา 5. ร่างรูปแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 6.นำร่างรูปแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ 7.นำร่างรูปแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ประเมินเพื่อรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ พร้อมปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ	ร่างรูปแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล
8.เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ โดยมีขั้นตอนดังนี้ 8.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เนื้อหา วัตถุประสงค์ วิเคราะห์รูปแบบกิจกรรม เพื่อกำหนดรายละเอียดแล้วเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ 8.2 นำแผนฯไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม 8.3 เขียนแผนกิจกรรม 8.4 นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินแล้วนำไปปรับแก้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

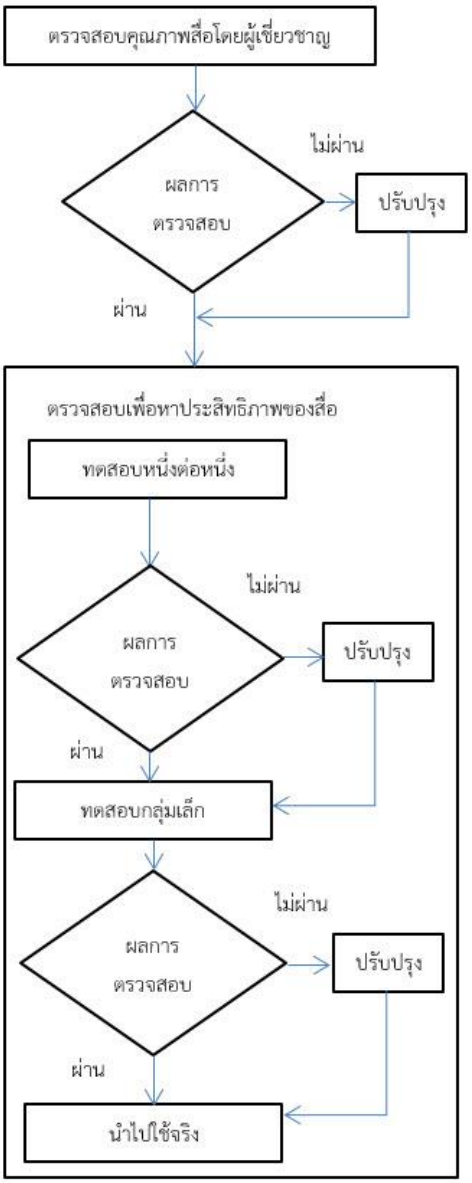
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์
9. พัฒนาเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาผลของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ มีดังนี้ 9.1 แบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ จากผู้เชี่ยวชาญ 9.2 แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล 9.3 แบบสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ 9.4 แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล 9.5 แบบสังเกตร่องรอยหรือพฤติกรรมด้านความคิดเชิงประมวลผล	1) แบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 2) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล 3) แบบสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 4) คุณภาพเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล 5) แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล 6) แบบสังเกตร่องรอยหรือพฤติกรรมด้านความคิดเชิงประมวลผล
10. สร้างต้นแบบของระบบฯ โดยมีขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ โดยมีขั้นตอนดังนี้ 10.1 ศึกษาองค์ประกอบของระบบ วิธีการ ขั้นตอน ลักษณะ ข้อจำกัด 10.2 วิเคราะห์ระบบฯ และออกแบบระบบเป็นแบบผังงาน (Flow Chart) 10.3 พัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ	ต้นแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์
11. ทดสอบคุณภาพสื่อด้านการออกแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ 	ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

มหาวิทยาลัย
RN UNIVERSITY

การวิจัยระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์
3. ดำเนินการทดลองใช้หาคุณภาพเครื่องมือเกี่ยวกับการเก็บข้อมูล 3.1 เตรียมกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดลอง นิสิตนักศึกษาปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 40 คน 3.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 3.2.1 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 3.3 ดำเนินการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 3.3.1 ปฐมนิเทศ ทดสอบก่อนเรียน 3.3.2 ดำเนินการสอนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ 3.3.3 ทดสอบหลังเรียน	ได้องค์ประกอบ วิธีขั้นตอนการเรียนการสอนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล
4. ศึกษาผลการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯกับนิสิตนักศึกษา รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล แล้วสรุปผลการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ	1) คะแนนจากแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล 2) คะแนนจากแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล 3) คะแนนจากแบบประเมินร่องรอยหรือพฤติกรรมด้านความคิดเชิงประมวลผล 3) ข้อมูลความคิดเห็นต่อการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ที่สร้างขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิจัยระยะที่ 4 การนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. การนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในการวิจัยระยะที่ 3 มา ปรับปรุงแก้ไขและรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 2. การนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลให้ผู้ทรงคุณวุฒิ	→ **ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

การวิจัยในระยะนี้เป็นการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์การจัดการเรียนการสอนตามเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนและการสอนโดยใช้กระบวนการวิศวกรรมผันกลับจากกลุ่มตัวอย่างที่มาจากครูอาจารย์และนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

ประชากร

ประชากรในงานวิจัยในครั้งนี้ได้แก่

1. นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่กำลังศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา จำนวนประมาณ 1,225,873 คน (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559)

2. ครูอาจารย์จากสถาบันอุดมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านเฉพาะทางจากหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานเอกชน

ตัวอย่าง

1. นิสิต นักศึกษา ระดับปริญญาตรีที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยของรัฐ มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ มหาวิทยาลัยเอกชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และมหาวิทยาลัยราชภัฏ จำนวน 685 คน ที่ได้จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan) ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% ในการคัดเลือกจะใช้ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ (Stratified Sampling) โดยมีขั้นตอนและการคัดเลือกแต่ละชั้น ดังนี้

1.1 จากการจำแนกกลุ่มพื้นที่เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาตามที่สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ซึ่งมีจำนวนสมาชิก 171 สถาบัน ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มแบ่งพื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 4 กลุ่มพื้นที่ ได้แก่ (1) กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ (2) กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ/กลุ่มภาคตะวันออก/ภาคตะวันตก (3) กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง และ (4) กลุ่มพื้นที่ภาคใต้ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงการแบ่งพื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มพื้นที่	ภูมิภาค	จำนวนสถาบัน	เทียบเป็นร้อยละ	จำนวนนิสิตนักศึกษา (คน)
กลุ่มพื้นที่ 1	ภาคเหนือ	30	17.5	149
กลุ่มพื้นที่ 2	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ/ภาคตะวันออก/ภาคตะวันตก	41	24	152
กลุ่มพื้นที่ 3	ภาคกลาง	77	45	272
กลุ่มพื้นที่ 4	ภาคใต้	23	13.5	112
	รวม	171	100	685

1.2 เลือกตัวแทนสถาบันอุดมศึกษาในแต่ละกลุ่มพื้นที่ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้ (1) เป็นสถาบันที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ตามที่กำหนดไว้ (2) เป็นสถาบันที่อยู่ในกลุ่มประเภทตามที่กำหนด (3) เป็นสถาบันที่เปิดการเรียนการสอนทั้งกลุ่มสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ และ (4) มีความสะดวกในการเดินทางเพื่อไปเก็บรวบรวมข้อมูล โดยคัดเลือกมาทั้งสิ้น 16 สถาบัน ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงรายชื่อสถาบันที่คัดเลือกเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มพื้นที่	รายชื่อสถาบัน
1. ภาคเหนือ	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ/ภาคตะวันออก/ภาคตะวันตก	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี , มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน(วิทยาเขตนครราชสีมา) ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (วิทยาเขตปราจีนบุรี)
3. ภาคกลาง	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, มหาวิทยาลัยศิลปากร,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(ประสานมิตร), มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, มหาวิทยาลัยสยาม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
4. ภาคใต้	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้แบบสัมภาษณ์กับครูอาจารย์ผู้สอนในระดับปริญญาบัณฑิตหรือผู้เชี่ยวชาญ ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกำหนดเกณฑ์คุณสมบัติ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในระดับปริญญาบัณฑิตไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านเฉพาะทางไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 10 คนโดยแบ่งออกเป็นครูอาจารย์ทางด้านการออกแบบการสอน ด้านเทคโนโลยีการศึกษา ด้านทักษะการคิด จำนวน 5 คน และมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ด้านวิศวกรรมผันกลับและด้านระบบการประมวลผลคลาวด์ อีก 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมความคิดเห็น อาจารย์ผู้สอนและและนิสิตระดับปริญญาบัณฑิตประกอบด้วย

1. แบบสอบถามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 45 ข้อ แบ่งชุดข้อคำถามออกเป็น 7 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนบนระบบออนไลน์ (3) ความคิดเห็นที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผล (4) ความคิดเห็นที่มีต่อเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน (5) ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ (6) ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน และ (7) ประสบการณ์และความคิดเห็นที่มีต่อเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ในกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มีประเด็นข้อคำถาม 4 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ (2) ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล (3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน และ(4) ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการประมวลผลคลาวด์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนและกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

2. ร่างแบบสอบถามความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนและกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ จำนวน 45 ข้อ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 โครงสร้างและประเด็นของแบบสอบถาม

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย	จำนวน (ข้อ)
1. ข้อมูลและสถานภาพของผู้ให้ข้อมูล	1.1 เพศ	1
	1.2 กลุ่มสาขาวิชาที่สังกัด	1
2. ความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนบนระบบออนไลน์	2.1 ประสบการในการเรียนรู้บนระบบออนไลน์	1
	2.2 ประสบการณ์การใช้เครื่องมือการเรียนรู้บนระบบออนไลน์	1
	2.3 ลักษณะของระบบการเรียนรู้บนออนไลน์	1
	2.4 ลักษณะการเรียนรู้ในการดำเนินกิจกรรมบนระบบออนไลน์	4
	2.5 การประเมินผลบนระบบออนไลน์	1
	2.6 วิธีการแนะนำการใช้ระบบ	1
3. ความคิดเห็นที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผล	3.1 ความหมายของความคิดเชิงประมวลผล	1
	3.2 วิธีการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	1
	3.3 เทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยสนับสนุนการเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	1
4. ความคิดเห็นที่มีต่อเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน	4.1 รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน	3
	4.2 ข้อดีของการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน	1
	4.3 คุณสมบัติที่เหมาะสมของเพื่อนในการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย	จำนวน (ข้อ)
5. ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ	5.1 ประสบการณ์ต่อการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ	1
	5.2 การเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	5
	5.3 ข้อดีของการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ	1
	5.4 การนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขาวิชา	1
6. ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน	6.1 ในช่วงดำเนินกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ผู้เรียนต้องการให้ผู้สอนทำสิ่งใดเพื่อช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายได้	6
	6.2 การให้ความช่วยเหลือและแรงจูงใจสำหรับผู้เรียน	2
	6.3 วิธีการนำเสนอผลงานและการสะท้อนผลงาน	3
	6.4 แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล	1
7. ประสบการณ์และความคิดเห็นที่มีต่อเครื่องมือคลาวด์ในการจัดการเรียนรู้	7.1 เครื่องมือคลาวด์ที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนรู้	3
	7.2 ประสบการณ์และระดับความสามารถในการใช้เครื่องมือคลาวด์	4
	7.3 ลักษณะการลงทะเบียนเข้าใช้งานเครื่องมือบนคลาวด์	2
	แบบสอบถามมีจำนวนทั้งสิ้น	**45**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ซึ่งทุกข้อคำถามมีค่าสูงกว่า 0.50 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แล้วนำไปหาความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ค่า Cronbach's Alpha Coefficient เท่ากับ 0.803 พร้อมนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง โดยสรุปส่วนที่แก้ไขมีดังนี้

3.1 การใช้คำพูด ให้ใช้ภาษาที่ง่ายต่อความเข้าใจ ถ้าเป็นศัพท์เฉพาะอาจจะวงเล็บอธิบายความหมายของคำศัพท์นั้น

3.2 หัวข้อบางข้อไม่ได้จำเป็นได้ใช้หรือไม่มีส่วนกับข้อมูลให้ตัดออกอย่างเช่น ชั้นปีการศึกษา อายุ เป็นต้น

3.3 ให้ตั้งคำถามที่สั้นกระชับ และได้ใจความเพื่อให้สื่อถือข้อมูลที่ต้องการเก็บเพื่อมาวิเคราะห์ผล

4. นำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลกับอาจารย์และนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตต่อไป

2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูลแบบสัมภาษณ์

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนและกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

2. ร่างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนและกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ จำนวน 27 ข้อ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 โครงสร้างและประเด็นของแบบสัมภาษณ์

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย	จำนวน(ข้อ)
1. ข้อมูลและสถานภาพของ	1.1 ชื่อ-นามสกุล	1
ครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ	1.2 ตำแหน่ง	1
	1.3 สถานที่ทำงาน	1

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย	จำนวน(ข้อ)
2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	2.1 ความสำคัญเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลต่อผู้เรียน	1
	2.2 การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	1
	2.3 ประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคแบบเพื่อนช่วยเพื่อน	1
	2.4 ประสบการณ์และความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ	2
	2.5 การคัดเลือกต้นแบบเพื่อใช้ในการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ	2
	2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน	1
	2.6 การแบ่งกลุ่มของผู้เรียน	1
	2.7 การวัดและการประเมินผลในกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	1
3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน	3.1ปัจจัยใดที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด	1
	3.2 ลักษณะการเรียนการสอนผ่านระบบการเรียนรู้	2
	3.3 เกณฑ์การเลือกต้นแบบเพื่อให้สอดคล้องกับระบบการเรียนรู้ฯ	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเด็นหลัก	ประเด็นย่อย	จำนวน(ข้อ)
4. ความคิดเห็นเกี่ยวกับเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะนำมาเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้	4.1 ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด	1
	4.2 ลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนบนระบบการเรียนรู้	3
5. ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการประมวลผลคลาวด์	5.1 ประสบการณ์การใช้หรือพัฒนาเครื่องมือบนคลาวด์	2
	5.2 ปัจจัยใดที่ต้องคำนึงถึงเมื่อนำเครื่องมือบนคลาวด์มาใช้ร่วมกับการเรียนการสอน	1
	5.3 ลักษณะของประเภทเครื่องมือบนคลาวด์ที่เหมาะกับการเรียนการสอน	3
	แบบสอบถามมีจำนวนทั้งสิ้น	27

3. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ซึ่งทุกข้อคำถามมีค่าสูงกว่า 0.50 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้พร้อมนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง โดยสรุปส่วนที่แก้ไขมีดังนี้

3.1 การใช้คำพูด ให้ใช้ภาษาที่ง่ายต่อความเข้าใจ ถ้าเป็นศัพท์เฉพาะอาจจะวงเล็บอธิบายความหมายของคำศัพท์นั้น

3.2 หัวข้อบางข้อไม่ได้จำเป็นได้ใช้หรือไม่มีส่วนกับข้อมูลให้ตัดออกอย่างเช่น เบอร์โทรศัพท์ อายุ เป็นต้น

3.3 ให้ตั้งคำถามที่สั้นกระชับ และได้ใจความเพื่อให้สื่อถือข้อมูลที่ต้องการเก็บเพื่อมาวิเคราะห์ผล

4. นำแบบสัมภาษณ์ไปเก็บข้อมูลกับอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยผู้วิจัยจะนำมาเก็บรวบรวมข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงมาตรฐาน แล้วสรุปผลเพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาเสริมข้อมูลแบบสอบถามจากนิสิตนักศึกษา

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

การวิจัยในระยะนี้เป็นการศึกษา การออกแบบ การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพร่างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ตามแนวทางของ ADDIE Instructional Design Model โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis)

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะหแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ และเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลที่เกี่ยวข้อง ในด้านวัตถุประสงค์ หลักสูตร แนวทาง วิธีการและกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการประเมินผล เพื่อนำมาเป็นแนวทางและพื้นฐานในการสร้างระบบการเรียนรู้ที่ให้สอดคล้องเหมาะสมกับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ด้วยวิธีดังกล่าว ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะจากการเรียนรู้ด้วยระบบดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขอบข่ายของรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพปัจจุบัน

3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนและเนื้อหา ปัญหาและอุปสรรคการเรียนของนักศึกษา ความต้องการของอาจารย์และนักศึกษาในด้านการเรียนผ่านระบบคลาวด์ เพื่อเป็น

แนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนผ่านระบบคลาวด์ให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพปัจจุบัน

4. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียน ด้านความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการเรียนรู้

5. ศึกษาข้อมูลทฤษฎีแนวคิดเกี่ยวกับ

- ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ ลักษณะและองค์ประกอบและทรัพยากรต่าง ๆ แนวคิดการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่าย เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาระบบฯ

- การเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ ด้านความหมาย องค์ประกอบ เพื่อพิจารณากำหนดเป็นองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

- การเรียนการสอนด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ด้านความหมาย วิธีการและเทคนิคที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการเรียนรู้

- การพัฒนาความคิดเชิงประมวลผล ด้านความหมาย รูปแบบ วิธีวัดทักษะความคิดเชิงประมวลผล เพื่อพิจารณาเป็นแนวทางในการกำหนดเป็นองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

6. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ด้วยวิธีดังกล่าว ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะจากการเรียนรู้ด้วยระบบดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขอบข่ายของระบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่าง

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯรวมทั้งสิ้น 3 ท่าน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- เป็นอาจารย์ผู้สอนหรือผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องไม่ต่ำกว่า 3 ปี และ / หรือ

- มีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษาหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการกำหนดกรอบแนวคิด

1. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มากำหนดเป็นกรอบแนวคิดของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

2. สร้างร่างต้นแบบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ตามกรอบแนวคิดที่ข้อ 1 โดยมีรายละเอียดองค์ประกอบ เงื่อนไข ขั้นตอนการเรียนรู้ในระบบ

3. นำร่างต้นแบบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ และเทคนิคการเรียนรแบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยพิจารณาในด้านการสื่อความหมาย ความครอบคลุมเนื้อหา และความเหมาะสมในการนำไปใช้ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ และเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ และการสอนโดยใช้เทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนและด้านความคิดเชิงประมวลผล โดยใช้แบบสัมภาษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. การออกแบบ (Design)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯตามต้นแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การออกแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

1.1 นำรายละเอียดของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลมาออกแบบโดยเขียนผังโครงสร้างเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

และเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลและออกแบบเป็นผังความคิด ผังงานระบบ และออกแบบหน้าจอด้วยกระดานออกแบบ (Storyboard) แล้วนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไข

1.2 การกำหนดหลักการเบื้องต้นของระบบ

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เป็นระบบที่นำมาใช้ การเรียนการสอนผ่านกิจกรรมที่ออกแบบซึ่งตั้งอยู่บนบริการคลาวด์ส่วนบุคคลในรูปแบบ Platform as a Service (PaaS) และเรียกใช้งานเครื่องมือคลาวด์กับบริการต่าง ๆ จากบริการคลาวด์สาธารณะในรูปแบบ Software as a Service (SaaS) โดยที่ระบบนี้สามารถเรียกใช้งานได้ผ่านเว็บบราวเซอร์และแสดงผลการทำงานในรูปของเว็บเพจ โดยภาพรวมของระบบ แบ่งออกเป็น 6 ส่วนคือ

1.2.1 การสร้างเนื้อหา เป็นส่วนที่ผู้สอน กำหนดเนื้อหาหรือกิจกรรมเงื่อนไข การเตรียมข้อมูล แหล่งเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และเป็นส่วนการบริหารจัดการระบบของผู้สอน

1.2.2 การเก็บข้อมูล เป็นส่วนที่บันทึกการทำงานตามหัวข้อที่กำหนดให้ บันทึกร่องรอยการเรียนรู้ และการประเมินผลการทำกิจกรรม

1.2.3 การทำงานร่วมกัน เป็นส่วนที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ทำกิจกรรมโดยใช้เครื่องมือบนระบบ เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน

1.2.4 การสื่อสาร เป็นส่วนที่ผู้เรียนและผู้สอนได้ติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกัน การประกาศเกณฑ์การให้คะแนน แจ้งผลการส่งงาน การประกาศคะแนน การติดตามการส่งงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.5 การเสริมการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือ เป็นส่วนที่ผู้สอนเพิ่มเติมให้เพื่อเสริมการเรียนรู้ หรือถ้าผู้เรียนมีปัญหาสามารถขอความช่วยเหลือหรือสอบถามได้

1.3 องค์ประกอบของระบบ

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบ ผู้วิจัยสามารถสรุป องค์ประกอบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์โดยแบ่งออกเป็น 8 โมดูลย่อย ได้แก่

1.3.1 โมดูลสมาชิก เป็นโมดูลสำหรับจัดการข้อมูลสมาชิก ซึ่งจะเก็บข้อมูลของผู้ใช้ 3 กลุ่ม คือ ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ช่วยสอน ประกอบไปด้วยการทำงานหลายส่วน ได้แก่ การสมัครสมาชิก การเข้า/ออกระบบ การแก้ไขข้อมูลส่วนตัว และการจัดการผู้ใช้ระบบ

1.3.2 โมดูลข่าวประกาศ เป็นโมดูลสำหรับใช้ติดต่อสื่อสารประชาสัมพันธ์ระหว่างการเรียน แบ่งการทำงานหรือการกำหนดเงื่อนไขการเรียน การแข่งขันกัน

1.3.3 โมดูลกิจกรรมวิศวกรรมผันกลับ เป็นโมดูลสำหรับผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับอย่างสมบูรณ์ โดยผู้เรียนสามารถใช้งานเครื่องมือบนระบบที่เชื่อมโยง กับบริการคลาวด์ต่าง ๆ ได้

1.3.4 โมดูลเนื้อหาและแหล่งเรียนรู้ เป็นโมดูลที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลหรือความรู้ที่ถูกจัดให้แสดงไว้โดยผู้สอน

1.3.5 โมดูลบริหารจัดการ เป็นโมดูลสำหรับผู้สอน ผู้ดูแลระบบประกอบไป ด้วยการทำงานหลายส่วน ได้แก่ ตรวจสอบสถิติการใช้งาน เพิ่ม-ลด เมนู และเพิ่ม – ลด ระบบส่วนต่อขยาย

1.3.6 โมดูลการเสริมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ผู้สอนเพิ่มเติมให้เพื่อเสริมการเรียนรู้ หรือถ้าผู้เรียนมีปัญหาสามารถขอความช่วยเหลือหรือสอบถามได้ ยกตัวอย่างเช่นเกมเสริมการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

1.3.7 โมดูลการติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกัน เป็นโมดูลสำหรับผู้เรียนที่ใช้ในการสนทนาหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา

1.3.8 โมดูลการติดตามการเข้าใช้งานของผู้เรียน เป็นโมดูลสำหรับผู้สอนที่ใช้ในการช่วยตรวจสอบลักษณะการเข้าใช้งานของผู้เรียน เพื่อนำมาสังเกตหรือวิเคราะห์วิธีการเรียนของผู้เรียน

1.4 เครื่องมือทางเทคโนโลยีบนระบบออนไลน์ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในความคิดเชิงประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือบนระบบออนไลน์และแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เครื่องมือบนระบบคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ประเภทเครื่องมือ	คุณสมบัติ	ยกตัวอย่างชื่อเครื่องมือที่ให้บริการ
เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกัน	เป็นเครื่องมือที่สามารถกำหนดเป้าหมายร่วมกันบนระบบออนไลน์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มได้ โดยข้อมูลแสดงแบบทันกาล (Real time) และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Docs, Google Slides
เครื่องมือระดมสมอง	เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการระดมสมองพร้อมกันทั้งรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Linoit
เครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้	เป็นเครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้ที่มีผู้เชี่ยวชาญหรือองค์กรได้ออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Game Shelf, Lightbot
เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา	เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนทางปัญญา เช่น สามารถนำมาช่วยสร้างผังความคิดและผังงานได้ โดยสามารถเข้าใช้งานทั้งแบบรายบุคคลและรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Drawing, Draw.io, Mindmeister
เครื่องมือช่วยค้นหา	เป็นเครื่องมือที่ช่วยค้นหาข้อมูลเพื่อช่วยในการเรียนรู้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Search Engine
เครื่องมือการประเมินผล	เป็นเครื่องมือที่แสดงผลเป็นตาราง สามารถคำนวณข้อมูลและแสดงผลลัพธ์เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google sheets
เครื่องมือการสร้างแบบฟอร์มเก็บข้อมูล	เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบฟอร์มในการรวบรวมข้อมูลหรือสร้างแบบประเมิน สามารถรอบรับการทำงานแบบรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้ และและไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Form
เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล	เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลงาน และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Drive

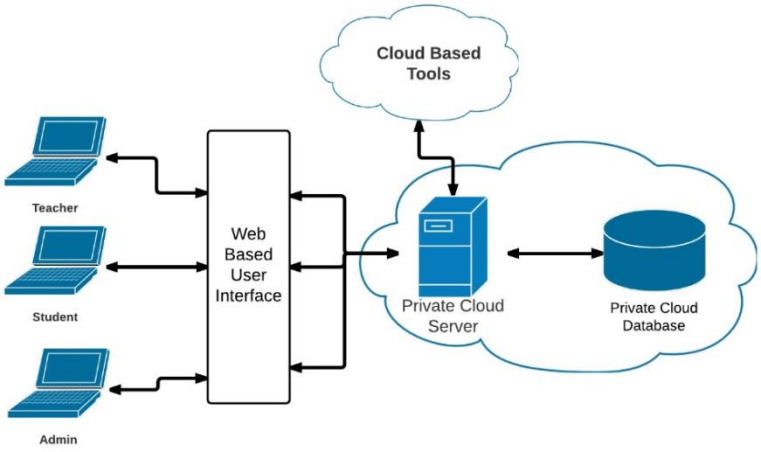
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเภทเครื่องมือ	คุณสมบัติ	ยกตัวอย่างชื่อเครื่องมือที่ให้บริการ
เครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบของวิดีโอ	เป็นเครื่องมือที่แสดงผลในรูปแบบของวิดีโอ การดูตัวอย่าง วิธีการทำงาน การออกแบบเนื้อหาจากต้นแบบ และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Youtube
เครื่องมือติดตามการเข้าใช้งานผู้เรียน	เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการช่วยตรวจสอบลักษณะการเข้าใช้งานของผู้เรียน เพื่อนำมาสังเกตหรือวิเคราะห์วิธีการเรียนของผู้เรียน และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Analytic

1.5 การออกแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

1.5.1 ออกแบบโครงสร้างด้านสถาปัตยกรรมของระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างทางด้านสถาปัตยกรรม (System Architecture) ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการเรียนรู้แบบคลาวด์

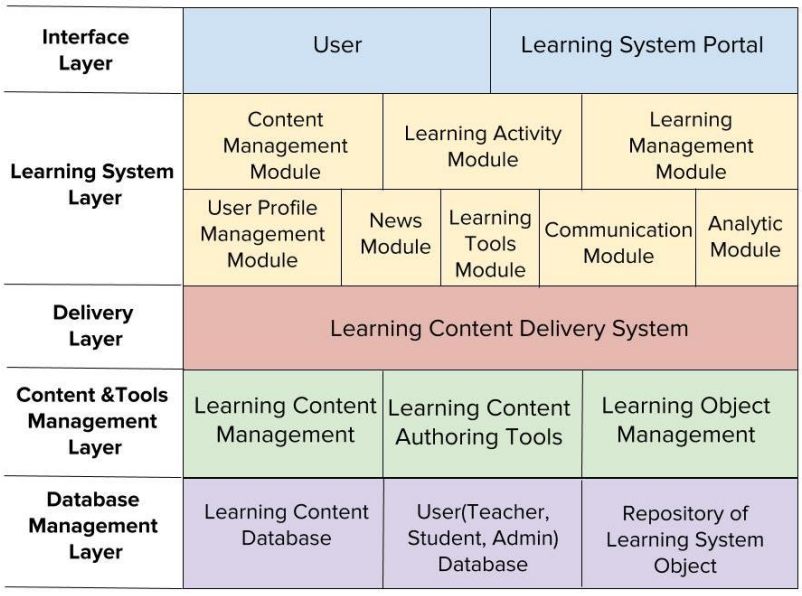
จากภาพที่ 4 ผู้วิจัยออกแบบโครงสร้างทางด้านสถาปัตยกรรม ของระบบการเรียนรู้คลาวด์ โดยผู้ใช้งานระบบสามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบผ่านเว็บบราวเซอร์ไปยังระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่องแม่ข่ายที่ตั้งอยู่บนคลาวด์ส่วนบุคคลที่แบ่งหน่วยการทำงานออกเป็น 2 โหนด ได้แก่ โหนดของเว็บ (Web Application Node) และโหนดของฐานข้อมูล (Database Node) โดยระบบจะมีการยืนยันตัวตนของผู้สอน ผู้เรียนและผู้ดูแลระบบเพื่อเข้าใช้งานใน

ระบบคลาวด์ส่วนตัว และยังสามารถล็อคอินเพื่อเข้าระบบคลาวด์สาธารณะเพื่อร้องขอใช้บริการเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยโครงสร้างด้านสถาปัตยกรรมของระบบที่ผู้วิจัยออกแบบได้ระบุไว้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

รายละเอียด	คุณสมบัติ
1. Web and Database Server	- LMS Moodle - Google Cloud Platform
2. Programming Language	- PHP: Hypertext Preprocessor - Object-oriented programming Language - Java Script - Hyper Text Markup Language (HTML) - Cascading Style Sheet (CSS) - Structure Query Language (SQL)

1.5.2 ออกแบบโครงสร้างของระบบการเรียนรู้แบบเป็นลักษณะของลำดับชั้น (Layer)



ภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

จากภาพที่ 5 ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบที่แบ่งเป็นลำดับขั้น โดยแบ่งออกเป็นชั้นเลเยอร์ทั้งหมด 5 ชั้นเลเยอร์ แต่ละชั้นเลเยอร์มีองค์ประกอบและหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. ชั้นอินเตอร์เฟส (Interface Layer) เป็นชั้นเลเยอร์ที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานซึ่งมีหน้าเว็บเพจเป็นตัวจัดการดำเนินการเรียนรู้ โดยหน้าเว็บเพจจะใช้ Moodle เป็นตัวจัดการแต่ละหน้าต่าง ตั้งแต่หน้าสมาชิก หน้าข่าวประกาศ หน้าเนื้อหา หน้ากิจกรรมประจำสัปดาห์ หน้าการติดต่อสื่อสาร หน้าการเสริมการเรียนรู้และการให้ความช่วยเหลือ หน้าการประเมินผลและหน้าหลังบ้าน (Back Office) โดยเลเยอร์นี้ทำหน้าที่รับข้อมูลแล้วแปลความหมายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่น แปลความหมายการกดแป้นคีย์บอร์ด คลิกเมาส์ เป็นต้น ซึ่งต้องทำงานร่วมกันบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

2. ชั้นระบบการเรียนรู้ (Learning System Layer) เป็นชั้นเลเยอร์ที่อยู่ด้านล่างลงมาจากชั้นอินเตอร์เฟส เป็นชั้นที่รวมโมดูลที่ใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยโมดูลสมาชิก โมดูลข่าวประกาศ โมดูลกิจกรรม โมดูลการประเมินผล โมดูลเนื้อหา โมดูลบริหารจัดการ โมดูลเสริมการเรียนรู้หรือขอความช่วยเหลือ และโมดูลการติดต่อสื่อสารและการทำงาน ซึ่งแต่ละโมดูลจะมีหน้าที่การทำงานร่วมกันและสอดคล้องกัน โดยอธิบายได้ดังนี้

- โมดูลสมาชิกจะทำหน้าที่ตั้งแต่การลงทะเบียนเข้าเรียน การแสดงข้อมูลส่วนตัวตั้งแต่ชื่อ-นามสกุล ชั้นปี ภาควิชา คณะ Email และชื่อทีม และการแสดงคะแนนความก้าวหน้า และบันทึกส่วนตัว
- โมดูลข่าวประกาศ เป็นโมดูลที่แสดงเกี่ยวกับข่าวประกาศจากผู้สอนหรือผู้ดูแล
- โมดูลเนื้อหา เป็นโมดูลที่แสดงเกี่ยวกับเนื้อหาที่มาจากผู้สอน และเนื้อหาการใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ
- โมดูลกิจกรรมแต่ละช่วงเวลา โดยในโมดูลกำหนดให้แบ่งกิจกรรมออกเป็นแต่ละชั่วโมงตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนตามระบบการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนและเทคนิควิศวกรรมผันกลับ ผู้เรียนสามารถเข้าใช้ได้ตามลำดับขั้นตอนหรือตามช่วงเวลาขึ้นอยู่ผู้สอนเป็นผู้กำหนด
- โมดูลเสริมการเรียนรู้ เป็นโมดูลที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้สำหรับผู้เรียน เป็นการเสริมการเรียนรู้ หรือการยกกรณีศึกษาที่ใกล้เคียงเพื่อให้เกิดความเข้าใจขณะที่ผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เรียนรู้บนระบบ โดยเมื่อเกิดปัญหาหรือความไม่เข้าใจ ผู้เรียนสามารถขอคำแนะนำหรือการช่วยเหลือจากผู้สอนผ่านโมดูลนี้ได้

- โมดูลการติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกัน เป็นโมดูลที่ใช้ติดต่อสื่อสารและส่งเสริมการทำงานร่วมกันโดยมีทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา โดยหลักการโมดูลนี้จะทำงานร่วมประสานงานกับการทำกิจกรรมแต่ละสัปดาห์
- โมดูลหลังบ้าน เป็นโมดูลที่ใช้บริหารจัดการเนื้อหาและเครื่องมือต่างๆ เป็นการประสานงานกับระบบฐานข้อมูล ซึ่งมีไว้สำหรับผู้สอนและผู้ดูแลระบบประกอบไป ด้วยการทำงานหลายส่วน ได้แก่ การจัดการฐานข้อมูล การตรวจสอบสถิติการใช้งาน เพิ่ม-ลดเมนู และเพิ่ม – ลดระบบส่วนต่อขยาย การบริหารจัดการเกี่ยวกับสมาชิก การติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน การให้รางวัลการเสริมแรง
- โมดูลการติดตามการเข้าใช้งานของผู้เรียน เป็นโมดูลสำหรับผู้สอนที่ใช้ในการช่วยตรวจสอบลักษณะการเข้าใช้งานของผู้เรียน เพื่อนำมาสังเกตหรือวิเคราะห์วิธีการเรียนของผู้เรียน

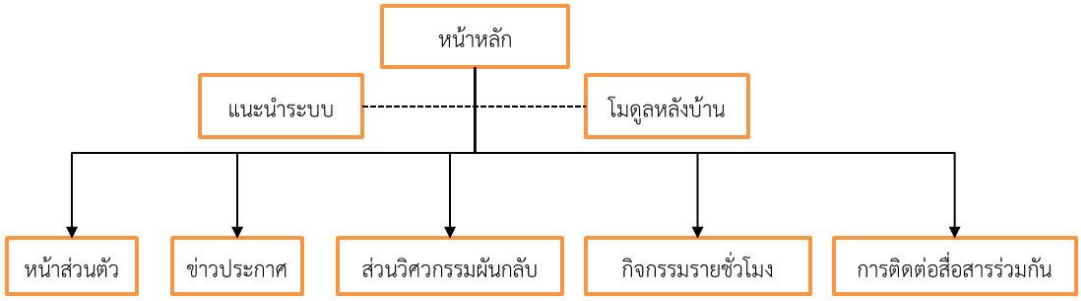
3. ชั้นส่งผ่านข้อมูล (Delivery Layer) เป็นชั้นเลเยอร์ที่อยู่ด้านล่างของชั้นระบบการเรียนรู้เป็นชั้นนี้เป็นตัวส่งผ่านข้อมูลหรือเครื่องมือต่างๆระหว่างคลาวด์ส่วนตัวและคลาวด์สาธารณะไปยังระบบการเรียนรู้ฯและเป็นชั้นที่เชื่อมต่อควบคุมการสื่อสารจากต้นทางไปยังปลายทาง ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลให้สอดคล้อง และถูกต้อง

4. ชั้นการจัดการเนื้อหาและเครื่องมือ (Content & Tools Management Layer) เป็นชั้นเลเยอร์ที่อยู่บนระบบคลาวด์ส่วนตัวหรือคลาวด์สาธารณะ โดยเป็นชั้นที่ใช้สำหรับบริหารจัดการหรือประสานงานเกี่ยวกับเนื้อหาในการเรียน เครื่องมือที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ การตรวจสอบร่องรอยการเรียนรู้และเลิร์นนิงอ็อบเจกต์กับฐานข้อมูล โดยชั้นเลเยอร์นี้จะเป็นการเรียกใช้เครื่องมือและฐานข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในการใช้งานได้

5. ชั้นการบริหารจัดการฐานข้อมูล (Database Management Layer) เป็นชั้นเลเยอร์ที่อยู่ข้างล่างสุด เป็นชั้นที่ใช้สำหรับในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่นเนื้อหาการเรียน ข้อมูลสมาชิก ข้อมูลร่องรอยการเรียนและที่เก็บวัตถุเกี่ยวกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ลงฐานข้อมูลได้

1.5.3 ออกแบบโครงสร้างเว็บไซต์ของระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเว็บไซต์ (Conceptual Site Structure) ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

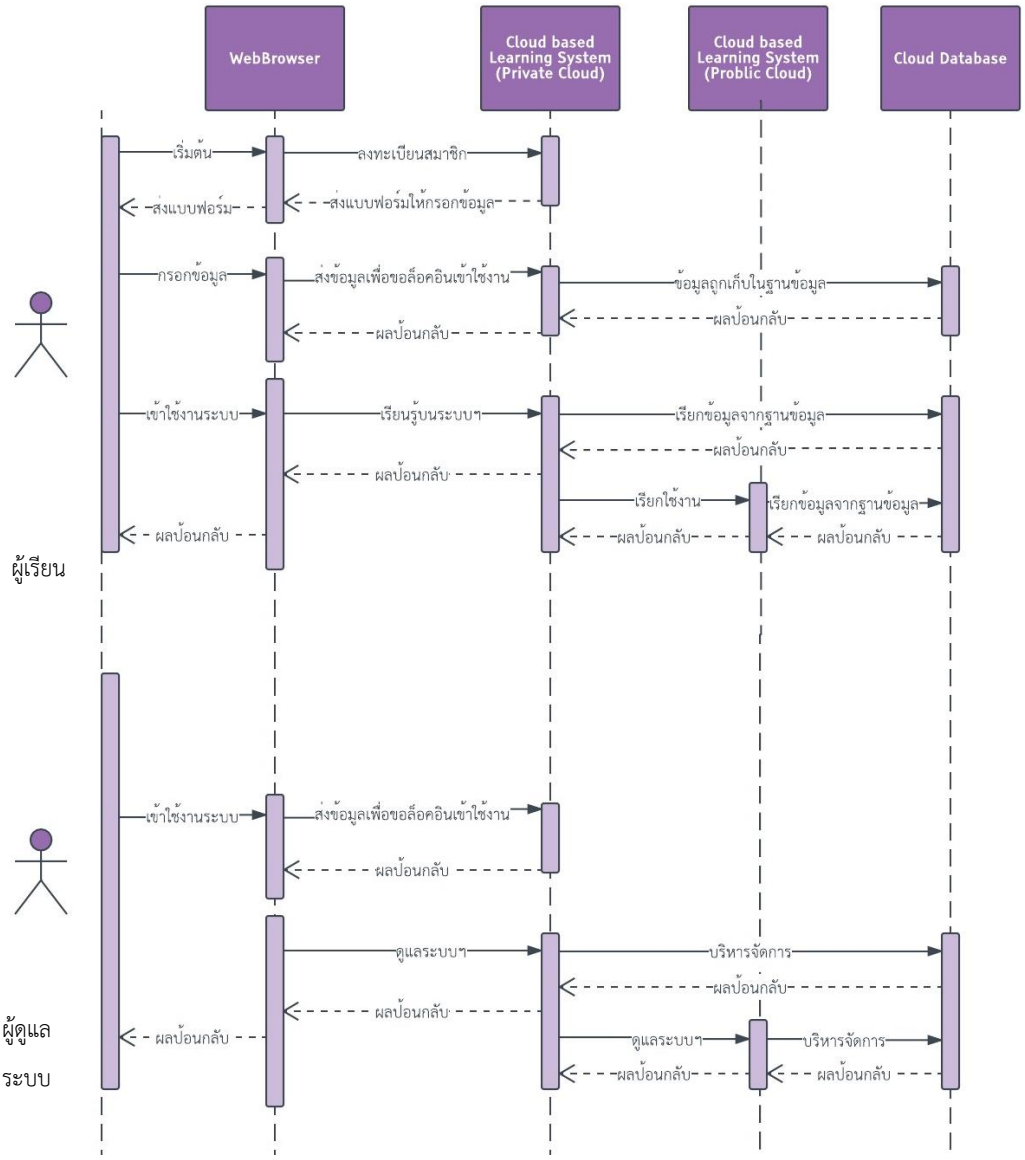


ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างของเว็บระบบการเรียนรู้

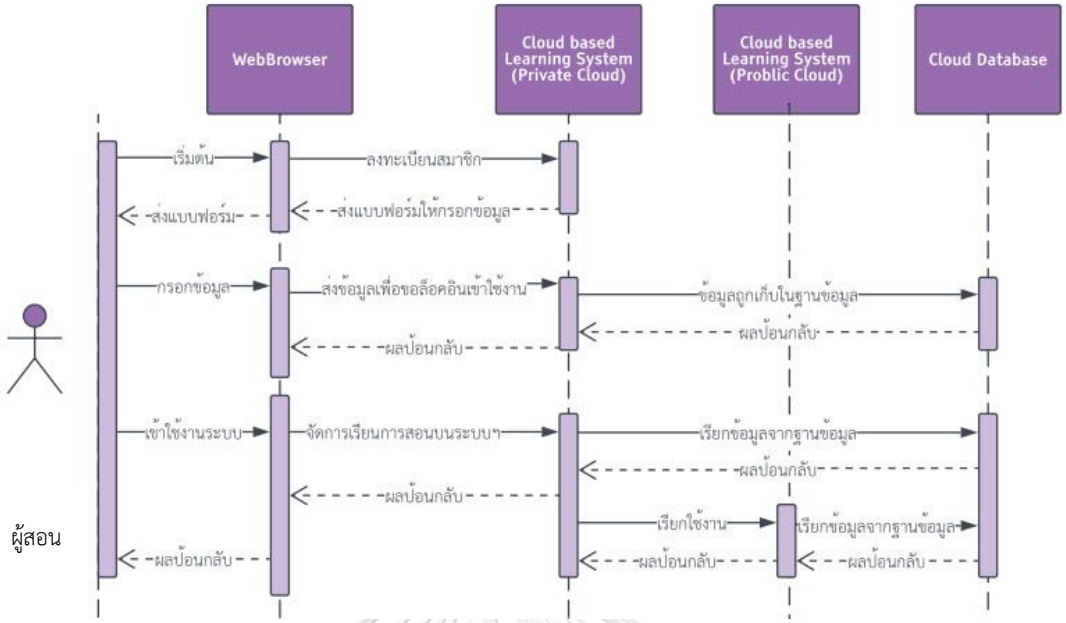
จากภาพที่ 6 ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างของเว็บระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เป็นโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical Structure) เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนมีขั้นตอนและกิจกรรมภายในขั้นตอนที่หลากหลายและ จำเป็นต้องกระทำซ้ำกันทุกสัปดาห์ โครงสร้างในลักษณะลำดับขั้นและระบบนำทางที่เป็นเมนูแบบลำดับขั้นจะเป็นเครื่องช่วยผู้เรียนให้สามารถทำงานตามกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนและไม่สับสนในการใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5.4 ไดอะแกรมลำดับการทำงานบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์



ภาพที่ 7 แสดงไดอะแกรมการเรียนรู้และการบริหารจัดการในระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ



ภาพที่ 7 แสดงไดอะแกรมการเรียนรู้และการบริหารจัดการในระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ (ต่อ)

จากภาพที่ 7 ผู้วิจัยได้ออกแบบไดอะแกรมแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือส่วนผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูและระบบ โดยเริ่มอธิบายจากส่วนของผู้เรียน เริ่มต้นผู้เรียนจะต้องกรอกข้อมูลเพื่อทำการสมัครสมาชิก โดยระบบจะให้กรอกแบบฟอร์ม เมื่อผู้เรียนกรอกข้อมูลเสร็จแล้ว ข้อมูลส่งไปยังระบบเพื่อนำข้อมูลนั้นไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล ระบบจะส่งข้อมูลผลการลงทะเบียนมายังผู้เรียน หลังจากนั้นผู้เรียนก็สามารถเข้าใช้งานระบบได้ โดยเมื่อผู้เรียนเข้าเรียนในระบบแล้ว ระบบจะทำการบริหารจัดการข้อมูลระหว่างคลาวด์ส่วนตัว คลาวด์สาธารณะและระบบฐานข้อมูล โดยพื้นฐานของระบบคือผู้เรียนสามารถตรวจสอบข่าวสารความเคลื่อนไหวของการเรียนได้จากเครื่องมือสื่อสารบนคลาวด์ สามารถติดตามงานที่ได้รับมอบหมาย สามารถใช้งานเครื่องมือการเรียนรู้ และสามารถตรวจสอบเงื่อนไขการให้คะแนนและความก้าวหน้าได้ ต่อมาคือส่วนของผู้สอน ผู้สอนสามารถทำได้ตามข้อจำกัดของผู้เรียนทุกอย่าง แต่ผู้สอนจะสามารถจัดการกับวิธีการเรียนรู้ทุกขั้นตอนตั้งแต่การแจ้งข่าวสารหรือข้อมูลในการเรียน การกำหนดข้อมูลหรือสื่อการเรียนรู้ การให้คะแนน และการสังเกตดูพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคน และสุดท้ายคือส่วนผู้ดูแลระบบ สามารถเข้าล็อคอินข้อมูลเพื่อเข้าใช้งานดูแลบริหารจัดการระบบการเรียนรู้ได้ทั้งระบบ สามารถจัดการเพิ่มข้อมูลข่าวสารและแจ้งให้ผู้เรียนได้ สามารถบริหาร

จัดการเครื่องมือและรายงานกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถบริหารจัดการระบบสมาชิกและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนได้

1.5.5 ออกแบบโครงสร้างหน้าจอของระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างหน้าจอสำหรับ ผู้ใช้งาน (User Interface Wireframe) ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

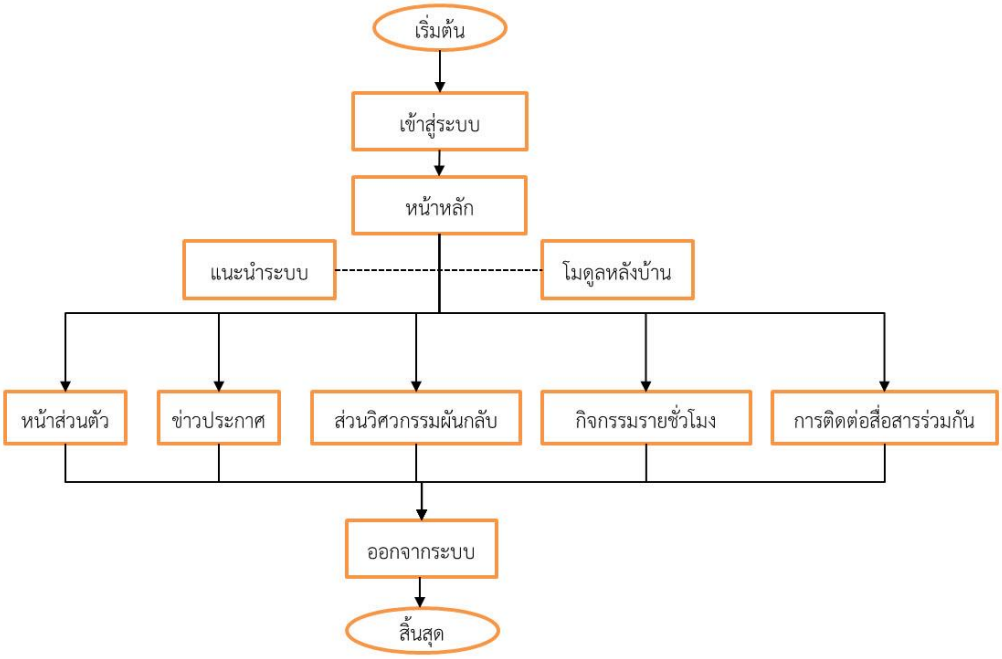
ภาพที่ 8 แสดงโครงสร้างหน้าจอผู้ใช้งานของเว็บระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากภาพที่ 8 ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างหน้าจอให้มีความ เรียบง่ายต่อผู้ใช้งานโดยใช้องค์ประกอบหน้าจอที่มีลักษณะการจัดวางแบบชั้นเดียวเพื่อหลีกเลี่ยง ปัญหาการเลื่อนหน้าจอซึ่งไม่เหมาะสมต่อการทำกิจกรรมการเรียน โดยกำหนดให้หน้าจอหลักในการแสดงผลอยู่ทางขวามือและเมนูคำสั่งต่าง ๆ อยู่ทางซ้ายมือตลอดเวลาเพื่อให้มีความสม่ำเสมอในการใช้งาน มีแถบบอกตำแหน่งบนเว็บไซต์ (Breadcrumb) อยู่บนหน้าจอแสดงผลหลักเพื่อป้องกันให้ผู้เรียนสับสนในการใช้งานโครงสร้างเมนูแบบลำดับขั้น และส่วนท้ายที่ระบุลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย

1.5.6 การออกแบบขั้นตอนการทำงาน

ผู้วิจัยได้ออกแบบการทำงาน (System Flow) ของระบบการเรียนรู้คลาวด์ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานในภาพรวมดังต่อไปนี้



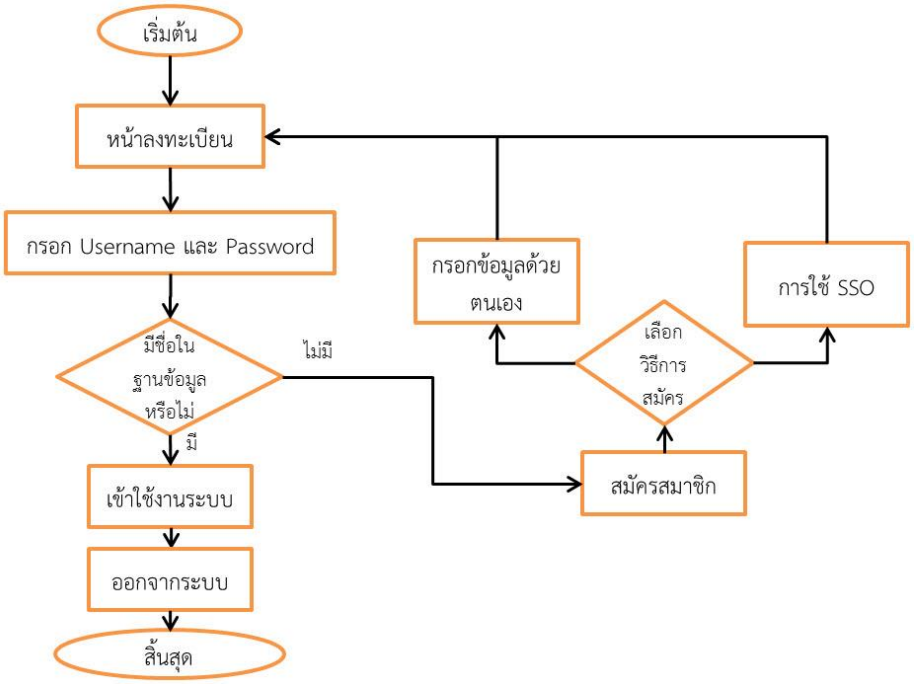
ภาพที่ 9 แสดงระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ที่มีลักษณะการทำงานตามโครงสร้าง ผู้เรียนสามารถเข้าสู่ระบบผ่านระบบสมาชิก เมื่อล็อกอินเข้ามาแล้วผู้เรียนจะพบกับหน้าหลักซึ่งประกอบด้วยหน้าส่วนตัว ข่าวประกาศ เนื้อหา งานประจำสัปดาห์ กิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้ และโมดูลการประเมินผลได้อย่างอิสระและสามารถออกจากระบบได้ในทันทีเมื่อต้องการ โดยระบบบริหารจัดการ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบการบริหารจัดการของ Moodle เป็นระบบการทำงานหลัก นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ ออกแบบขั้นตอนการทำงานแบ่งออกตามโมดูลย่อย 7 โมดูล ดังนี้

1.5.6.1 โมดูลสมาชิก

การเข้าใช้งานระบบ โดยมีระบบสมาชิกที่มีขั้นตอนการทำงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการบัญชีผู้ใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการทำงานเดิมของระบบสมาชิกและเพิ่มขั้นตอนการพิสูจน์ ตัวตนด้วยบริการคลาวด์ หรือ Single Sign On (SSO) ลงไปในขั้นตอน

การทำงานส่วนของการล็อกอิน และลงทะเบียน ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนผังการทำงานของระบบได้ดังนี้

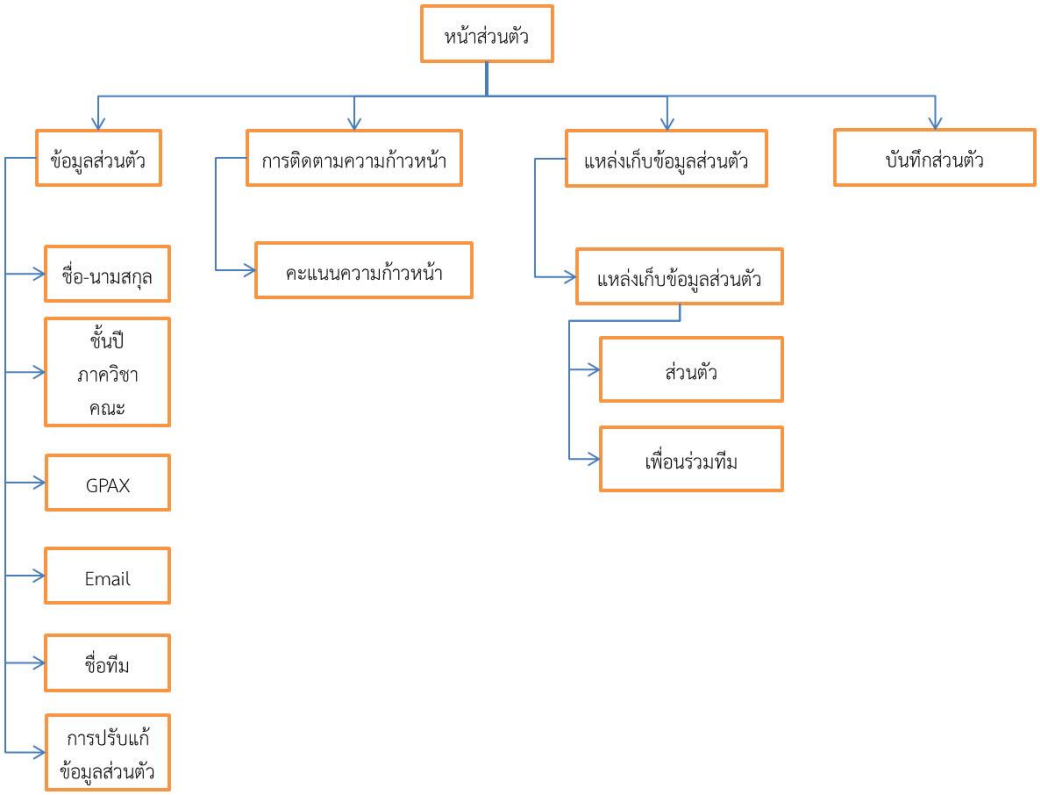


ภาพที่ 10 แสดงขั้นตอนการลงทะเบียนใช้งานระบบการเรียนรู้ฯ

จากภาพที่ 10 เมื่อเข้ามาในระบบจะปรากฏหน้าลงทะเบียน ระบบจะให้กรอกชื่อและรหัสเพื่อยืนยันตัวบุคคล ถ้ามีชื่อในฐานข้อมูลแล้วสามารถใช้งานระบบได้เลย แต่ถ้าไม่มีระบบจะทำการให้สมัครสมาชิกโดยมีช่องทางสมัคร 2 แบบคือ ให้กรอกข้อมูลด้วยตนเอง หรือต้องการใช้ Single Sign on (SSO) ในการสมัครให้อัตโนมัติ

- หน้าเว็บไซต์เกี่ยวกับหน้าส่วนตัว จะแสดงข้อมูลส่วนตัว โดยแบ่งออกเป็นข้อมูลส่วนตัว การติดตามความก้าวหน้า รางวัลที่ได้ แหล่งเก็บข้อมูลส่วนตัวและบันทึกส่วนตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

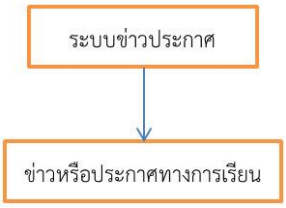


ภาพที่ 11 แสดงหัวข้อในหน้าส่วนตัวบนระบบการเรียนรู้ฯ

จากภาพที่ 11 เมื่อเข้ามาในหน้าส่วนตัวแล้ว จะปรากฏข้อมูลส่วนตัวที่แสดง ชื่อ-นามสกุล ชั้นปี ภาควิชา คณะ GPAX Email Social Media และชื่อทีมของกลุ่ม โดยระบบนี้สามารถปรับแก้ข้อมูลส่วนตัวได้ ต่อมาจะเป็นหน้าติดความความก้าวหน้า โดยผู้เรียนจะรู้ระดับความก้าวหน้าของตนเองเพื่อได้รู้ระดับความสามารถว่าอยู่ในระดับใด ต่อไปเป็นแหล่งเก็บข้อมูลจะมีทั้งแบบของส่วนตัวและของเพื่อนร่วมทีมเพื่อที่ต้องการให้เกิดการแชร์ข้อมูลร่วมกันได้ และสุดท้ายคือส่วนของบันทึกส่วนตัวเป็นการเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลต่างๆของผู้เรียน

1.5.6.2 โมดูลข่าวประกาศ

เป็นโมดูลที่มีขั้นตอนการทำงานเกี่ยวกับการประกาศ ข่าวสาร หรือข้อมูลเกี่ยวกับลำดับการเรียนเพื่อให้เกิดการแข่งขันกัน โดยโมดูลสามารถเชื่อมโยงผู้เรียนไปยังเครื่องมือสื่อสารหลักของระบบการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบ ระบบการดึงข้อมูลข่าวประกาศขึ้นมาใหม่ ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนผังการทำงานของระบบได้ดังนี้

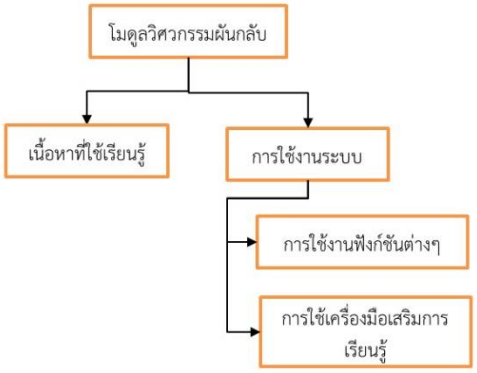


ภาพที่ 12 แสดงหัวข้อในหน้าข่าวประกาศบนระบบการเรียนรู้ฯ

จากภาพที่ 12 เมื่อมีการเข้าสู่หน้าข่าวประกาศระบบการเรียนรู้ จะเรียกใช้งานปลั๊กอินสำหรับดึงข่าวประกาศขึ้นมาใช้งาน

1.5.6.3 โมดูลวิศวกรรมผันกลับ

เป็นโมดูลย่อยที่มีขั้นตอนการทำงานเกี่ยวกับการบริหาร จัดการเนื้อหา และหน่วยความรู้ที่ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนในแต่ละสัปดาห์ โดยสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้



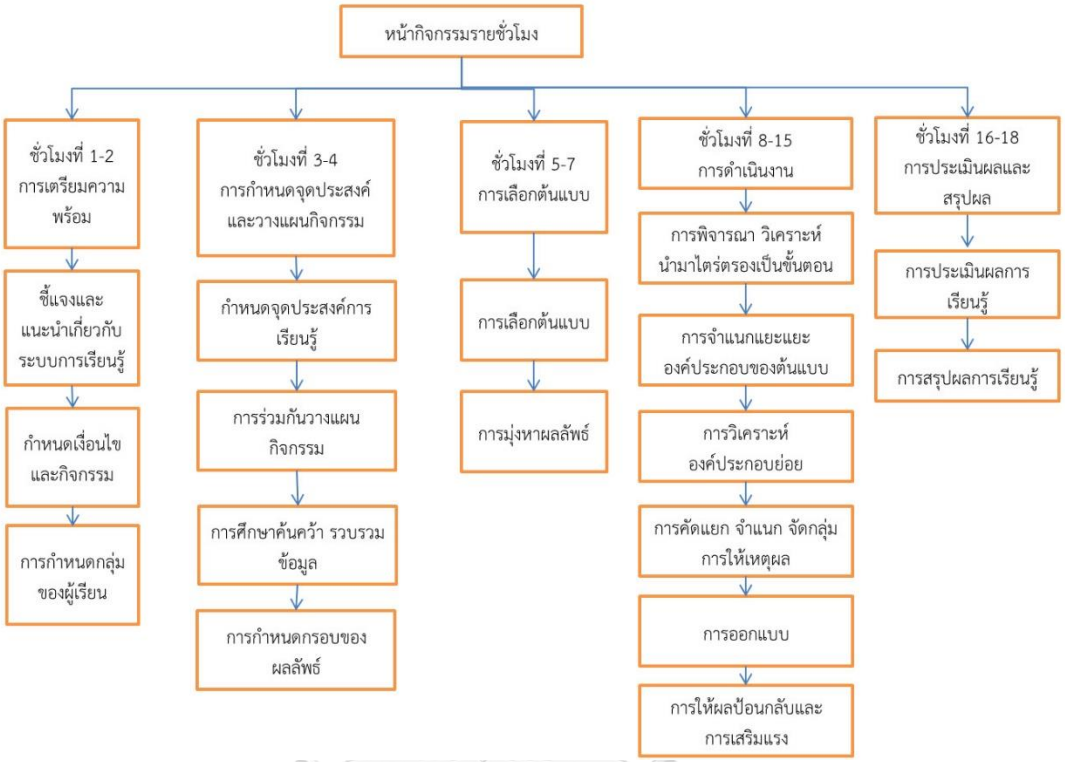
จุฬา
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 13 แสดงโมดูลเนื้อหาความรู้

จากภาพที่ 13 ผู้เรียนสามารถเข้าสู่โมดูลเนื้อหา โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เนื้อหาที่ใช้เรียนรู้ และเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานระบบ โดยเนื้อหาที่ใช้เรียนรู้ผู้สอนสามารถเพิ่มหรือลดเข้ามาได้ โดยอาจจะกำหนดเป็นรายวันหรือรายสัปดาห์ก็ได้ ต่อไปคือเนื้อหาการใช้งานระบบจะเป็นเอกสารหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับการใช้งานฟังก์ชันต่างๆในระบบ หรือรวมไปถึงการใช้เครื่องมือเสริมการเรียนรู้ได้

1.5.6.4 โมดูลกิจกรรมรายชั่วโมง

เป็นโมดูลย่อยที่กำหนดกิจกรรมของแต่ละชั่วโมง จะสามารถเข้าไปร่วมกิจกรรมได้ในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดให้ โดยสามารถแสดงองค์ประกอบของโมดูลได้ดังนี้

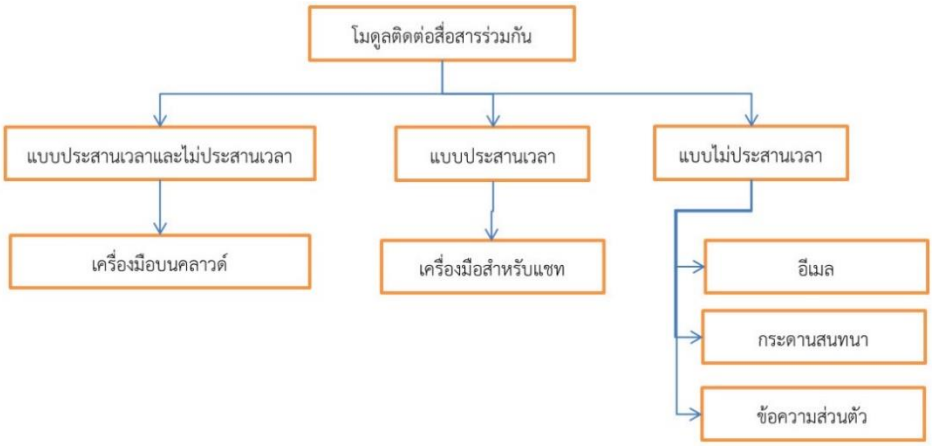


ภาพที่ 14 แสดงโมดูลกิจกรรมแต่ละชั่วโมง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากภาพที่ 14 ผู้เรียนสามารถเข้าสู่โมดูลกิจกรรม โดยผู้สอนหรือผู้ดูแลระบบสามารถจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั่วโมงตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ถูกออกแบบมา ผู้เรียนสามารถเข้าไปเรียนรู้ได้ตามลำดับขั้นตอนที่ออกแบบมา และโมดูลนี้จะเชื่อมโยงกับการประเมินผลการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนสามารถประเมินตนเอง การประเมินเพื่อนในทีม การประเมินจากเพื่อนร่วมกิจกรรมและการประเมินจากผู้สอนได้ และอีกโมดูลย่อยคือการสรุปผลการเรียนรู้ในระบบ รวมไปจนถึงการเสนอแนะแนวทางและข้อจำกัดของระบบ พร้อมกับสะท้อนความสามารถที่ได้จากระบบการเรียนรู้นี้เพื่อให้บรรลุกับวัตถุประสงค์ของการเรียนได้

1.5.6.5 โมดูลการติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกัน



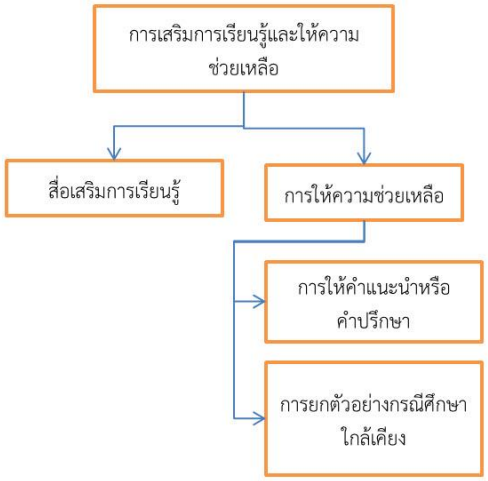
ภาพที่ 15 แสดงโมดูลเครื่องมือติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกัน

จากภาพที่ 15 ผู้เรียนสามารถใช้งานโมดูลติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมงานได้ตลอดกิจกรรม สามารถใช้ร่วมกันทั้งแบบประสานเวลาและแบบไม่ประสานเวลา และการใช้เครื่องมือทางปัญญาบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เพื่อให้เกิดการทำงานหรือเรียนรู้ทั้งแบบส่วนตัว แบบคู่ และแบบร่วมกันทั้งห้องได้

1.5.6.6 โมดูลเสริมการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือ

เป็นโมดูลย่อยที่มีขั้นตอนการทำงานเกี่ยวกับการ เชื่อมโยงและแสดงผลเครื่องมือและบริการคลาวด์ต่าง ๆ เข้ามาใช้ในเสริมการเรียนรู้และการให้ความช่วยเหลือ โดยมีองค์ประกอบของโมดูลดังนี้

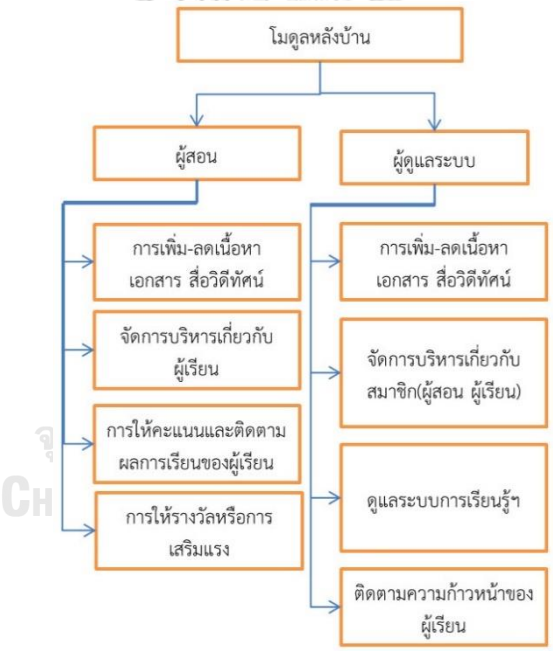
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 16 แสดงโมดูลเสริมการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือ

จากภาพที่ 16 เมื่อผู้เรียนเข้าสู่โมดูลเสริมการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือ จะมีส่วนที่ใช้เสริมการเรียนรู้ใช้การมีสื่อที่ช่วยกระตุ้นยกตัวอย่างเช่น เกม สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สื่อวีดิทัศน์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ยิ่งขึ้น อีกโมดูลคือส่วนให้ความช่วยเหลือ เมื่อผู้เรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยสามารถขอความช่วยเหลือจากครูอาจารย์หรือเพื่อนได้ ครูผู้สอนหรือเพื่อนสามารถเข้ามาร่วมกันช่วยเหลือได้พร้อมๆกัน หรือการที่ผู้สอนยกตัวอย่างกรณีศึกษาซึ่งเป็นกรณีที่ใกล้เคียงกับกิจกรรมบนระบบการเรียนรู้บนคลาว์ฯ

1.5.6.7 โมดูลหลังบ้าน (Back Office Module) เป็นโมดูลที่ใช้บริหารจัดการ เป็นระบบสำหรับผู้สอน ผู้ดูแลระบบ ประกอบไป ด้วยการทำงานหลายส่วน ได้แก่ ตรวจสอบสถิติการใช้งาน เพิ่ม-ลด เมนู และเพิ่ม – ลดระบบส่วนต่อขยาย การบริหารจัดการเกี่ยวกับสมาชิก การติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน การให้รางวัลการเสริมแรง



ภาพที่ 17 แสดงโมดูลหลังบ้าน

จากภาพที่ 17 โมดูลเกี่ยวกับระบบหลังบ้านนี้ เป็นโมดูลที่ให้สำหรับผู้ดูแลและผู้สอนในการจัดการเกี่ยวกับการเพิ่ม-ลด เอกสาร สื่อวีดิทัศน์ การจัดการเกี่ยวกับผู้เรียน การติดตามความก้าวหน้า การให้รางวัลหรือการเสริมแรงสำหรับผู้เรียน รวมไปจนถึงการดูแลระบบการเรียนรู้ทั้งหมดได้

3. การพัฒนา (Development)

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. พัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล และตรวจสอบคุณภาพ การใช้งานและความถูกต้อง

2. ตรวจสอบความสอดคล้องของระบบ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินระบบโดยกำหนดเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับการประเมินระบบ ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาข้อคำถามที่เหมาะสมกับการประเมินระบบการเรียนรู้ โดยแบ่งคำถามในการประเมินออกเป็น 3 ส่วนคือ

2.1 แบบประเมินระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯที่มีเกณฑ์ประเมินความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 ด้านตัวอักษร

2.1.2 ด้านภาพประกอบ

2.1.3 ด้านสี

2.1.4 ด้านสัญลักษณ์รูป (Icon) และปุ่ม (Button)

2.1.5 ด้านการออกแบบระบบนำทาง

2.1.6 ด้านการออกแบบการเรียนการสอน

2.1.7 ด้านเทคนิค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 ความเหมาะสมของระบบการเรียนรู้

2.2.1 ความครบถ้วนขององค์ประกอบระบบการเรียนรู้ ตามหลักการที่เลือกใช้

2.2.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือที่นำมาใช้

2.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การประเมินคุณภาพของระบบ มีเกณฑ์ในการประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert และในส่วนของการแสดงความคิดเห็น เป็นรูปแบบคำถามแบบปลายเปิด โดยใช้เกณฑ์ยอมรับของระบบการเรียนรู้ในระดับความเหมาะสมระดับมากขึ้นไป

3. นำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลไปตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ

สื่อบนเว็บและองค์ประกอบเว็บระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ กับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 3 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยสรุปส่วนที่แก้ไขมีดังนี้

3.1 การออกแบบสื่อหรือระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ ให้ออกแบบตามหลักการออกแบบสาร (Message Design)

3.2 การออกแบบตัวอักษรให้มีขนาดใหญ่ และเป็นตัวอักษรที่สากล

3.3 ให้เขียนขั้นตอนการเรียนให้ชัดเจน จัดหมวดหมู่สื่อประกอบการสอน

4. การทดสอบระบบ ผู้วิจัยใช้วิธีการทดสอบระบบ โดยดำเนินการทดสอบฟังก์ชั่นการใช้งาน (Functional Testing) ทดสอบประสิทธิภาพของตัวระบบ (Performance Testing) และทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งาน (Usability Testing) ด้วยวิธีการสังเกตร่วมกับผู้ช่วยวิจัย โดยในขั้นแรกดำเนินการทดลองให้ผู้ใช้งานที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับตัวอย่างจำนวน 3 คน มาทดลองใช้งานระบบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ผู้วิจัยทำหน้าที่อธิบายฟังก์ชั่นการใช้งานแต่ละระบบย่อยให้ผู้ใช้ทราบ แล้วทดสอบการใช้งานทีละฟังก์ชั่นโดยมีผู้ช่วยวิจัยสังเกตและจดบันทึก นอกจากนี้ผู้วิจัยให้ผู้ทดลองใช้งานดำเนินกิจกรรมจำลองตามสถานการณ์ที่จะนำไปใช้จริงเพื่อสังเกตปฏิกิริยาของผู้ทดลอง ใช้งานต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ แล้วจึงสอบถามความคิดเห็น ความรู้สึกและทัศนคติที่มีต่อระบบต้นแบบเป็นรายบุคคล เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงระบบต้นแบบ แล้วดำเนินการทดสอบขั้นที่สอง โดยทดลองใช้งานกับผู้ทดลองจำนวน 30 คนเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน E1/E2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520) โดยอธิบายวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E1 และ E2 ได้ ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

E1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำ ได้โดยการนำคะแนนในแต่ละกิจกรรมของผู้เรียนแต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

E2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อการสอน โดยนำคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของผู้เรียน ทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยเพื่อหาค่าร้อยละ

โดยเกณฑ์ประสิทธิภาพของผลคะแนนเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและคะแนนกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลประเมินหลังเรียนทั้งหมด E1/E2 = 80/80 โดยเกณฑ์

การยอมรับให้ถือค่าแปรปรวน 2.5-5 % นั้นคือ ประสิทธิภาพของสื่อไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 2.5% เช่นถ้าเราตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 80/80 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพแล้ว ชุดสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิผล 77.5/77.5 และสามารถยอมรับได้ว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพ โดยการยอมรับนั้นมี 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์ (2) เท่าเกณฑ์ และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ โดยผลของการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯได้ค่าเท่ากับ 89.39/83.71 ซึ่งเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ถือว่าระบบนี้มีประสิทธิภาพพร้อมนำไปใช้ในการเรียนรู้

4. การนำไปใช้งาน (Implement)

นำระบบไปใช้งานจริงหลังจากที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพ

5. การประเมินผล (Evaluate)

เป็นการประเมินคุณภาพของการออกแบบระบบโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) การประเมินระหว่างการพัฒนา และ (2)การประเมินเมื่อพัฒนาเสร็จ เพื่อรับฟังความคิดเห็นและผลความพึงพอใจในการใช้งานของผู้เรียน

เครื่องมือที่ใช้ในตอนที่ 2

1. แบบประเมินแผนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ
2. แบบประเมินคุณภาพด้านระบบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. แบบประเมินแผนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

1.1 สร้างข้อคำถามสำหรับเป็นประเด็นในการประเมิน โดยให้ครอบคลุมเนื้อหา องค์ประกอบ และขั้นตอนของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมด้านแผนการสอน โดยค่า IOC (Item Objective Congruence) ที่เหมาะสมของรูปแบบมีค่ามากกว่า 0.5 โดยสรุปข้อปรับแก้ดังนี้

1.1.1 ปรับแผนการดำเนินกิจกรรมให้ละเอียด ลงลึกทุกขั้นตอน ให้เพิ่มหน้าที่และบทบาทของผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนลงไปอย่างชัดเจน

1.1.2 ปรับแผนจากรายสัปดาห์เป็นรายชั่วโมงเพื่อให้ยืดหยุ่นกับเนื้อหารายวิชามากขึ้น

1.1.3 ระบุให้ชัดเจนเกี่ยวกับเครื่องมือบนคลาวด์ว่าควรจะเข้ามาใช้เรียนรู้ในขั้นตอนไหนบ้าง

1.1.4 ชี้แจงลักษณะการเรียนรู้ให้ชัดเจนว่าเรียนในห้องเรียนหรือเรียนบนออนไลน์

1.2) นำผลการประเมินไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับแก้ไขก่อนนำไปเก็บข้อมูลจริง

2) แบบประเมินคุณภาพด้านระบบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

แบบประเมินคุณภาพระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นจากการวิจัยระยะที่ 1 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำไปหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือซึ่งมีเกณฑ์ประเมินความเหมาะสมด้านระบบโดยประเมินความสอดคล้องของรูปแบบกับจุดมุ่งหมาย หรือ IOC (Item Objective Congruence) โดยค่า IOC ที่เหมาะสมของรูปแบบต้องมากกว่า 0.5 ต่อมานำสื่อระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินสื่อระบบที่สร้างขึ้น เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือสื่อนี้

2.2) ผู้วิจัยนำแบบประเมิน ข้อคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงรูปแบบของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการ เก็บรวบรวม ข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำความคิดเห็น และข้อเสนอแนะของอาจารย์และนักศึกษา มาวิเคราะห์รวบรวมสรุปเป็นข้อมูลต่อไป

2) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็น สำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเทียบกับแนวคิดหลักที่ใช้ในการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ แล้วนำมาปรับองค์ประกอบ และขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

การวิจัยระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากร

ประชากรเป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาบัณฑิต

ตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตนักศึกษาจำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีคุณสมบัติกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีวิธีแบบแผนงานวิจัยดังนี้

แบบแผนงานวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียน ทั้งนี้ในขั้นตอนของการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้จะเป็นแบบวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Repeated Measured Design (จักรภพ ธาตุสุวรรณ, 2545; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2548) เป็นแบบแผนการทดลองที่มีการวัดค่าตัวแปรซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง โดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะของระดับความยากในการทดลองให้แตกต่างกันไปในการวัดแต่ละครั้ง โดยทำการวัดหรือสังเกตผล ภายหลังจากการทดลองในแต่ละครั้งแล้วนำผลไปเปรียบเทียบกัน เพื่อศึกษาพัฒนาการของกลุ่มทดลอง พร้อมทั้งศึกษาความเชื่อมั่นของการทดลอง ถ้าหากผลการวัดหรือการสังเกตผลหลังการทดลองในครั้งหลังดีกว่าครั้งแรกๆ ก็อาจจะสรุปได้ว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ก้าวหน้าขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการทดลองที่กระทำซ้ำ ๆ กันดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การออกแบบงานวิจัย

ประเภทกลุ่ม	ก่อนเรียน	กระบวนการ	หลังเรียน	กระบวนการ	หลังเรียน	กระบวนการ	หลังเรียน
E	O_{Pre}	X	O1	X	O2	X	O3

ความหมายของสัญลักษณ์

E คือกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง (Experimental Group)

X คือการจัดกระทำ (Treatment) เป็นการเรียนรู้จากระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

O_{Pre} คือการวัดหรือการสังเกต การประเมินผลก่อนเรียนรู้

O1, O2, O3 คือการวัดหรือการสังเกตการประเมินผลหลังเรียนรู้ในแต่ละรอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลคือ

1. แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบมาตรประมาณค่า 7 ระดับ โดยสังเคราะห์มาจากองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลของ CSTA Computer Science Teachers Association, Google’ s Exploring Computational Thinking, Computing At School, LEGO® Education WeDo 2.0 Computational Thinking.

2. แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลแบบอัตนัย พร้อมเกณฑ์การวัดผลความคิดเชิงประมวลผลแบบรูบริค โดยสังเคราะห์และพัฒนามาจาก CSTA Computer Science Teachers Association, Google’ s Exploring Computational Thinking, Computing At School, LEGO® Education WeDo 2.0 Computational Thinking.

3. แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบมาตรประมาณค่า 7 ระดับ โดยสังเคราะห์มาจากองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลของ CSTA Computer Science Teachers Association, Google' s Exploring Computational Thinking, Computing At School, LEGO® Education WeDo 2.0 Computational Thinking. เครื่องมือแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล มีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษา รวบรวมข้อมูล และสังเคราะห์ เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างข้อคำถามของแบบประเมินตนเอง

1.2 กำหนดโครงสร้างของแบบประเมินตนเอง โดยแบ่งโครงสร้างของแบบประเมินตนเองออกเป็น 4 ด้าน ตามมาตรฐานด้านคิดเชิงประมวลผลที่ดำเนินการสังเคราะห์มาตรฐานมาจาก CSTA Computer Science Teachers Association, Google' s Exploring Computational Thinking, Computing At School, LEGO® Education WeDo 2.0 Computational Thinking

1.3. สร้างรายการประเมินตนเองจากตัวบ่งชี้ตามโครงสร้างของแบบประเมินที่ได้กำหนดไว้ โดยมีรายการประเมินตนเองทั้งสิ้นจานวน 4 ด้าน 18 รายการ ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แสดงโครงสร้างของแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล

ประเด็นหลัก	จุดประสงค์	รายการประเมิน
1. การแยกแยะองค์ประกอบ (Decomposition)	1.1 ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถแยกแยะองค์ประกอบหลักของชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง
	1.2 ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยจากองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยจากองค์ประกอบหลักของชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง

ประเด็นหลัก	จุดประสงค์	รายการประเมิน
	1.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้อย่างเข้าใจและละเอียดได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถอธิบายความหมายของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบได้อย่างถูกต้อง
	1.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายหน้าที่และความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบย่อยของต้นแบบ เพื่อให้ง่ายและเข้าใจการทำงาน	ระบุได้ว่าตนเองสามารถอธิบายหน้าที่และความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบของชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างถูกต้อง
2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition)	2.1 ผู้เรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนกระบวนการออกแบบเกมกลไกของเกม ในระดับความง่ายไปยาก ของด่านหรือระดับเลเวลนั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ระบุได้ว่าตนเองสามารถเขียนลำดับขั้นตอนกระบวนการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง
	2.2 ผู้เรียนสามารถระบุรูปแบบ กระบวนการที่มีความคล้ายกันและความต่างกันในต้นแบบได้ (ประเด็นการออกแบบ การพัฒนา)	ระบุได้ว่าตนเองสามารถระบุ รูปแบบกระบวนการที่มีความคล้ายกันและความต่างกันในชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง
	2.3 ผู้เรียนสามารถค้นหาความคล้ายคลึงกันจากกระบวนการออกแบบเกมได้ครบถ้วนและถูกต้อง	ระบุได้ว่าตนเองสามารถค้นหาความคล้ายคลึงกันจากกระบวนการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงานได้ครบถ้วนและถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประเด็นหลัก	จุดประสงค์	รายการประเมิน
	2.4 ผู้เรียนสามารถระบุรูปแบบที่มีความต่างกันในต้นแบบได้ (ประเด็นการออกแบบ การพัฒนา)	ระบุได้ว่าตนเองสามารถระบุรูปแบบที่มีความต่างกันในชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง
	2.5 ผู้เรียนสามารถนำคำสั่งหรือกระบวนการเดิม มาใช้ซ้ำในการออกแบบในการออกแบบส่วนที่มีความคล้ายคลึงของงานได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถนำคำสั่งหรือกระบวนการเดิม มาใช้ซ้ำในการออกแบบหรือพัฒนาส่วนที่มีความคล้ายคลึงของงานได้ถูกต้อง
3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction)	3.1 ผู้เรียนสามารถอธิบายเงื่อนไขข้อจำกัดหรืออุปสรรคของต้นแบบได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถอธิบายข้อจำกัดหรืออุปสรรคของชิ้นงานหรือสิ่งที่ต้องการจะศึกษาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง
	3.2 ผู้เรียนสามารถอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎีต่างๆที่เรียนมา เพื่อใช้บรรยายเกี่ยวกับการออกแบบงานจากต้นแบบได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎีต่างๆที่เรียนมา เพื่อใช้บรรยายเกี่ยวกับการออกแบบงานจากต้นแบบได้ถูกต้อง
	3.3 ผู้เรียนสามารถเสนอแนะเงื่อนไขหรือหลักการได้อ้างอิงจากหลักการหรือทฤษฎี เพื่อให้เกมต้นแบบนั้นมีความน่าสนใจยิ่งขึ้นได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถเสนอแนะเงื่อนไขหรือหลักการได้อ้างอิงจากหลักการหรือทฤษฎี เพื่อให้เกมต้นแบบนั้นมีความน่าสนใจยิ่งขึ้นได้ได้อย่างถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประเด็นหลัก	จุดประสงค์	รายการประเมิน
	3.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงส่วนที่สำคัญที่สุดของขั้นตอนการออกแบบกลไกหรือสร้างชิ้นงานได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถอธิบายถึงส่วนที่สำคัญที่สุด(Main idea)ของขั้นตอนการออกแบบหรือสร้างชิ้นงานได้ได้ถูกต้อง
	3.5 ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการในการออกแบบหรือพัฒนากลไกเกม เพื่อให้บรรลุคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ได้	ระบุได้ว่าตนเองสามารถอธิบายวิธีการที่เป็นเคล็ดลับในการออกแบบหรือพัฒนาชิ้นงาน เพื่อให้บรรลุคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ได้ถูกต้อง
4. การคิดแบบอัลกอริทึม (Algorithm)	4.1 ผู้เรียนสามารถเขียนผังงานได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์ ตามเงื่อนไขที่กำหนด	ระบุได้ว่าตนเองสามารถเขียนลำดับขั้นตอนด้วยผังงานได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ตามเงื่อนไขที่กำหนด
	4.2 ผู้เรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอน เงื่อนไข ที่สำคัญในการออกแบบจากต้นแบบได้อย่างถูกต้อง	ระบุได้ว่าตนเองสามารถเขียนลำดับขั้นตอน เงื่อนไข ที่สำคัญในการออกแบบจากต้นแบบได้อย่างถูกต้อง
	4.3 ผู้เรียนสามารถเขียนผังงานด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานได้อย่างถูกต้อง	ระบุได้ว่าตนเองสามารถเขียนผังงานด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานได้อย่างถูกต้อง
	4.4 ผู้เรียนสามารถเขียนคำอธิบายสั้น กระชับ แต่ได้ใจความลงในสัญลักษณ์ของผังงานได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ระบุได้ว่าตนเองสามารถเขียนคำอธิบายสั้น กระชับ แต่ได้ใจความลงในสัญลักษณ์ของผังงานได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 นำแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผลไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะให้สมบูรณ์

1.5 นำแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผลไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการคำถามและวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องทุกรายการสูงกว่า 0.5 ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยสรุปมีส่วนแก้ไขดังนี้

1.5.1 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย หรือถ้าเป็นศัพท์เฉพาะให้ให้วงเล็บและอธิบายขยายความอีกรอบ

1.5.2 ให้เปรียบเทียบจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบประเมินตนเองให้ชัดเจนในทุกข้อคำถาม

1.6 นำแบบประเมินไปทดลองใช้กับนิสิตนักศึกษาที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วนำผลที่ได้มาตรวจสอบค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยวิธีการหาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ได้ค่า Cronbach’s Alpha Coefficient เท่ากับ 0.972 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

1.7 ปรับปรุงแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลแบบอัตนัย พร้อมเกณฑ์การวัดผลความคิดเชิงประมวลผลแบบรูบริค โดยสังเคราะห์และพัฒนามาจาก CSTA Computer Science Teachers Association, Google’ s Exploring Computational Thinking, Computing at School, LEGO® Education WeDo 2.0 Computational Thinking. โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลก่อนและหลังเรียน จำนวน 7 ข้อ และแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลเพื่อดูพัฒนาการของผู้เรียนจำนวน 12 ข้อ โดยแบบวัดความสามารถตามเนื้อหาเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล

2.2 สร้างแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล โดยมีข้อคำถามจำนวน 12 ข้อ เป็นแบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนการตรวจเป็นรูบริค 4 เกณฑ์คือ ตอบถูกครบถ้วนให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3 คะแนน ตอบถูกเป็นส่วนใหญ่ให้ 2 คะแนน ตอบถูกเพียงบางส่วนให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ปรากฏร่องรอยให้ 0 คะแนน เนื่องจากเกณฑ์ประเมินด้วยการตรวจวัดตามการกำหนดมาตรวัด และรายการขององค์ประกอบที่บรรยายลักษณะคุณภาพของความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลสามารถวัดผลได้จริง มีรายละเอียดการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และการประเมินเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล จากเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยต่างๆ

2.2.2 สร้างเกณฑ์ประเมินเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเคราะห์ กระบวนการในการส่งเสริมเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลในการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัย สามารถพัฒนาเกณฑ์ประเมินได้จากขั้นตอนของกระบวนการ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นได้ ดังนี้

2.2.2.1 การแยกแยะองค์ประกอบ

2.2.2.2 การหารูปแบบ

2.2.2.3 การคิดเชิงนามธรรม

2.2.2.4 อัลกอริทึม

2.2.3 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ระดับคุณภาพ (Rubric Score) ตามขั้นตอนของกระบวนการในการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยศึกษาจากหัวข้อ และรายการประเมินโดยการบรรยายคุณภาพในแต่ละหัวข้อและรายการประเมินแต่ละรายการของเกณฑ์ประเมินเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 นำแบบข้อคำถามด้านความคิดเชิงประมวลผลไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบ ความถูกต้องด้านเนื้อหาและสำนวนภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการวัดและประเมินผล ที่มีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 3 ปี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและการตรวจวัดผลด้วยรูบริค ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 และมีความถูกต้องด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขโดยสรุปมีส่วนแก้ไขดังนี้

2.4.1 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย หรือถ้าเป็นศัพท์เฉพาะให้ให้วงเล็บและอธิบายขยายความอีกรอบ

2.4.2 ให้เปรียบเทียบจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลให้ชัดเจนในทุกข้อคำถาม

2.5 นำแบบวัดนี้ไปทดลองใช้กับตัวแทนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่านประเมิน โดยแต่ละข้อควรมีค่ามากกว่า 0.7 ซึ่งข้อคำถามฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในชั้นที่ใช้ได้ แต่หากปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนขึ้นจะทำให้สื่อความหมายได้ตรงมากกว่านี้ (สุรชัย มีชาญ, 2547) โดยผู้วิจัยได้หาค่าความเที่ยงทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.80 จากนั้นวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) โดยค่าความยากง่ายของข้อคำถามแต่ละข้อต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามแต่ละข้อต้องมีค่า 0.2 ขึ้นไป

2.6 นำแบบวัดความคิดเชิงประมวลผล ที่ได้รับการปรับปรุงหลังจากการทดลองใช้แล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาอนุมัติให้นำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ผู้วิจัยออกแบบข้อคำถามตามขั้นตอนการทำกิจกรรมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล การทำกิจกรรมการเรียนการสอนก่อนและหลังการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการจัดการ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสม / สอดคล้อง / ชัดเจน / พึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสม / สอดคล้อง / ชัดเจน / พึงพอใจมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสม / สอดคล้อง / ชัดเจน / พึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสม / สอดคล้อง / ชัดเจน / พึงพอใจนอย

1 หมายถึง มีความเหมาะสม / สอดคล้อง / ชัดเจน / พึงพอใจน้อยที่สุด

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ (ประคอง กรรณสูตร, 2525)

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง/ ชัดเจน/ พึงพอใจมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง/ ชัดเจน/ พึงพอใจมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง /ชัดเจน / พึงพอใจปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/ สอดคล้อง/ ชัดเจน/ พึงพอใจน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสม / สอดคล้อง/ ชัดเจน/ พึงพอใจน้อยที่สุด

3.2) นำแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขแล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

3.3) นำแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์และความครอบคลุมของคำถาม

3.4) นำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมหรือบันทึกข้อมูลของผู้เรียน โดยเกิดจากการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก ตามองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสังเกต แล้วตั้งจุดมุ่งหมายในการสังเกตที่แน่นอนว่าจะสังเกตพฤติกรรมใดของผู้เรียน

4.2 สังเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมที่ได้มาจากการเอกสารงานวิจัย โดยมีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนการตรวจเป็นรูบริค 3 เกณฑ์คือ พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำให้ 3 คะแนน พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้งให้ 2 คะแนน และพฤติกรรมที่ทำน้อยครั้งให้ 1 คะแนน เนื่องจากเกณฑ์ประเมินด้วยการตรวจวัดตามการกำหนดมาตรวัด และรายการขององค์ประกอบที่บรรยายลักษณะคุณภาพของผู้เรียนสามารถวัดผลได้จริง

4.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้นี้ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและสำนวนภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการวัดและประเมินผล ที่มีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 3 ปี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและการตรวจวัดผลด้วยรูบริค ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 และมีความถูกต้องด้านภาษา

4.5 นำแบบวัดนี้ไปทดลองใช้กับตัวแทนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่านประเมิน โดยแต่ละข้อควรมีค่ามากกว่า 0.7 ซึ่งข้อคำถามฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในชั้นที่ใช้ได้ แต่หากปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนขึ้นจะทำให้สื่อความหมายได้ตรงมากกว่านี้ (สุรชัย มีชาญ, 2004) และได้ค่าความเที่ยง ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.90

4.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงหลังจากการทดลองใช้แล้วนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย โดยให้ตัวอย่างดำเนินกิจกรรมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ตามระบบที่ได้สร้างขึ้น โดยดำเนินการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมพร้อมก่อนเข้าเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้

การที่ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับภาพรวมของงานวิจัยให้กับผู้เรียน ลำดับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมวิธีการประเมินผล การตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยีของผู้เรียน และให้ผู้เรียนทำแบบประเมินก่อนเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนการตรวจสอบความรู้ ทักษะ กระบวนการ และแนวคิดของผู้เรียนเบื้องต้นตามองค์ประกอบต่างของความคิดเชิงประมวลผล เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลก่อนเรียน ได้แก่

1. แบบวัดความคิดเชิงประมวลผล เป็นการประเมินความรู้ความสามารถทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถด้านการแยกองค์ประกอบ (2) ความสามารถด้านการหารูปแบบ (3) ความสามารถด้านความคิดเชิงนามธรรม และ (4) ความสามารถด้านการออกแบบอัลกอริทึม โดยประเมินก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล

2. แบบประเมินตนเอง ด้านความคิดเชิงประมวลผล โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถด้านการแยกองค์ประกอบ (2) ความสามารถด้านการหารูปแบบ (3) ความสามารถด้านความคิดเชิงนามธรรม และ (4) ความสามารถด้านการออกแบบอัลกอริทึม

2. ขั้นตอนการเรียนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

2.1 ขั้นกำหนดเป้าหมายและตั้งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ แบ่งเป็น

2.1.1 ผู้สอนชี้แจงและแนะนำเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ โดยชี้แจงเป้าหมายขั้นตอนวิธีการเรียนรู้บนระบบ เครื่องมือ สถานที่ บทบาทหน้าที่ ระยะเวลาและเกณฑ์การประเมินผล สำรวจข้อมูลและทักษะของผู้เรียน รวบรวมข้อมูลในด้านการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะและความพร้อมในการดำเนินกิจกรรมการเรียน การให้ผู้เรียนได้ลองฝึกอบรมปฏิบัติการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะได้ให้ผู้เรียนคุ้นชินกับระบบและการใช้เครื่องมือสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ ของการเรียนบนระบบการเรียนรู้ได้ ต่อมากำหนดบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน โดยบทบาทของผู้เรียนในการเรียนและร่วมการทำกิจกรรมทั้งในกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อยตามรูปแบบที่กำหนดไว้ ร่วมแลกเปลี่ยน แบ่งปันข้อมูล ร่วมแสดงความคิดเห็น และทำกิจกรรมบนระบบ และบทบาทผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการเรียนการสอนให้เป็นไปตามขั้นตอนและกระบวนการ ให้คำแนะนำในการเรียน ชี้แนวทางการเรียนรู้ ให้ผลป้อนกลับในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การติชม ให้ปรับปรุงแก้ไข ในผลงาน ในรูปแบบการเรียนการสอน และให้กำลังใจคอยกระตุ้นเพื่อดึงความคิดและผลักดันให้ผู้เรียนบรรลุผลตามเป้าหมายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 ผู้สอนและผู้เรียนในกลุ่ม กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้และการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนกับกิจกรรม ผู้สอนกระตุ้นและดึงความคิดเพื่อสร้างแรงจูงใจ ขั้นกระตุ้นและเร้าความสนใจเพื่อดึงความคิดเข้าสู่เนื้อหากระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเชื่อมโยง ตัวอย่างหรือเรื่องที่นำมากระตุ้นกับบทเรียนและเนื้อหาที่จะเรียนผู้สอนทำการสอนให้สัมพันธ์กับความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่ที่จะศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องนั้น (โดยการเชื่อมโยงการสอนไปยังเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตของผู้เรียน หรือยกเหตุการณ์ปัจจุบัน อนาคต ภาพนิ่ง ตัวอย่างกรณีศึกษาที่น่าสนใจในขณะนั้น) เพื่อผู้เรียนจะได้เห็นความสำคัญต่อการนำไปปฏิบัติการหรือไปประยุกต์ใช้ในอนาคต

2.2.3 ผู้สอนกำหนดข้อตกลงในการวัดและประเมินผล โดยมีการชี้แจงและทำข้อตกลงวิธีการวัดและประเมินผลระหว่างการทำกิจกรรม การนำเสนอ การวัดผลปลายทาง และการกำหนดเงื่อนไขของกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจน เกณฑ์การให้คะแนน การให้รางวัลเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ และผู้สอนใช้คำพูดที่ท้าทายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ในกิจกรรม

2.2.4 ผู้สอนกำหนดกลุ่มของผู้เรียน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นคู่ และกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนในทีม โดยพยายามจัดกลุ่มผู้เรียนโดยเฉลี่ยความรู้ความสามารถในแต่ละกลุ่มที่ใกล้เคียงกัน โดยจะต้องมีทั้งคนเก่งและคนอ่อนอยู่ร่วมกัน และต้องคำนึงถึงคือ ด้านพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม ไม่ควรจัดให้ผู้เรียนที่มีความประพฤติไม่เหมาะสม หรือไม่สนใจการเรียนอยู่ร่วมกันทั้งหมด

2.2 การวางแผนร่วมกัน แบ่งเป็น

2.2.1 ผู้สอนและผู้เรียนในกลุ่ม กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้และการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนกับกิจกรรม ผู้สอนกระตุ้นและดึงความคิดเพื่อสร้างแรงจูงใจ ขั้นกระตุ้นและเร้าความสนใจเพื่อดึงความคิดเข้าสู่เนื้อหากระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเชื่อมโยง ตัวอย่างหรือเรื่องที่นำมากระตุ้นกับบทเรียนและเนื้อหาที่จะเรียนผู้สอนทำการสอนให้สัมพันธ์กับความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่ที่จะศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องนั้น (โดยการ เชื่อมโยงการสอนไปยังเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตของผู้เรียน หรือยกเหตุการณ์ปัจจุบันอนาคต ภาพนิ่ง ตัวอย่างกรณีศึกษาที่น่าสนใจในขณะนั้น) เพื่อผู้เรียนจะได้เห็นความสำคัญต่อการนำไปปฏิบัติการหรือไปประยุกต์ใช้ในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการทำงานและการเรียนรู้ตลอดการดำเนินกิจกรรม การกำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคนภายในกลุ่ม

2.2.3 ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายในระบบที่จัดเตรียมไว้ และแหล่งข้อมูลภายนอก การหาช่องทางสำหรับสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้

2.2.4 ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันกำหนดกรอบหรือทิศทางของผลลัพธ์จากการเรียนรู้บนระบบฯ

2.3 ขั้นการเลือกต้นแบบ แบ่งเป็น

2.3.1 ผู้เรียนในกลุ่มเลือกต้นแบบ โดยพิจารณาหลักการ ทฤษฎี พฤติกรรม โครงสร้างของงาน การกำหนดผลลัพธ์ปลายทางของชิ้นงานของกลุ่มตนเอง และกลุ่มผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับต้นแบบอย่างละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและสอดคล้องกัน

2.3.2 ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันมุ่งหาผลลัพธ์ ความรู้หรือสิ่งที่ต้องการรู้ และทำความเข้าใจกับผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้น

2.4 ขั้นการวิเคราะห์ร่วมกัน แบ่งเป็น

2.4.1 ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ร่วมกันวิเคราะห์วางแผนนำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างผลงานหรือวิธีการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

2.4.2 ผู้เรียนในกลุ่มร่วมมือกันดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการจำแนกแยะแยะองค์ประกอบของต้นแบบ โดยการใช้เครื่องมือทางปัญญาได้

2.4.3 ผู้เรียนในกลุ่มดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการทำงาน โครงสร้างทั้งระบบภายในและภายนอก ยกตัวอย่างเช่นลักษณะโครงสร้างวัตถุ การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

2.4.4 ผู้เรียนในกลุ่มดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์และพิจารณาแต่ละองค์ประกอบหรือขั้นตอนอย่างละเอียดการคัดแยกองค์ประกอบ การจัดกลุ่มของวัตถุ หรือการหารูปแบบ การหาหนทางที่สั้นหรือดีที่สุดขึ้นกับเงื่อนไขที่กำหนด โดยผู้เรียนร่วมมือการใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5 ขั้นการออกแบบร่วมกัน แบ่งเป็น

2.5.1 ผู้เรียนในกลุ่มดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการนำองค์ความรู้ที่ได้มาออกแบบชิ้นงานของกลุ่มตนเอง โดยพิจารณาจากต้นแบบ

2.5.2 ผู้เรียนในกลุ่มรายงานความคืบหน้า และร่วมกันพิจารณาตรวจสอบให้ครบถ้วนถูกต้อง โดยแต่ละขั้นตอนที่เรียนรู้ผ่านเครื่องมือทางปัญญา จะมีโมดูลในระบบจะตรวจสอบประเมินผลแต่ละขั้นตอนเพื่อให้เกิดความถูกต้องได้

2.6 ขั้นการให้ผลป้อนกลับและสรุปผล

2.6.1 ผู้สอนให้ผลป้อนกลับและการเสริมแรงเกี่ยวกับผลงานที่กลุ่มผู้เรียนได้สร้างขึ้น และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน การให้ความช่วยเหลือ ตอบข้อซักถามหรือข้อสงสัยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถ หรือการใช้กรณีตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ผู้เรียนได้พบ ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้นได้

2.6.2 ผู้สอนประเมินผลงานแล้วให้ผู้เรียนทำแบบประเมินตนเอง ประเมินเพื่อนร่วมทีม และให้ผู้สอนประเมินผู้เรียนได้

2.6.3 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้จากระบบการเรียนรู้ฯ และนำความรู้ที่มาจัดทำข้อมูล การสรุปผลการดำเนินงาน การหาแนวทางข้อเสนอแนะที่ทำให้ดีขึ้นด้วยหลักการและเหตุผล การพิจารณาข้อจำกัด และการนำเสนอสิ่งที่ค้นพบจากการดำเนินงาน

2.6.4 ผู้เรียนแต่ละคน หลังจากเรียนรู้ทุกขั้นตอนเสร็จแล้ว จะต้องทำแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล เพื่อทำให้รู้ความสามารถและพัฒนาของตนเอง

3. ขั้นตอนการทดลองทำซ้ำเพื่อวัดพัฒนาการของผู้เรียน

หลังจากที่ได้เรียนรู้บนระบบการเรียนรู้ในหัวข้อที่ 2 (การเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ) ครบ 6 ขั้นตอนแล้ว หลังจากนั้นจะนำมาดำเนินการให้ผู้เรียนเรียนซ้ำอีก 2 รอบ โดยแต่ละรอบ จะเพิ่มความยากของเนื้อหา แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้น (การทำซ้ำรอบที่ 2 เป็นต้นไป สามารถตัดขั้นที่ 1.ขั้นเตรียมพร้อมออกไปได้ หรือปรับลดระยะของแต่ละขั้นตอนย่อยตามความเหมาะสม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ขั้นตอนการประเมินผลหลังเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

เมื่อเรียนรู้ตามกระบวนการวิจัยครบทั้ง 3 รอบแล้ว ผู้เรียนต้องประเมินหลังเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนการประเมินเพื่อตรวจสอบความสำเร็จของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือตัวชี้วัดที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนถึงความรู้ความสามารถเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้บนระบบนี้ และผลที่ได้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินก่อนเรียนเพื่อศึกษาพัฒนาการของผู้เรียนได้ เครื่องมือที่นำมาเพื่อประเมินผลหลังเรียน ได้แก่

1. แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล เป็นการประเมินความรู้ความสามารถทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถด้านการแยกองค์ประกอบ (2) ความสามารถด้านการหารูปแบบ (3) ความสามารถด้านความคิดเชิงนามธรรม และ (4) ความสามารถด้านการออกแบบ

อัลกอริทึม โดยประเมินก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล โดยผลที่ได้จากการทดสอบ นำไปเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียนเพื่อศึกษาพัฒนาการของผู้เรียน

2. แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถด้านการแยกองค์ประกอบ (2) ความสามารถด้านการหารูปแบบ (3) ความสามารถด้านความคิดเชิงนามธรรม และ (4) ความสามารถด้านการออกแบบอัลกอริทึม ผลที่ได้จากการประเมิน สามารถนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินตนเองในช่วงก่อนเรียนได้

3. การประชุมกลุ่มย่อย เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนจากการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนตลอดระยะเวลาการเรียนรู้ เพื่อรับทราบข้อเสนอแนะและปรับปรุงให้ระบบการเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล ผ่านการสนทนา พูดคุย ซักถาม โดยผู้สอนตั้งประเด็นคำถาม ซึ่งอาจได้จากการรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน การมีร่องรอยการเรียนรู้ การสะท้อนคิดการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างเรียน และการดำเนินกิจกรรมบนระบบการเรียน สนทนา พูดคุย โดยสุ่มสัมภาษณ์เป็นรายเดี่ยว รายคู่ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบคำถาม แล้วนำผลนั้นมาวิเคราะห์เพื่ออภิปรายผลต่อไป

4. แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนหลังเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เป็นการให้ผู้เรียนให้ความคิดเห็น ประเมินความพึงพอใจ และความรู้สึกที่มีต่อการใช้ระบบการเรียนรู้นี้ โดยผลที่ได้จะนำไปพัฒนาและปรับปรุงระบบต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ขณะดำเนินการทดลองผู้วิจัยทำการประเมินคะแนนการเรียนรู้จากกิจกรรมตามองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลนี้แต่ละสัปดาห์ตามกิจกรรมที่กำหนดให้

2. การสังเกตและรวบรวมข้อมูลร่องรอยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

3. หลักจากดำเนินการทดลองแล้ว ผู้เรียนและเพื่อนในกลุ่มได้ทำการประเมินตนเอง และการประเมินระหว่างเพื่อน แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4. ผู้เรียนทำแบบสำรวจความคิดเห็นต่อการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลการทดลองของการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความถี่และร้อยละของข้อมูลส่วนตัวของตัวอย่าง

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างความคิดเชิงประมวลผลหลังการทดลองของตัวอย่างแบ่งออกเป็นผลการวิเคราะห์ผลการประเมินงานที่มอบหมายด้วยการวิเคราะห์สถิติบรรยาย ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินงานที่มอบหมายด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ

3. วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผลระหว่างการทดลองในแต่ละครั้ง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรมแต่ละรอบ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดียวแบบวัดซ้ำ

5. วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นและความพึงพอใจต่อการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นที่มีต่อระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ของตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิจัยระยะที่ 4 การนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

การนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของการวิจัย เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอเพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิรับรองรูปแบบ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 4 ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่าน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

1. เป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการศึกษา ด้านวิศวกรรมผันกลับ หรือเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาอย่างน้อย 5 ปี และ / หรือ

2. เป็นผู้มีผลงานวิชาการด้านการออกแบบการเรียนการสอน การพัฒนาระบบฯ หรือด้านการนำเทคโนโลยีมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างประเด็นคำถามแบบสอบถาม

2. กำหนดข้อคำถามเพื่อพัฒนาแบบรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

3. นำแบบรับรองระบบฯไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ปรับปรุงแบบรับรองตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของรูปแบบในระยะที่ 3 มาปรับปรุงแก้ไข

2. นำเสนอรูปแบบให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ประเมินรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ที่สร้างขึ้น

3. นำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับปรุงรายละเอียดในด้านองค์ประกอบ กระบวนการเรียนและขั้นตอนให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

4. ผู้วิจัยนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ การเรียนรู้ด้วยแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ การเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนและความคิดเชิงประมวลผล จำนวน 3 ท่าน ประเมินรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลที่สร้างขึ้น แล้วนำข้อมูลและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงเพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ระยะ ตามจุดประสงค์การวิจัย โดยการดำเนินการ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ระยะที่ 4 ผลการนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

โดยมีรายละเอียดผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาความต้องการระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. ผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยดำเนินการแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร งานวิจัย วิทยานิพนธ์ และบทความ เกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯในประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2560 จากฐานข้อมูลเครือข่ายของกลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติและแหล่งข้อมูลงานวิจัยนานาชาติ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นรายประเด็นการศึกษา ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ สามารถแบ่งส่วนประกอบโมดูลหลัก 2 ส่วน ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงโมดูลหลักของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

หัวข้อ	คำอธิบาย
1. ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์	เป็นส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้ร่วมกับกิจกรรมและเครื่องมือบนคลาวด์ไว้ด้วยกัน และเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน
2. โมดูลวิศวกรรมผันกลับ	เป็นส่วนเสริมที่นำเข้ามาใช้ในการเรียนการสอน โดยเป็นเครื่องมือที่แสดงให้เห็นถึงความหมาย กระบวนการ วิธีการ ประโยชน์เกี่ยวกับการนำวิศวกรรมผันกลับมาใช้ในการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ โมดูลบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ สามารถแบ่งส่วนประกอบพื้นฐาน 9 โมดูลย่อย ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แสดงโมดูลย่อยของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

หัวข้อ	คำอธิบาย
1. โมดูลสมาชิก	เป็นโมดูลสำหรับจัดการข้อมูลสมาชิก ซึ่งจะเก็บข้อมูลของผู้ใช้ 3 กลุ่ม คือ ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ช่วยสอน ประกอบไปด้วยการทำงานหลายส่วน ได้แก่ การสมัครสมาชิก การเข้า/ออกระบบ การแก้ไขข้อมูลส่วนตัว และการจัดการผู้ใช้ระบบ

หัวข้อ	คำอธิบาย
2. โมดูลข่าวประกาศ	เป็นโมดูลสำหรับใช้ติดต่อสื่อสารประชาสัมพันธ์ระหว่างการเรียน การแจ้งข้อมูลหรือการกำหนดเงื่อนไขการเรียน
3. โมดูลกิจกรรม	เป็นโมดูลสำหรับผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนอย่างสมบูรณ์ โดยผู้เรียนสามารถใช้งานเครื่องมือบนระบบที่เชื่อมโยง กับบริการคลาวด์ต่าง ๆ ได้
4. โมดูลการประเมินผล	เป็นโมดูลสำหรับผู้สอนในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน แจ้งผลการทำงาน และกรอกคะแนน เพื่อให้ผู้เรียนเข้ามาตรวจสอบระหว่างการเรียน และผู้สอนสามารถแสดงผลป้อนกลับรวมไปจนถึงการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ได้
5. โมดูลเนื้อหาและแหล่งเรียนรู้	เป็นโมดูลที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลหรือความรู้ที่ถูกจัดให้แสดงไว้โดยผู้สอน
6. โมดูลบริหารจัดการ	เป็นโมดูลสำหรับผู้สอน ผู้ดูแลระบบ ประกอบไป ด้วยการทำงานหลายส่วน ได้แก่ ตรวจสอบสถิติการใช้งาน เพิ่ม-ลด เมนู และเพิ่ม – ลดระบบส่วนต่อขยาย
7. โมดูลการเสริมการเรียนรู้	เป็นส่วนที่ผู้สอนเพิ่มเติมให้เพื่อเสริมการเรียนรู้ หรือถ้าผู้เรียนมีปัญหาสามารถขอความช่วยเหลือหรือสอบถามได้ ยกตัวอย่างเช่น เกมเสริมการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น
8. โมดูลการติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกัน	เป็นโมดูลสำหรับผู้เรียนที่ใช้ในการสนทนาหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา
9. โมดูลติดตามการเรียนของผู้เรียน	เป็นโมดูลสำหรับผู้สอนที่ใช้ในการช่วยตรวจสอบลักษณะหรือพฤติกรรมการเข้าใช้งานของผู้เรียน เพื่อนำมาสังเกตหรือวิเคราะห์วิธีการเรียนของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ ด้วยการ การนำเอาบริการคลาวด์สาธารณะแบบ (Software as a Service) เข้ามาใช้โดยเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์แบ่งออกเป็น 9 ประเภท ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 เครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

ประเภทเครื่องมือ	คุณสมบัติ	เครื่องมือที่ใช้บริการ	ติดตั้งในระบบ	เรียกใช้จากภายนอก
เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกัน	เป็นเครื่องมือที่สามารถกำหนดเป้าหมายร่วมกันบนระบบออนไลน์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มได้ โดยข้อมูลแสดงแบบทันกาล (Real time) และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Docs, Google Slides		√
เครื่องมือระดมสมอง	เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการระดมสมองพร้อมกันทั้งรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Linoit		√
เครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้	เป็นเครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้ที่มีผู้เชี่ยวชาญหรือองค์กรได้ออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Game Shelf, Lightbot	√	
เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา	เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนทางปัญญา เช่นสามารถนำมาช่วยสร้างผังความคิดและผังงานได้ โดยสามารถเข้าใช้งานทั้งแบบรายบุคคลและรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Drawing, Draw.io, Mindmeister		√

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประเภทเครื่องมือ	คุณสมบัติ	เครื่องมือที่ใช้บริการ	ติดตั้งในระบบ	เรียกใช้จากภายนอก
เครื่องมือช่วยค้นหา	เป็นเครื่องมือที่ช่วยค้นหาข้อมูลเพื่อช่วยในการเรียนรู้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Search Engine		√
เครื่องมือการประเมินผล	เป็นเครื่องมือที่แสดงผลเป็นตาราง สามารถคำนวณข้อมูลและแสดงผลลัพธ์เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google sheets		√
เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล	เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลงาน และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Drive		√
เครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบของวิดีโอ	เป็นเครื่องมือที่แสดงผลในรูปแบบของวิดีโอ การดูตัวอย่าง วิธีการทำงาน การออกแบบเนื้อหาจากต้นแบบ และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Youtube	√	
เครื่องมือติดตามการเข้าใช้งานผู้เรียน	เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการช่วยตรวจสอบลักษณะการเข้าใช้งานของผู้เรียน เพื่อนำมาสังเกตหรือวิเคราะห์วิธีการเรียนของผู้เรียน และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	Google Analytic, Visitor Analytic	√	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 4 ผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ มีขั้นตอนในการเรียนทั้งสิ้น 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

ขั้นตอนการเรียน	คำอธิบาย
1. การกำหนดจุดประสงค์และการวางแผน	การกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไขของกิจกรรม การรับทราบข้อตกลงวิธีการวัดและการประเมินผลระหว่างกิจกรรม เกณฑ์การคะแนน และร่วมกันวางแผนงานในกลุ่ม ร่วมกันศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล แล้วกำหนดกรอบของผลลัพธ์หรือประเด็นที่ต้องการศึกษา
2. การเลือกต้นแบบ	การกำหนดต้นแบบที่จะนำมาเรียนรู้ แล้วทำการมุ่งหาผลลัพธ์ตามที่ได้ตั้งไว้ โดยผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดต้นแบบให้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ
3. การถอดองค์ประกอบของต้นแบบ	การร่วมกันพิจารณาและวิเคราะห์ต้นแบบที่เลือก นำมาไตร่ตรองตามลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากแยกองค์ประกอบของต้นแบบหลักให้เป็นองค์ประกอบย่อย แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบลงไปทีละส่วน สังเกตรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะศึกษาจากต้นแบบ และเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป
4. การออกแบบ	การออกแบบลักษณะโครงสร้างการทำงาน หรือลักษณะทางกายภาพของต้นแบบ เพื่อให้ได้แบบแปลนของการทำงาน
5. การสรุปผล	นำข้อมูลที่ได้มาสรุปผล และร่วมวิเคราะห์หาถึงจุดเด่น จุดด้อยของต้นแบบเพื่อหาวิธีการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 5 ผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของผู้สอนผู้เรียน และบทบาทของเพื่อนในการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ มีดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 แสดงบทบาทของผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

บทบาท	คำอธิบาย
1.บทบาทผู้สอน	ผู้สอนเป็นผู้กำหนดขั้นตอนในการสอนให้ชัดเจน ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและคอยช่วยเหลือผู้เรียน ผู้สอนเป็นผู้จูงใจ เสริมแรง และมีบทบาทเป็นผู้ซักถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด และสุดท้ายเป็นผู้ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. บทบาทผู้เรียน	ผู้เรียนต้องเป็นผู้รู้จักศึกษาค้นคว้า กำหนดเป้าหมาย วางแผนงาน ลงมือปฏิบัติ และสามารถประเมินพัฒนาการของตนเองได้ เรียนรู้ด้วยความสนุกสนานและท้าทายอยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการสื่อสารระหว่างบุคคล การใช้งานเทคโนโลยีเพื่อนำมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ และสามารถสร้างความรู้แล้วทำความเข้าใจผ่านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง
3. บทบาทของเพื่อน	เพื่อนในกลุ่มจำเป็นต้องมีการพูดคุยอภิปราย ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และส่งเสริมให้สมาชิกมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยแต่ละคนต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะการสื่อสาร การสร้างสัมพันธภาพ เข้าใจความรู้สึก และปัญหาความต้องการของบุคคล เพื่อจะส่งเสริมกำลังใจแก่กันและกันภายในกลุ่มได้เกิดการพัฒนาตนเอง และศักยภาพที่มีอยู่ในตนเอง

ส่วนที่ 6 ผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงประมวลผล มีดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 แสดงการสังเคราะห์เกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล

ประเด็นหลัก	จุดประสงค์
1. การแยกแยะองค์ประกอบ (Decomposition)	1.1 ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้ 1.2 ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยจากองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้ 1.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้อย่างเข้าใจและละเอียดได้ 1.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายหน้าที่และความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบย่อยของต้นแบบ เพื่อให้ง่ายและเข้าใจการทำงาน
2.การหารูปแบบ (Pattern Recognition)	2.1 ผู้เรียนสามารถเขียนลำดับ ขั้นตอนกระบวนการออกแบบหรือสร้างต้นแบบของแต่ละส่วนย่อยได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน 2.2 ผู้เรียนสามารถระบุ รูปแบบ กระบวนการที่มีความคล้ายกันและความต่างกันในต้นแบบได้ 2.3 ผู้เรียนสามารถค้นหาความคล้ายคลึงกันจากกระบวนการออกแบบต้นแบบได้ครบถ้วนและถูกต้อง 2.4 ผู้เรียนสามารถระบุรูปแบบที่มีความต่างกันในต้นแบบได้ 2.5 ผู้เรียนสามารถนำคำสั่งหรือกระบวนการเดิม มาใช้ซ้ำในการออกแบบในการออกแบบส่วนที่มีความคล้ายคลึงของงานได้
3.การคิดแบบนามธรรม (Abstraction)	3.1 ผู้เรียนสามารถอธิบายเงื่อนไขข้อจำกัดหรืออุปสรรคของต้นแบบได้ 3.2 ผู้เรียนสามารถอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎีต่างๆที่เรียนมา เพื่อใช้บรรยายเกี่ยวกับการออกแบบงานจากต้นแบบได้ 3.3 ผู้เรียนสามารถเสนอแนะเงื่อนไขหรือหลักการได้อ้างอิงจากหลักการหรือทฤษฎีเพื่อให้ต้นแบบนั้นมีความน่าสนใจหรือดียิ่งขึ้นได้ 3.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงส่วนที่สำคัญที่สุดของขั้นตอนการออกแบบกลไกหรือสร้างจากต้นแบบได้ 3.5 ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการในการออกแบบหรือพัฒนากลไกการสร้างจากต้นแบบเพื่อให้บรรลุคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเด็นหลัก	จุดประสงค์
4. การคิดแบบอัลกอริทึม (Algorithm)	4.1 ผู้เรียนสามารถเขียนผังงานได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์ ตามเงื่อนไขที่กำหนด 4.2 ผู้เรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอน เงื่อนไข ที่สำคัญในการออกแบบจากต้นแบบได้อย่างถูกต้อง 4.3 ผู้เรียนสามารถเขียนผังงานด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานได้อย่างถูกต้อง 4.4 ผู้เรียนสามารถเขียนคำอธิบายสั้น กระชับ แต่ได้ใจความลงในสัญลักษณ์ของผังงานได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็น

ผลการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 685 คน สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ตอบแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	232	34.1
	หญิง	**448**	**65.9**
กลุ่มสาขาวิชาที่สังกัด	**กลุ่มสาขาวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**	**438**	**64.8**
	กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	238	35.2
มหาวิทยาลัยที่ท่านกำลังศึกษาอยู่ ตั้งอยู่ในภูมิภาคใดในประเทศไทย	ภาคกลาง	260	38.2
	ภาคเหนือ	149	21.9
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	87	12.8
	ภาคใต้	112	16.4
	ภาคตะวันออก	69	10.1
	ภาคตะวันตก	4	0.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 27 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ได้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นเพศหญิงที่มีจำนวนมากกว่าเพศชายเทียบได้เป็นร้อยละ 65.9 และร้อยละ 34.1 ตามลำดับ และนิสิตนักศึกษาเหล่านี้ได้กำลังศึกษาอยู่ในกลุ่มสาขาวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มากกว่ากลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทียบได้เป็นร้อยละ 64.8 และ 35.2 ตามลำดับ และได้เทียบจำนวนนิสิตนักศึกษาปริญญาตรีในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยแบ่งตามกลุ่มได้ดังนี้ (1) ภาคกลาง เทียบเป็นร้อยละ 38.2 (2) ภาคเหนือเทียบเป็นร้อยละ 21.9 (3) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเทียบเป็นร้อยละ 12.8 (4) ภาคใต้เทียบเป็นร้อยละ 16.4 (5) ภาคตะวันออกเทียบเป็นร้อยละ 10.1 และ (6) ภาคตะวันตกเทียบเป็นร้อยละ 0.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 28 ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนบนระบบออนไลน์

รายการ	**ลักษณะรายการ**	**จำนวน (คน)**	**เทียบเป็นร้อยละ**
ท่านเคยมีประสบการณ์เรียนบนระบบออนไลน์หรือไม่	**เคย**	**635**	**93.1**
	ไม่เคย	47	6.9
ท่านเคยใช้บริการเครื่องมือบนระบบออนไลน์ในรูปแบบใดบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**พบปะพูดคุยกับเพื่อนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น Facebook, Google+ เป็นต้น**	**642**	**94.1**
	สร้างเอกสาร เก็บข้อมูล ทำรายงานด้วยเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ เช่น Google Drive, Dropbox เป็นต้น	543	79.6
	ติดต่อสื่อสารด้วยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Gmail, Outlook live เป็นต้น	541	79.3
	เครื่องมือสนทนาออนไลน์ เช่น LINE, Facebook Chat เป็นต้น	622	91.2
	จัดเก็บลิงค์เว็บที่ชื่นชอบด้วยเครื่องมือบันทึกรายการเว็บ เช่น Twitter, Pinterest, Linkedin เป็นต้น	333	48.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
	บันทึกความรู้ ประสบการณ์ เรื่องราวต่างๆ ด้วยเครื่องมือสร้างเนื้อหาออนไลน์ เช่น Blog, Wiki เป็นต้น	194	28.4
	ถาม ตอบ อภิปรายด้วยกระทู้ออนไลน์ เช่น Pantip Forum, Facebook เป็นต้น	354	51.9
ระบบการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ที่เหมาะสมกับท่านควรมีลักษณะอย่างไร (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**มีพื้นที่ในการติดต่อสื่อสาร ประกาศ ชี้แจงข่าวสารในการเรียนอย่างชัดเจน**	**571**	**84.2**
	มีการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้อย่างครบถ้วน สามารถเข้าไปเรียนได้อย่างเป็นลำดับจากเมนูการใช้งาน	548	80.8
	มีส่วนของการแจ้งประเมินผลการเรียน ติดตามการส่งงานหรือกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์	455	67.1
	มีเครื่องมือในการทำกิจกรรมการเรียนถูกจัดไว้อย่างครบถ้วนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียน	458	676
กิจกรรมที่ดำเนินอยู่บนระบบการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ควรมีลักษณะอย่างไร	เรียนคนเดียว	71	10.5
	เรียนร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	104	15.3
	มีทั้งสองอย่างผสมผสานกัน	**345**	**50.8**
	เรียนโดยมีผู้สอนให้คำแนะนำ	159	23.4
ลักษณะการสื่อสารในข้อใดต่อไปนี้ที่ท่านอยากใช้ในการพูดคุยกับ "ครูผู้สอน" ระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนบนระบบออนไลน์มากที่สุด	**พูดคุยแบบสดผ่าน (Chat)**	**269**	**39.6**
	พูดคุยแบบเห็นหน้า (Video Call)	183	26.9
	ฝากคำถามรออาจารย์มาตอบ (Post & Comment)	180	26.5
	ถามคำถามผ่านจดหมาย (e-Mail)	48	7.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
ลักษณะการสื่อสารในข้อใดต่อไปนี้ที่ท่านอยากใช้ในการพูดคุยกับ "เพื่อน" ระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนบนระบบออนไลน์มากที่สุด	**พูดคุยแบบสดผ่าน (Chat)**	**363**	**53.3**
	พูดคุยแบบเห็นหน้า (Video Call)	265	38.9
	ฝากคำถามรออาจารย์มาตอบ (Post & Comment)	46	6.8
	ถามคำถามผ่านจดหมาย (e-Mail)	7	1
การประเมินผลการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ควรแสดงสิ่งใดต่อไปนี้เพื่อให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	รายงานการส่งงานในแต่ละสัปดาห์	132	19.4
	รายงานคะแนนของงานแต่ละชิ้น	163	23.9
	เกณฑ์การประเมินให้คะแนน	114	16.7
	ข้อมูลความก้าวหน้าของผู้เรียน	**273**	**40**
การแนะนำวิธีใช้งานของระบบการเรียนรู้ออนไลน์ควรทำด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะกับท่าน	**มีวิดีโอสอนการใช้งานระบบ**	**514**	**75.5**
	มีคู่มือการใช้งานระบบ	166	24.4

จากตารางที่ 28 จากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ พบว่านิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีเคยเรียนรู้บนระบบออนไลน์เทียบเป็นร้อยละ 93.1 และบริการเครื่องมือแบบคลาวด์ที่นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีผู้ตอบแบบสอบถามเคยใช้บริการมากที่สุด 4 ลำดับแรก คือ เครื่องมือที่ใช้พบปะพูดคุยกับเพื่อนบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ (ร้อยละ 94.1) รองลงมาคือ เครื่องมือที่ใช้สนทนาออนไลน์ (ร้อยละ 91.2) สร้างเอกสาร เก็บข้อมูล ทำรายงานด้วยเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ (ร้อยละ 79.6) และเครื่องมือที่ใช้ติดต่อสื่อสารด้วยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 79.3) ตามลำดับ ระบบการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ที่เหมาะสมที่ผู้เรียนเลือกมากที่สุด 4 อันดับ คือ มีพื้นที่ในการติดต่อสื่อสาร ประกาศ ชี้แจงข่าวสารในการเรียนอย่างชัดเจน (ร้อยละ 84.2) รองลงมา คือ มีการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้อย่างครบถ้วน สามารถเข้าไปเรียนได้อย่างเป็นลำดับจากเมนูการใช้งาน (ร้อยละ 80.8) เครื่องมือในการทำกิจกรรมการเรียนถูกจัดไว้อย่างครบถ้วนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียน (ร้อยละ 67.6) และมีส่วนของการแจ้งประเมินผลการเรียน ติดตามการส่งงานหรือกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์ (ร้อยละ 67.1) ตามลำดับ กิจกรรมที่ดำเนินอยู่บนระบบการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ที่ผู้เรียนเลือกวิธีการเรียนมากที่สุด 4 อันดับ คือ มีทั้งสองอย่างผสมผสานกัน (ร้อยละ 50.8) รองลงมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คือ เรียนโดยมีผู้สอนให้คำแนะนำ(ร้อยละ 23.4) มีเรียนร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่ม (ร้อยละ 15.3) และเรียนคนเดียว(ร้อยละ 10.5) ตามลำดับ ลักษณะการสื่อสารที่ผู้เรียนอยากใช้ในการพูดคุยกับ "ครูผู้สอน" ระหว่างดำเนิน กิจกรรมการเรียนบนระบบออนไลน์มากที่สุด 4 อันดับแรกคือ พูดคุยแบบสดผ่าน (Chat) (ร้อยละ 39.6) รองลงมาคือ พูดคุยแบบเห็นหน้า (Video Call) (ร้อยละ 26.9) ฝากคำถามรออาจารย์มาตอบ (Post & Comment) (ร้อยละ 26.5) และถามคำถามผ่านจดหมาย (e-Mail) (ร้อยละ 7.1) ตามลำดับ ลักษณะการสื่อสารที่ผู้เรียนอยากใช้ในการพูดคุยกับ "เพื่อน" ระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนบนระบบออนไลน์มากที่สุดคือ พูดคุยแบบสดผ่าน (Chat) (ร้อยละ 53.3) รองลงมาคือ พูดคุยแบบเห็นหน้า (Video Call) (ร้อยละ 38.9) ฝากคำถามรออาจารย์มาตอบ (Post & Comment) (ร้อยละ 6.8) และถามคำถามผ่านจดหมาย (e-Mail) (ร้อยละ 1) ตามลำดับ วิธีการประเมินผลการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด คือ ข้อมูลความก้าวหน้าของผู้เรียน (ร้อยละ 40) รองลงมาคือ รายงานคะแนนของงานแต่ละชิ้น (ร้อยละ 23.9) รายงานการส่งงานในแต่ละสัปดาห์ (Post & Comment) (ร้อยละ 19.4) และเกณฑ์การประเมินให้คะแนน (e-Mail) (ร้อยละ 16.7) ตามลำดับการแนะนำวิธีใช้งานของระบบการเรียนรู้ออนไลน์ควรทำด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะที่ผู้เรียนเลือกมากที่สุดคือ มีวิดีโอสอนการใช้งานระบบ เทียบเป็นร้อยละ 75.5 และมีคู่มือการใช้งานระบบ เทียบเป็นร้อยละ 24.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 29 ความคิดเห็นที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
ความคิดเชิงประมวลผลหมายถึงข้อใด	**ทักษะการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา**	**367**	**53.9**
	ทักษะการใช้เทคโนโลยี	44	6.5
	การเขียนโปรแกรม	22	3.2
	การคิดแบบคอมพิวเตอร์ การคิดที่เป็นลำดับ	138	20.3
	ทักษะการคิดแบบตรรกะ	42	6.2
	ความสามารถการจัดการข้อมูล	68	10
วิธีการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลเป็นไปตามข้อใด	การเขียนผังงาน หรือการใช้ผังความคิด (Flowchart and Mind map)	511	75
	การฝึกฝนการออกแบบระบบ	**672**	**98.7**

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
	การให้สถานการณ์ในการแก้ปัญหา	429	63
	การเขียนโปรแกรม	248	36.4
	การทำงานแบบร่วมมือกันในกลุ่ม	377	55.4
	การให้เล่นเกม	224	32.9
	การให้แก้โจทย์คณิตศาสตร์	186	27.3
เทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยสนับสนุนเพื่อให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลคือข้อใด	ระบบคลาวด์ที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน	358	52.6
	การออกแบบเกมดิจิทัล	332	48.8
	การเขียนโปรแกรม	313	46
	การเล่นเกมดิจิทัล	232	34.1
	เว็บไซต์	322	47.3
	การวิเคราะห์ข้อมูล	343	50.4
	เครื่องปริ้น 3 มิติ	143	21
	การใช้คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต	**362**	**53.2**

จากตารางที่ 29 จากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ พบว่านิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีเข้าใจความหมายเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ ทักษะการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (ร้อยละ 53.9) รองลงมาคือ การคิดแบบคอมพิวเตอร์ การคิดที่เป็นลำดับ (ร้อยละ 20.3) ความสามารถการจัดการข้อมูล (ร้อยละ 10) ทักษะการคิดแบบตรรกะ (ร้อยละ 6.2) ตามลำดับ วิธีการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลที่ผู้เรียนเลือกมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ การฝึกออกแบบระบบ (ร้อยละ 98.7) รองลงมาคือ การเขียนผังงาน หรือการใช้ผังความคิด (Flowchart and Mind map) (ร้อยละ 75) การให้สถานการณ์ในการแก้ปัญหา (ร้อยละ 63) และการทำงานแบบร่วมมือกันในกลุ่ม (ร้อยละ 55.4) ตามลำดับ ผู้เรียนคิดว่าเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล โดยเลือกมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ การใช้คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต (ร้อยละ 53.2) รองลงมาคือระบบคลาวด์ที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (ร้อยละ 52.6) การวิเคราะห์ข้อมูล (ร้อยละ 50.4) การออกแบบเกมดิจิทัล (ร้อยละ 48.8) ตามลำดับ

ตารางที่ 30 ความคิดเห็นที่มีต่อเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะกับท่าน	ทำงานคนเดียว	67	9.8
	ทำงานเป็นกลุ่ม	135	19.8
	ได้ทั้งสองอย่าง	**480**	**70.4**
หากต้องเรียนรู้แบบกลุ่ม วิธีการแบ่งกลุ่มแบบใดที่ท่านคิดว่าเหมาะที่สุด	จัดแบ่งกลุ่มโดยครูผู้สอน	96	14.1
	จัดแบ่งกลุ่มกันเองตามความสมัครใจ	**346**	**50.9**
	ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันจัดแบ่งกลุ่ม	238	35
ท่านคิดว่าข้อดีของการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นอย่างไรบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	ได้บรรยากาศการเรียนที่เป็นกันเอง	512	75.4
	การสื่อสาร การปฏิสัมพันธ์เข้าใจง่าย	531	78.5
	การสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียนรู้	500	75
	ส่งเสริมการทำงานที่เป็นกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	**550**	**80.8**
ท่านคิดว่าคุณสมบัติที่เหมาะสมของเพื่อนในการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นอย่างไรบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	รู้จักตนเอง รู้ถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของตัวเอง	548	80.4
	มีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	**611**	**89.6**
	มองโลกในแง่ดี	363	53.2
	มีความอดทน	455	66.7
	มีใจเที่ยงตรง	337	49.4
	มีท่าทีที่อบอุ่น และมีความใส่ใจ	400	58.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 30 จากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ พบว่านิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีเลือกลักษณะของการทำงานมากที่สุดคือ การทำงานทั้งแบบเดี่ยวและกลุ่ม (ร้อยละ 70.4) รองลงมาคือ ทำเป็นกลุ่มอย่างเดียว (ร้อยละ 19.8) และทำงานคนเดียว (ร้อยละ 9.8) ตามลำดับ และผู้เรียนเลือกลักษณะการจัดกลุ่มมาที่สุดคือ การจัดแบ่งกลุ่มกันเองตามความสมัครใจ (ร้อยละ 50.9) รองลงมาคือ ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันจัดแบ่งกลุ่ม (ร้อยละ 35) และจัดแบ่งกลุ่มโดยครูผู้สอน (ร้อยละ 14.1) ตามลำดับ ผู้เรียนคิดว่าการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนทำให้เกิดข้อดีมากที่สุดคือ การส่งเสริมการทำงานที่เป็นกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (ร้อยละ 80.8) รองลงมาคือ การสื่อสาร การปฏิสัมพันธ์

เข้าใจง่าย (ร้อยละ 78.5) ได้บรรยากาศการเรียนที่เป็นกันเอง(ร้อยละ 75.4) และการสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียนรู้ (ร้อยละ 75) ตามลำดับ คุณสมบัติที่เหมาะสมของเพื่อนในการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนที่ผู้เรียนเลือกมากที่สุด 4 อันดับแรกคือมีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น (ร้อยละ 89.6) รองลงมารู้จักตนเอง รู้ถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของตัวเอง (ร้อยละ 80.4) มีความอดทน (ร้อยละ 66.7) และมีท่าทีที่อบอุ่น และมีความใส่ใจ (ร้อยละ 58.7) ตามลำดับ

ตารางที่ 31 ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
ท่านเคยมีประสบการณ์การเลือกต้นแบบหรือแบบอย่างแล้วปฏิบัติให้ได้ตามต้นแบบหรือไม่ (ต้นแบบคือ ตัวอย่างที่เป็นแบบอย่าง ที่สามารถกำหนดเป็นเป้าหมายของการปฏิบัติตาม)	**เคย**	**554**	**81.7**
	ไม่เคย	124	18.3
ท่านคิดว่าต้นแบบหรือตัวอย่างที่เหมาะสมที่จะนำมาเรียนรู้เป็นตัวอย่างควรเป็นอย่างไร (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	ต้นแบบที่ทุกคนรู้จักกันอย่างกว้างขวาง	415	61.2
	ต้นแบบที่ผู้สอนเลือกให้	259	38.2
	ต้นแบบที่ผู้เรียนเลือกเอง	**423**	**62.3**
เมื่อท่านนำต้นแบบ มาเพื่อเป็นตัวอย่างของการปฏิบัติงาน ท่านมีความคาดหวังเพื่อทำได้ในระดับใด	**ทำได้ดีกว่าต้นแบบ**	**308**	**45.4**
	ทำได้เหมือนต้นแบบ	222	32.7
	ทำได้เพียงส่วนหนึ่งของต้นแบบ	148	21.8
ท่านเคยมีประสบการณ์การแยกชิ้นส่วนส่วนประกอบ องค์ประกอบ วิธีการ ลักษณะ รูปแบบของต้นแบบหรือไม่	**เคย**	**441**	**60.7**
	ไม่เคย	266	39.3
ท่านคิดว่าการแยกองค์ประกอบ ชิ้นส่วนต่างๆจากโครงสร้างของต้นแบบนั้นต้องใช้ความสามารถด้านใดบ้าง(สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**การวิเคราะห์**	**577**	**85.1**
	การสังเกต	530	78.2
	การให้เหตุและผล	442	65.2
	การออกแบบสร้างสรรค์	389	57.4
	การเชื่อมโยง	432	63.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
	การทำงานที่เป็นระบบ	418	61.7
	การทำงานร่วมกัน	341	50.3
ท่านคิดว่าข้อดีของการนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ(Reverse Engineering) มาใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานอย่างไรบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	ประหยัดเวลา	424	63.2
	ประหยัดค่าใช้จ่าย	349	52
	สามารถเข้าใจเนื้อหาและวิธีการได้อย่างตรงประเด็น	**503**	**75**
	สามารถนำไปใช้งานได้จริง	456	68
ท่านคิดว่าการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนั้นเหมาะสำหรับสาขาวิชาใด	กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ-วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	38	5.7
	กลุ่มสาขาวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	155	23.1
	ทุกกลุ่มสาขาวิชา	**477**	**71.2**
ท่านคิดว่าการนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับมาเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการต่อยอดนวัตกรรมทางเทคโนโลยีได้หรือไม่	**ได้**	**657**	**97.8**
	ไม่ได้	15	2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 31 จากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ พบว่านิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีเคยมีประสบการณ์การเลือกต้นแบบหรือแบบอย่างแล้วปฏิบัติให้ได้ตามต้นแบบ เทียบเป็นร้อยละ 81.7 และต้นแบบหรือตัวอย่างที่เหมาะสมที่จะนำมาเรียนรู้เป็นตัวอย่างที่ผู้เรียนเลือกมากที่สุดคือ ต้นแบบที่ผู้เรียนเลือกเอง (ร้อยละ 62.3) ต้นแบบที่ทุกคนรู้จักกันอย่างกว้างขวาง (ร้อยละ 61.2) และต้นแบบที่ผู้สอนเลือกให้ (ร้อยละ 38.2) ตามลำดับ เมื่อนำต้นแบบมาเพื่อเป็นตัวอย่างของการปฏิบัติงาน ผู้เรียนมีความคาดหวังเพื่อทำได้ในระดับทำได้ดีกว่าต้นแบบมากที่สุด (ร้อยละ 45.4) รองลงมาคือทำได้เหมือนต้นแบบ (ร้อยละ 32.7) และทำได้เพียงบางส่วนของต้นแบบ (ร้อยละ 21.8) ต่อมาผู้เรียนเคยมีประสบการณ์การแยกชิ้นส่วน ส่วนประกอบ องค์ประกอบ วิธีการ ลักษณะ รูปแบบของต้นแบบ (ร้อยละ 60.7) ต่อมาผู้เรียนคิดว่าการแยกองค์ประกอบ ชิ้นส่วนต่าง ๆ จากโครงสร้างของต้นแบบนั้นต้องใช้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์มากที่สุด (ร้อยละ 85.5) รองลงมาคือ การสังเกต (ร้อยละ

78.2) การให้เหตุผล (ร้อยละ65.2) และการเชื่อมโยง (ร้อยละ 63.7) ตามลำดับ ผู้เรียนคิดว่าข้อดีของการนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering) มาใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมากที่สุดคือ สามารถเข้าใจเนื้อหาและวิธีการได้อย่างตรงประเด็น (ร้อยละ 75) สามารถนำไปใช้งานได้จริง (ร้อยละ 68) ประหยัดเวลา (ร้อยละ 63.2) และประหยัดค่าใช้จ่าย (ร้อยละ 52) ตามลำดับ ผู้เรียนส่วนใหญ่คิดว่าการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนั้นเหมาะสำหรับทุกกลุ่มสาขาวิชา (ร้อยละ 71.2) และผู้เรียนส่วนใหญ่คิดว่าการนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ มาเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการต่อยอดนวัตกรรมทางเทคโนโลยีได้ (ร้อยละ 97.8) เป็นต้น

ตารางที่ 32 ความคิดเห็นที่มีต่อวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
ช่วงทำกิจกรรม "ระบุประเด็นที่จะศึกษา และวางแผนในการทำกิจกรรม" ท่านคิดว่าผู้สอนควรทำสิ่งใดเพื่อช่วยเหลือท่านบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**แจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน**	**563**	**83.4**
	จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน	453	67.1
	อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม	483	71.6
	คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน	407	60.3
	ชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน		
	ช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน	330	48.9
	สาธิตตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมให้ดูเป็นต้นแบบ	364	53.9
	สร้างช่องทางและตัวตนบนออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้	301	44.6
ช่วงกิจกรรม "สืบค้นเกี่ยวกับต้นแบบที่ดีที่นำมาทำกิจกรรม" ท่านคิดว่าผู้สอน ควรทำสิ่งใดเพื่อช่วยเหลือท่านบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	แจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน	460	68.6
	จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน	**464**	**69.2**
	อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม	451	67.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
	คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน ชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน	384	57.2
	ช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน	351	52.3
	สาธิตตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมให้ดูเป็นต้นแบบ	337	50.2
	สร้างช่องทางและตัวตนบนออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้	295	44
ช่วงกิจกรรม "ศึกษา วิเคราะห์ต้นแบบ แยกชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบ หารูปแบบขององค์ประกอบ รวมไปถึงการนำออกมาเขียนเป็นลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ" ท่านคิดว่าผู้สอน ควรทำสิ่งใดเพื่อช่วยเหลือท่านบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	แจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน	436	65
	จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน	418	62.3
	อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม	**487**	**72.6**
	คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน ชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน	440	65.6
	ช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน	382	56.9
	สาธิตตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมให้ดูเป็นต้นแบบ	375	55.9
	สร้างช่องทางและตัวตนบนออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้	282	42
ช่วงทำกิจกรรม "หารูปแบบหรือการจัดกลุ่มขององค์ประกอบของต้นแบบที่มีลักษณะหรือทำหน้าที่เหมือนกัน" ท่านคิดว่าผู้สอนควรทำสิ่งใดเพื่อช่วยเหลือท่านบ้างแจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	แจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน	439	65.6
	จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน	**450**	**67.3**
	อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม	434	64.9
	คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน ชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน	407	60.8
	ช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน	343	51.3
	สาธิตตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมให้ดูเป็นต้นแบบ	327	48.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
	สร้างช่องทางและตัวตนบนออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้	293	43.8
ช่วงกิจกรรม "หาวิธีการที่เหมาะสม เคล็ดลับ ทางลัด สูตร กลยุทธ์ หรือวิธีการที่เป็นนามธรรม(Abstraction)ที่มาจากต้นแบบ" ท่านคิดว่าผู้สอนควรทำสิ่งใดเพื่อช่วยเหลือท่านบ้างแจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน	448	67.2
	อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม	**466**	**69.9**
	คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียนชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน	439	65.8
	ช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน	392	58.8
	สาธิตตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมให้ดูเป็นต้นแบบ	366	54.9
	สร้างช่องทางและตัวตนบนออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้	318	47.7
ช่วงทำกิจกรรม "หาอัลกอริทึมหรือลำดับขั้นตอนการสร้างงานตามต้นแบบ" ท่านคิดว่าผู้สอนควรทำสิ่งใดเพื่อช่วยเหลือท่านบ้างแจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน	448	67.2
	อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม	**462**	**69.3**
	คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียนชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน	440	66
	ช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน	416	62.4
	สาธิตตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมให้ดูเป็นต้นแบบ	378	56.7
	สร้างช่องทางและตัวตนบนออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้	294	44.1
ท่านคิดว่าช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ ผู้สอนควรให้ความช่วยเหลือในระดับใด	ให้ความช่วยเหลือแนะนำการทำงานตลอดเวลา	179	26.9
	ให้ความช่วยเหลือเฉพาะขั้นตอนที่ยากและสำคัญ	158	23.8
	ให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย	**304**	**45.7**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
	ไม่ต้องให้ความช่วยเหลือ เพราะสามารถดำเนินการเองได้ทั้งหมด	24	3.6
ท่านคิดว่าสิ่งใดต่อไปนี้ที่ทำให้ท่านมีแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น	**มีคะแนนหรือ ของรางวัลมอบให้เมื่อปฏิบัติงานได้ดี**	**370**	**55.8**
	มีคำชมเชยจากผู้สอนเมื่อปฏิบัติงานได้ดี	223	33.6
	มีการแข่งขันกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน	69	10.4
ในการนำเสนอผลงานให้เพื่อนร่วมห้องรับชมท่านคิดว่าช่องทางไหนที่เหมาะสมกับท่านมากที่สุด	นำเสนอผลงานภายในห้องเรียน	201	30.3
	นำเสนอผลงานบนระบบออนไลน์	124	18.7
	นำเสนอแบบผสมผสานทั้งบนห้องเรียนและออนไลน์	**338**	**51**
แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่ท่านใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นประจำมีอะไรบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**สืบค้นจาก Search Engine เช่น Google Search เป็นต้น**	**583**	**86.5**
	สืบค้นจากฐานข้อมูลในห้องสมุดของสถาบัน	366	54.3
	สอบถามจากผู้ที่มีประสบการณ์ เช่น รุ่นพี่ อาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น	430	63.8
	สืบค้นจากคลังวิดีโอ เช่น Youtube, Daily Motion, Vimeo, Ted talks เป็นต้น	495	73.4
	สืบค้นจาก Social Network เช่น Facebook, Google Plus, Twitter เป็นต้น	424	62.9
	ตั้งกระทู้สอบถามในชุมชนออนไลน์ เช่น Pantip เป็นต้น	187	27.7
ในการสรุปและสะท้อนผลงานท่านคิดว่าวิธีใดเหมาะสมกับท่านมากที่สุด	อาจารย์เป็นผู้สรุปและให้ข้อเสนอแนะแต่เพียงผู้เดียว	90	13.5
	อาจารย์และผู้เรียนทำการสรุปและอภิปรายร่วมกัน	**304**	**45.7**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
	ผู้เรียนเป็นสรุปและให้ข้อเสนอแนะกันและกันโดยมีผู้สอนคอยเสริม	271	40.8
ในการให้คะแนนผลงานที่นำเสนอช่องทางใดที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด	จัดทำโพลเพื่อโหวตให้คะแนนผลงาน	221	33.2
	จัดทำกระทู้และวิจารณ์เพื่อให้คะแนนผลงาน	134	20.1
	ทำการร่วมกันให้คะแนนภายในชั้นเรียน	**311**	**46.7**

จากตารางที่ 32 จากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ พบว่านิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้ตอบความคิดเห็นของแต่ละช่วงกิจกรรม โดยเริ่มจากช่วงทำกิจกรรม "ระบุประเด็นที่จะศึกษา และวางแผนในการทำกิจกรรม" ผู้เรียนคิดว่าผู้สอนควรให้ความช่วยเหลือ ที่ผู้เรียนเลือกมากที่สุด 4 อันดับแรก คือ แจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน (ร้อยละ 83.4) รองลงมา คือ อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 71.6) จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 67.1) และคอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียนชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน (ร้อยละ 60.3)ตามลำดับ ต่อมาคือช่วงกิจกรรม "สืบค้นเกี่ยวกับต้นแบบที่ดีที่นำมาทำกิจกรรม" ท่านคิดว่าผู้สอน ควรทำมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ การจัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 69.2) รองลงมาคือ การแจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน (ร้อยละ 68.6) อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 67.2) และคอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน (ร้อยละ 57.2) ตามลำดับ และช่วงกิจกรรม "ศึกษา วิเคราะห์ต้นแบบ แยกชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบหารูปแบบขององค์ประกอบ รวมไปถึงการนำออกมาเขียนเป็นลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ" ผู้สอนควรทำมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ การอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 72.6) รองลงมาคือ คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน (ร้อยละ 65.6) การแจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน (ร้อยละ 65) และการจัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 62.3) ตามลำดับ ต่อมาช่วงทำกิจกรรม "หารูปแบบหรือการจัดกลุ่มขององค์ประกอบของต้นแบบที่มีลักษณะหรือทำหน้าที่เหมือนกัน" ท่านคิดว่าผู้สอนควรทำมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการ

ดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 67.3) รองลงมาคือ แจ้งรายละเอียดของการทำงานให้ชัดเจน (ร้อยละ 65.6) อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 64.9) และคอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน ชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน(ร้อยละ 60.8) ตามลำดับ และช่วงกิจกรรม "หาวิธีการที่เหมาะสม เคล็ดลับ ทางลัด สูตร กลยุทธ์ หรือวิธีการที่เป็นนามธรรม (Abstraction)ที่มาจากต้นแบบ" ท่านคิดว่าผู้สอนควรทำมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 69.9) รองลงมาคือ การจัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 67.2) คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน ชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน (ร้อยละ 65.8) และช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 58.8) ตามลำดับ ต่อมาคือช่วงทำกิจกรรม "หาอัลกอริทึมหรือลำดับขั้นตอนการสร้างงานตามต้นแบบ" ท่านคิดว่าผู้สอนควรมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ อธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 69.3) รองลงมาคือ จัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 67.2) คอยสังเกตและติดตามการทำงานของผู้เรียน ชี้ให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อยในการทำงาน (ร้อยละ 66) และช่วยกลั่นกรองข้อมูลความถูกต้องให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 62.4) เป็นต้น และช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ ผู้สอนควรให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 45.7) สิ่งที่ทำให้ท่านมีแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น โดยผู้เรียนเลือกมากที่สุดคือ คะแนนหรือของรางวัลมอบให้เมื่อปฏิบัติงานได้ดี (ร้อยละ 55.8) ในการนำเสนอผลงานให้เพื่อนร่วมห้องรับชม ผู้เรียนคิดว่า การนำเสนอทั้งแบบบนห้องเรียนจริงและแบบออนไลน์เหมาะสมมากที่สุด (ร้อยละ 51) และแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นประจำ โดยผู้เรียนเลือกมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ สืบค้นจาก Search Engine เช่น Google Search เป็นต้น (ร้อยละ86.5) รองลงมาคือ สืบค้นจากคลังวิดีโอ เช่น Youtube, Daily Motion, Vimeo, Ted talks เป็นต้น(ร้อยละ73.4) สอบถามจากผู้ที่มีประสบการณ์ เช่น รุ่นพี่ อาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น (ร้อยละ63.8) และ สืบค้นจาก Social Network (ร้อยละ 62.9) ตามลำดับ ในการสรุปและสะท้อนผลงาน ผู้เรียนส่วนใหญ่คิดว่าวิธีให้อาจารย์และผู้เรียนทำการสรุปและอภิปรายร่วมกัน เหมาะสมกับท่านมากที่สุด(ร้อยละ 45.7) และในการให้คะแนนผลงานที่นำเสนอ ผู้เรียนคิดว่า ร่วมกันให้คะแนนภายในชั้นเรียนเป็นวิธีที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่สุด (ร้อยละ 46.7) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 33 ประสบการณ์และความคิดเห็นที่มีต่อเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ในกิจกรรม

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
ท่านรู้จักหรือเคยใช้เครื่องมือที่นำมาช่วยในการระดมสมอง หรือกำหนดประเด็นของงานหรือกิจกรรมคือข้อใด	กระดานระดมสมอง (Sticky Note)	165	24.4
	ผังถ่ายทอดความคิด (Mind Map)	**379**	**56.1**
	กระดานสนทนา (Forum)	74	10.9
	อื่น ๆ	58	8.6
ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ระบุในข้อที่ 1 ในระดับใด	มากที่สุด	101	15
	มาก	**270**	**40.1**
	ปานกลาง	255	37.9
	น้อย	30	4.5
	ไม่เคยใช้เลย	17	2.5
ท่านรู้จักหรือเคยใช้เครื่องมือที่นำมาช่วยในการจัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบหรือเป็นลำดับขั้นตอน ในข้อใด	**แผนผังงาน(Flowchart)**	**360**	**53.3**
	แผนผังมโนทัศน์(Concept map)	206	30.5
	แผนผังก้างปลา(Fishbone)	77	11.4
	อื่นๆ	32	4.7
ท่านสามารถใช้เครื่องมือในข้อที่ 3 ในระดับใด	มากที่สุด	81	12
	มาก	257	38.1
	ปานกลาง	**295**	**43.8**
	น้อย	29	4.3
	ไม่เคยใช้เลย	12	1.8
ท่านรู้จักหรือเคยใช้เครื่องมือบนคลาวด์ที่ใช้ในการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน มีเครื่องมือใดบ้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**Google Drive**	**629**	**93**
	Google Doc	381	56.4
	Google Sheets	314	46.4
	Google Slides	258	38.2
	Google Drawings	97	14.3
	Lucidcharts	32	4.7
	Mindmeister	46	6.8
	Powtoon	55	8.1
	อื่นๆ	84	12.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ลักษณะรายการ	จำนวน (คน)	เทียบเป็นร้อยละ
ท่านสามารถใช้เครื่องมือบนระบบออนไลน์ในข้อ 5 ได้ในระดับใด	มากที่สุด	90	13.4
	มาก	**273**	**40.6**
	ปานกลาง	265	39.4
	น้อย	39	5.8
	ไม่เคยใช้เลย	5	0.7
ในการจัดทำสื่อเพื่อนำเสนอผลงานบนออนไลน์ท่านรู้จักหรือเคยใช้ใช้เครื่องมือใดต่อไปนี้บ้าง (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)	Google Presentation	289	42.8
	YouTube	**530**	**78.5**
	Slide Share	212	31.4
	Prezi	91	13.5
	อื่น	107	15.9
ท่านสามารถในการใช้เครื่องมือบนระบบออนไลน์ในข้อที่ 7 ในระดับใด	มากที่สุด	106	15.7
	มาก	**295**	**43.8**
	ปานกลาง	222	32.9
	น้อย	41	6.1
	ไม่เคยใช้เลย	10	1.5
ท่านมีบัญชีผู้ใช้งานของผู้ให้บริการใดบ้างต่อไปนี้	**Facebook**	**652**	**96.3**
	Twitter	337	49.8
	Google+	515	76.1
	live.com	121	17.9
	อื่นๆ	216	31.9
การล็อคอินเข้าสู่ระบบห้องเรียนวิธีใดที่เหมาะกับท่านที่สุด	**เข้าสู่ระบบด้วยบัญชีผู้ใช้ Facebook หรือ Google**	**572**	**85.5**
	เข้าสู่ระบบด้วยบัญชีผู้ใช้ที่สร้างเองจากระบบห้องเรียน	97	14.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 33 จากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ พบว่านิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้ตอบข้อคำถามเกี่ยวกับเครื่องมือที่นำมาช่วยในการระดมสมอง หรือกำหนดประเด็นของงานหรือกิจกรรม โดยเลือกผังถ่ายทอดความคิด (Mind map) มากที่สุด (ร้อยละ 56.1) และสามารถใช้เครื่องมือนี้ได้ใน

ระดับมาก (ร้อยละ 40.1) และผู้เรียนรู้จักหรือเคยใช้เครื่องมือที่นำมาช่วยในการจัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบหรือเป็นลำดับขั้นตอน โดยเลือกแผนผังงาน (Flowchart) มากที่สุด (ร้อยละ 53.3) และสามารถใช้เครื่องมือนี้ได้ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.8) ต่อมาผู้เรียนรู้จักหรือเคยใช้เครื่องมือบนคลาวด์ที่ใช้ในการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน โดยผู้เรียนเลือกมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ Google Drive (ร้อยละ 93) รองลงมาคือ Google Doc (ร้อยละ 56.4) Google Sheets (ร้อยละ 46.4) และ Google Slides (ร้อยละ 38.2) ตามลำดับ ถัดมาผู้เรียนเลือก Google Drive มากที่สุด และสามารถใช้เครื่องมือนี้ในระดับมาก (ร้อยละ 40.6) และในการจัดทำสื่อเพื่อนำเสนอผลงานบนออนไลน์ ผู้เรียนรู้จักหรือเคยใช้เครื่องมือมากที่สุด คือ Youtube (ร้อยละ 78.5) และสามารถใช้เครื่องมือนี้ได้ในระดับมาก (ร้อยละ 43.8) และผู้เรียนมีบัญชีผู้ใช้งานของผู้ให้บริการมากที่สุดคือ Facebook (ร้อยละ 96.3) สุดท้ายการล็อคอินเข้าสู่ระบบที่เหมาะกับผู้เรียนมากที่สุดคือ การเข้าสู่ระบบด้วยบัญชีผู้ใช้ Facebook หรือ Google (ร้อยละ 85.5) และการเข้าด้วยบัญชีผู้ใช้ที่สร้างเองจากระบบห้องเรียน (ร้อยละ 14.5) ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ เนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์ครูอาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้บัณฑิตออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลสถานภาพของครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ (2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล (3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน และ (4) ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูลและสถานภาพของครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในการสัมภาษณ์ครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง มีจำนวนทั้งสิ้น 10 ท่าน แบ่งเป็นครูอาจารย์ 5 ท่านและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางอีก 5 ท่าน โดยครูอาจารย์เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในระดับปริญญาบัณฑิตไม่น้อยกว่า 3 ปี และผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านเฉพาะทางไม่น้อยกว่า 3 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ผู้วิจัยได้แบ่งการจัดการเรียนการสอนออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) ความสำคัญของความคิดเชิงประมวลผล และ (2) การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความสำคัญต่อความคิดเชิงประมวลผลที่มีต่อผู้เรียน ความคิดเชิงประมวลผลเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญต่อผู้เรียนในการพัฒนาหรือแก้ปัญหาผ่านเทคโนโลยี โดยทักษะนี้เป็นส่วนหนึ่งของทักษะการคิดวิเคราะห์ และทำให้ผู้เรียนสามารถทำงานได้เป็นขั้นตอน เป็นระบบ ทำให้รู้จักวิเคราะห์ลักษณะงาน ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทำแล้วทำการวางแผน ออกแบบ หรือพัฒนา เพื่อหาวิธีการทำงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ตั้งไว้ได้ ในการศึกษาความคิดเชิงประมวลผลช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิด เพื่อแก้ไขโจทย์ปัญหาในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี นอกจากนี้การทำโครงงานตอนเรียน ถ้ามีทักษะด้านความคิดเชิงประมวลผลจะทำให้งานทำได้ถูกต้องรวดเร็ว ในทางอุตสาหกรรม ทักษะนี้จะช่วยให้พนักงานเกิดการแก้ปัญหาดำเนินงานเป็นไปได้อย่างเป็นระบบ เห็นภาพรวมการทำงานชัดเจน สามารถจัดลำดับความสำคัญของการดำเนินงานได้ ช่วยให้งานทำได้สะดวกรวดเร็ว ทีมงานจะสามารถออกแบบแผนงานและขั้นตอนก่อนลงมือปฏิบัติ ทำให้งานมีข้อผิดพลาดน้อย ลดภาระทำงานซ้ำซ้อน ใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า จะเห็นได้ชัดเมื่อได้รับมอบหมายงานที่เป็นโครงการที่มีหลายส่วนเกี่ยวข้องดำเนินงานร่วมกัน หัวหน้างานที่มีทักษะความคิดเชิงประมวลผลจะสามารถมองเห็นภาพรวมของระบบและแผนงานได้อย่างชัดเจน ส่วนผู้ปฏิบัติงานที่มีทักษะจะสามารถเข้าใจ และดำเนินการในส่วนรายละเอียดได้ตรงตามงานอย่างรวดเร็ว รวมถึงการติดขัดปัญหาที่น้อยกว่าคนที่ไม่มีทักษะด้านนี้ และเมื่อเข้าใจภาพรวมของระบบ การประสานงานหรือถ่ายทอดงานจะทำให้เป็นลำดับขั้นตอนหรือผังงานที่เข้าใจง่าย ลดข้อผิดพลาดในการทำงานระหว่างส่วนงานได้

2.2.2 การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล เป็นทักษะขั้นสูงของผู้เรียน ฉะนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงต้องเน้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างด้วยตนเองหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยในการเรียนรู้ด้วยตนเองต้องฝึกคิด ฝึกตั้งคำถาม เพราะคำถามเป็นเครื่องมือในการได้มาซึ่งความรู้ควรให้ผู้เรียนฝึกการ ถาม-ตอบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความกระจ่างในเรื่องที่ศึกษารวมทั้งได้ฝึกการใช้เหตุผล การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ฝึกค้นหาคำตอบจากเรื่องที่เรียน ในการเรียนรู้แบบเป็นกลุ่มควรสนับสนุนการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเหมือนกับการอยู่ร่วมกันในสังคม ซึ่งการทำงานแบบร่วมมือจะสร้างสัมพันธภาพอันดีต่อกัน เรียนรู้ซึ่งกันและกันและมีการสังเกตสิ่งอยู่รอบรอบตัว การเลียนแบบจากตัวแบบ การถ่ายทอดความคิดและการแสดงออกในกลุ่ม ผู้เรียนให้ความช่วยเหลือร่วมมือกันหลังการมีน้ำใจเมตตากันเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่กัน รู้จักการเกรงใจผู้อื่น นอกจากนี้การได้มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกกลุ่มทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนการสอนในวิชาที่เรียนและจะส่งผลดีต่อการดำเนินดำรงชีวิตในอนาคตได้ ยกตัวอย่างการจัดกิจกรรมการสอน ได้แก่ การจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ การออกแบบและการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เป็นต้น

2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ผู้วิจัยได้แบ่งการจัดการเรียนการสอนออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ (2) การจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน และ (3) การบูรณาการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้กระบวนการในการแยกองค์ความรู้หรือข้อมูลการออกแบบจากทุกสิ่งที่อย่างที่มนุษย์เป็นสร้าง แล้วทำการนำมาสร้างใหม่บนพื้นฐานของข้อมูลได้มา หรือการนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุง ซ่อมแซมเพื่อทำให้ระบบหรือวัตถุนั้นดีขึ้น เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้านเช่น การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ระบบแมคคาทรอนิกส์ อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสาขาอื่นๆ เพื่อรู้โครงสร้างหรือความลับของผลิตภัณฑ์แล้วนำมาพัฒนาให้คล้ายคลึงกันหรือทำให้ดีกว่า ในเชิงซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์วิธีการนี้จะช่วยอำนวยความสะดวก เนื่องจากสังคมนักพัฒนาซอฟต์แวร์เป็น Open Source มากขึ้น โดยสามารถนำฟังก์ชันหรือโมดูลที่ถูกพัฒนาโดยต้นแบบมาประยุกต์เพื่อให้เข้ากับลักษณะซอฟต์แวร์ที่ต้องการพัฒนา และในเชิงอุตสาหกรรม การนำกระบวนการนี้มาใช้จะช่วยทำให้เลือกต้นแบบที่ดี หรือวางแผนอยากให้เป็นไปตามคาดหมาย หรืออะไหล่บางส่วนเลิกผลิตก็ต้องทำวัสดุมาทดแทน จำเป็นต้องดูต้นแบบ ลักษณะการผลิต แล้วนำมาพัฒนา ไม่ได้เจาะจงว่าต้องเหมือน หรือดีกว่า แต่อาจจะเอาไอเดียหรือความคิดใหม่มาต่อยอดเพียงบางส่วนก็เป็นได้ วิธีการนี้ทำให้ลดระยะเวลาค่าใช้จ่ายในการทำงาน และสามารถนำไปต่อยอดในงานประยุกต์อื่นๆต่อไปได้ ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนี้มีความสำคัญ ในแง่การเรียนด้านการปฏิบัติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การคิดระบบให้ออกมาใช้งานได้จริง โดยใช้ทฤษฎีที่ได้เรียนมาต้องนำมาปฏิบัติให้ได้ผลลัพธ์จริง เมื่อสามารถเข้าใจระบบและสร้างงานได้ตรงตามต้นแบบแล้ว ผู้เรียนจะเกิดความรู้และทักษะทางด้านนั้นอย่างถ่องแท้ในทางทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ต่อยอด หรือเมื่อเกิดปัญหาสามารถวิเคราะห์และนำไปพัฒนาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นได้

2.3.2 การจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นเทคนิคการจัดการสอนที่นำเอากลุ่มคนมาแลกเปลี่ยน ความรู้ ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา ประเด็นที่ต้องการขอความช่วยเหลือ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยให้เพื่อนช่วยเหลือ ช่วยกันตรวจสอบหรือแลกเปลี่ยนความรู้ วิธีการทำงานหรือเรียนรู้เป็นทีม การช่วยกันเรียนรู้ก่อนลงมือปฏิบัติจริง (Learning before Doing) เรียนรู้เทคนิควิธีการต่าง ๆ โดยผ่านประสบการณ์ผู้อื่น ไม่ทำผิดพลาดซ้ำในสิ่งที่เคยมีผู้ทำผิดพลาด และนำมาปรับใช้แล้วพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น และทั้งนี้ยังเป็นวิธีการสอนที่จะช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียน ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และช่วยส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดี เพิ่มพูนทักษะทางสังคมอีกด้วย

2.3.3 การบูรณาการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยการนำเอากลุ่มคนมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันตามขั้นตอนของวิศวกรรมผันกลับ การจำแนกกลุ่มของผู้เรียนต้องดูที่จุดประสงค์ของการเรียนรู้หรือกิจกรรมที่ทำ โดยในกลุ่มสามารถร่วมกันระดมสมอง วิเคราะห์ หาวิธีการทำงาน วิธีแก้ไขปัญหา และส่งเสริมให้เกิดองค์ความรู้ได้ การวัดผลการเรียนรู้จำเป็นต้องสามารถวัดได้ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มได้ ทั้งระหว่างกระบวนการและหลังดำเนินการเสร็จแล้ว และวิธีการประเมินควรเป็นการประเมินรอบด้านเช่น การประเมินตนเอง ประเมินระหว่างเพื่อน ประเมินโดยครูผู้สอน และประเมินผลงานชิ้นสุดท้าย การเรียนรู้แบบวิศวกรรมผันกลับนั้นจำเป็นต้องเลือกระดับของต้นแบบให้เหมาะสมกับการเรียนรู้และงานที่ต้องการทำ โดยต้องคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ ประโยชน์ ระยะเวลาดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกต้นแบบด้วย โดยขั้นตอนของวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน สามารถแบ่งได้ออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ (1) การกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไขในการเรียนรู้ (2) การวางแผนการร่วมกัน (3) การเลือกต้นแบบ (4) การวิเคราะห์งานร่วมกัน (5) การออกแบบร่วมกัน และ (6) การให้ผลป้อนกลับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

ระบบการเรียนรู้ (Learning System) หมายถึงการจัดการเรียนการสอนหรือการออกแบบการสอนที่ใช้กระบวนการเชิงระบบซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ป้อน (Input) กระบวนการ (Process) และมีผลผลิต (Output) โดยในตัวระบบประกอบด้วยระบบการจัดการเนื้อหา ระบบสมาชิก ระบบกิจกรรม ระบบการเสริมความรู้และให้ความช่วยเหลือ และระบบการประเมินผลระหว่างเรียนรู้และหลังการเรียนรู้ โดยในตัวระบบมีการแจ้งวัตถุประสงค์ การแหล่งเรียนรู้และข้อมูลเพื่อช่วยเสริมการเรียน

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ หมายถึงระบบการจัดการเรียนรู้ที่ถูกสร้างขึ้นบนคลาวด์ส่วนบุคคล เป็นลักษณะของการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านระบบเครือข่ายที่มีผู้ให้บริการแบ่งปันทรัพยากรซอฟต์แวร์และสารสนเทศระหว่างกันได้ทุกที่ทุกเวลาให้มาทำงานร่วมกัน โดยเลือกใช้การให้บริการคลาวด์สาธารณะในระดับการให้บริการ (Software as a Service: SaaS) เสมือนกับการติดตั้งโปรแกรมเสริมที่สามารถใช้งานร่วมกันได้เช่น Google Drive, iCloud ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เน้นการบริหารจัดการเนื้อหาความรู้ ถ่ายโอนและแลกเปลี่ยนความรู้ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง หากนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ทั้งด้านบทเรียนและการจัดกิจกรรมซึ่งส่งผลให้ผู้สอนและผู้เรียนติดต่อสื่อสารโดยไม่จำเป็นต้องอยู่สถานที่เดียวกันหรือในเวลาเดียวกันได้

ระบบเทคโนโลยีคลาวด์จำเป็นต้องมีโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับ เช่น อุปกรณ์ความเร็วและการครอบคลุมของระบบอินเตอร์เน็ต ปัจจุบันในภาคองค์กรรัฐบาลและเอกชนได้ให้การสนับสนุนโครงสร้างอินเตอร์เน็ตที่รองรับระบบคลาวด์มากขึ้น เนื่องด้วยข้อดีของระบบคลาวด์มีอย่างมากมาย ระบบมีความยืดหยุ่น และค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบที่มีราคาถูกลง ในส่วนของงานราชการสำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) (สรอ.) ได้สนับสนุนนโยบายของรัฐว่า ที่เรียกว่า GCloud ซึ่ง GCloud คือโครงสร้างพื้นฐานบนอินเทอร์เน็ตแบบใช้ทรัพยากรร่วมกัน ให้บริการแก่หน่วยงานภาครัฐด้วยเทคโนโลยี Cloud ซึ่งเก็บทรัพยากรไว้บนอินเทอร์เน็ต สามารถเรียกใช้งานผ่านเครือข่ายได้ตลอดเวลาจากระยะไกล ปรับขนาดได้ตามความต้องการของผู้ใช้ มีการจัดสรรทรัพยากร ลดภาระการบริหารจัดการ และมีความมั่นคงปลอดภัยสูง GCloud ช่วยสร้างประโยชน์อย่างมากมายให้กับการใช้งานบริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และช่วยให้บุคลากรภาครัฐสามารถทำงานได้สะดวก คล่องตัว เพื่อมอบบริการที่ดีที่สุดสู่ประชาชน ประชาชนสามารถเข้ารับบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผ่านระบบออนไลน์ตลอด 24 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง และยังลดความยุ่งยากและซับซ้อนในการให้บริการประชาชนด้วยระบบที่ทำงานอย่างมีแบบ แผนเป็นขั้นตอนชัดเจน และ GCloud ยังเป็นการปูพื้นฐานในการพัฒนาระบบเครือข่ายเพื่อเชื่อมเข้าสู่หน่วยงานภาครัฐเพื่อเป็น Smart Network ในอนาคต

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามออนไลน์ โดยสอบถามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษา เกี่ยวกับการพัฒนาระบบและการจัดสภาพการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 27- 33 สามารถสรุปได้ดังนี้

ผลจากการสอบถามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 685 คน ส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์เรียนออนไลน์ และมีทักษะบริการเครื่องมือแบบคลาวด์ที่นิสิตนักศึกษาปริญญาตรีอยู่ในระดับมากที่สุด และของระบบการเรียนรู้ออนไลน์ที่เหมาะสม คือ ควรมีพื้นที่ในการติดต่อสื่อสาร ประกาศ ชี้แจงข่าวสารในการเรียนอย่างชัดเจน มีการจัดลำดับขั้นตอนการเรียน อย่างครบถ้วน สามารถเข้าไปเรียนได้อย่างเป็นลำดับจากเมนูการใช้งาน และมีเครื่องมือในการทำกิจกรรมการเรียนถูกจัดไว้อย่างครบถ้วนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียน การสื่อสารระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนทั้งระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนในกลุ่ม และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ต่างพบว่า ช่องทางการสื่อสารที่เหมาะสมควรเป็นการพูดคุยแบบสดผ่าน (Chat) และพูดคุยแบบเห็นหน้า (Video Call) และวิธีการประเมินการเรียนรู้บนระบบควรจะแสดงข้อมูลความก้าวหน้าของผู้เรียนเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียน จากข้อมูลนี้ ทำให้ผู้วิจัยทราบแนวทางการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ การบูรณาการเครื่องมือต่างๆบนคลาวด์เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน นอกจากนี้แล้ว ผู้วิจัยยังได้ทราบถึงความเข้าใจพื้นฐานของผู้เรียนต่อความคิดเชิงประมวลผล ซึ่งส่วนใหญ่คิดว่าคือทักษะการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา และวิธีการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลคือการฝึกฝนการออกแบบระบบ จากการรวบรวมข้อมูลทางงานวิจัย ผู้วิจัยและผู้เรียนเห็นตรงกันว่าเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยสนับสนุนเพื่อให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลมากที่สุดคือการใช้คอมพิวเตอร์ สมาร์โฟน และระบบคลาวด์ที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ต่อมาผู้วิจัยได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของผู้เรียนโดยลักษณะที่เหมาะสมของการทำงานประกอบด้วยการทำงานแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มจึงจะส่งเสริมให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การนำหลักการแนวคิดวิศวกรรมผันกลับมาใช้ ผู้เรียนส่วนใหญ่คิดว่าเหมาะสมและเคยมีประสบการณ์ในลักษณะแนวคิดที่เลือกต้นแบบและวิเคราะห์จำแนกองค์ประกอบต่าง ๆ โดยคิดว่าแนวคิดนี้สามารถเข้าใจเนื้อหาและวิธีการทำงานได้อย่างตรงประเด็น การจัดการเรียนการสอนในระบบ ผู้เรียนอยากให้ผู้สอนอธิบายให้ละเอียด พร้อมมีสื่อประกอบการสอนที่ชัดเจน ผู้สอนควรให้คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัย และผู้เรียนคิดว่าแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรมการเรียนมากที่สุดคือ ของรางวัลและคำชมเชยเมื่อผู้เรียนปฏิบัติงานได้ดี จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้ข้อมูลสนับสนุนเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบขั้นตอนและองค์ประกอบของ

ระบบการเรียนรู้คลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลต่อไป

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอน เทคนิค กลยุทธ์และวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้ ทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาระบบและออกแบบกิจกรรม และได้ทราบถึงองค์ประกอบและขั้นตอนที่จำเป็นที่ส่งผลต่อการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยเฉพาะประเด็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยมีระบบเทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุนการเรียนรู้ รวมทั้งบทบาทผู้สอน ซึ่งเป็นบทบาทสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บนระบบฯ การให้ผลป้อนกลับ การให้คำชมเชยให้กำลังใจ โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้วิธีการประเมินผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้ทราบถึงความสามารถของผู้เรียนด้านความคิดเชิงประมวลผล โดยมีการประเมินผลตั้งแต่ก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน รวมทั้งการตั้งคำถามกระตุ้นการคิดผู้เรียนตลอดระยะเวลาการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง รวมไปจนถึงการกำหนดเนื้อหาหรือต้นแบบที่นำมาเรียนควรเป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากนิสิตนักศึกษา อาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการศึกษาองค์ประกอบและขั้นตอนที่ส่งผลต่อการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ผลการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ มีลำดับการทำงานดังนี้ (1) การร่างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ (2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และ (3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรอง (ร่าง) ระบบการเรียนรู้

1. การร่างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

จากผลการศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสำรวจด้วยแบบสอบถามจากผู้เรียน และการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ผู้วิจัยได้

นำข้อมูลทั้งหมดมาสร้างเป็น (ร่าง) รูปแบบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯโดยจำแนกออกเป็น (1) องค์ประกอบของระบบ (2) ขั้นตอนการเรียนรู้ และ (3) ความคิดเชิงประมวลผล

1.1 (ร่าง) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1.1 ระบบการเรียนรู้ (Learning System) : ระบบการจัดการเรียนการสอนหรือการออกแบบการสอนที่ใช้กระบวนการเชิงระบบ โดยในตัวระบบประกอบด้วยโมดูลการจัดการเนื้อหา โมดูลสมาชิก โมดูลกิจกรรม โมดูลการเสริมความรู้และให้ความช่วยเหลือ และโมดูลการประเมินผลระหว่างเรียนรู้และหลังการเรียนรู้ โดยตัวระบบจะรองรับกิจกรรมและดำเนินการตามขั้นตอนการเรียนรู้ที่กำหนดให้ ระบบการเรียนรู้นี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนหรือการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นด้วยกับระบบการเรียนรู้ แต่ได้แนะนำเพิ่มเติมโดยให้คำนึงถึงการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกรวดเร็วและมีความยืดหยุ่นต่อผู้ใช้งาน

1.1.2 เนื้อหา (Contents) : เนื้อหาต้องเป็นวิชามีตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับมาตรฐานผลการเรียนรู้ในด้านทักษะทางปัญญา (Cognitive Skills)และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Numerical, Communication and Information Technology Skills) และเป็นรายวิชาลักษณะที่มีการส่งเสริมการวิเคราะห์ชิ้นงาน สืบค้นข้อมูล การทำโครงงาน สร้างองค์ความรู้ และสามารถบูรณาการเทคโนโลยีลงไปในการเรียนการสอนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1.3. บทบาทผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อน (Role): บทบาทในระบบการเรียนรู้ฯ จะแบ่งออกเป็นบทบาทผู้สอน และบทบาทผู้เรียน โดยอธิบายได้ดังนี้

1.1.3.1 บทบาทของผู้สอน ผู้สอนเป็นผู้กำหนดขั้นตอนในการสอนให้ชัดเจน ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและคอยช่วยเหลือผู้เรียน ผู้สอนเป็นผู้จูงใจ เสริมแรง และมีบทบาทเป็นผู้ซักถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด และสุดท้ายเป็นผู้ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.1.3.2 บทบาทของผู้เรียน ผู้เรียนทำหน้าที่ศึกษาค้นคว้า กำหนดเป้าหมาย วางแผนงาน ลงมือปฏิบัติ และสามารถประเมินพัฒนาการของตนเองอย่างต่อเนื่อง มีทักษะในการสื่อสารระหว่างบุคคล การทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนและผู้สอน การใช้งานเทคโนโลยีเพื่อนำมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ และสามารถสร้างความรู้แล้วทำความเข้าใจผ่านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และสรุปความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง

1.1.3.3 บทบาทของเพื่อนภายในกลุ่ม เพื่อนต้องสามารถสื่อสารพูดคุย อภิปราย ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และช่วยส่งเสริมให้สมาชิกมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยแต่ละคนต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะการสื่อสาร การสร้างสัมพันธภาพระหว่างกัน

1.1.4 เครื่องมือบนคลาวด์ (Cloud based tools): การเรียนรู้บนคลาวด์นั้นมีเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการสอนออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือระดมสมองเช่น Linoit (2) เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา เช่น Draw.io, Google Drawing, Mindmeister (3) เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น Google Drive (4) เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกัน เช่น Google Document (5) เครื่องมือตรวจสอบการใช้งานของผู้เรียน เช่น Google Analytic, Visitor Analytic (6) เครื่องมือเสริมการเรียนรู้ เช่น Game Shelf, Lightbot Game (7) เครื่องมือช่วยค้นหา เช่น Google Search Engine (8) เครื่องมือสื่อสาร เช่น Line และ (9) เครื่องมือการประเมินผล เช่น Google Sheets เป็นต้น

1.1.5 การประเมินผล (Evaluation): ในการประเมินผลจะถูกแบบออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การประเมินการดำเนินการ (2) ประเมินผลระหว่างดำเนินการ และ (3) ประเมินผลหลังดำเนินการ เป็นต้น

1.2 (ร่าง) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนแรก คือ ขั้นเตรียมการก่อนเรียน (Prerequisite) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนย่อย คือ

1) การนำเข้าสู่ระบบ (Introduction) คือขั้นตอนการชี้แจงเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

2) การเตรียมความพร้อม (Preparation) คือการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับการเข้าใช้งานระบบ

3) การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) คือการตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียนรู้

4) การจัดกลุ่ม (Grouping) คือการจัดเตรียมกลุ่มเพื่อดำเนินการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่สอง คือ ขั้นตอนการเรียนรู้บนระบบ มีขั้นตอนการเรียน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไขในการเรียนรู้ (Goal & Condition Setting) : ครูผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไขในการเรียนรู้ภายในกลุ่ม การรับทราบข้อตกลงวิธีการวัดและการประเมินผลระหว่างกิจกรรม เกณฑ์การคะแนน

2) การวางแผน (Planning) : ผู้เรียนวางแผนดำเนินงาน และร่วมกันศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล แล้วกำหนดกรอบของผลลัพธ์หรือประเด็นที่ต้องการศึกษา

3) การเลือกต้นแบบ (Choose Prototype) : การกำหนดต้นแบบที่จะนำมาเรียนรู้ แล้วทำการมุ่งหาผลลัพธ์ตามที่ได้ตั้งไว้ โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดต้นแบบ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

4) การวิเคราะห์งาน (Analysis) : ผู้เรียนพิจารณาและวิเคราะห์ต้นแบบที่เลือก นำมาไตร่ตรองตามลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากจำแนกองค์ประกอบของต้นแบบหลักให้เป็นองค์ประกอบย่อย แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบลงไปทีละส่วน โดยการคัดแยก จำแนกหรือจัดกลุ่มตามลักษณะที่กำหนดไว้ แล้วหาจุดเด่นหรือจุดสำคัญของต้นแบบ

5) การออกแบบ (Designing) : จากข้อมูลก่อนหน้านี้ ผู้เรียนนำข้อมูลทั้งหมดมาร่วมกันออกแบบลักษณะโครงสร้างการทำงานของต้นแบบผ่านเครื่องมือส่งเสริมทักษะการคิด เช่น เครื่องมือการเขียนผังงาน (Flowchart) และเครื่องมือการเขียนผังความคิด (Concept map)

6) การประเมินผล (Evaluation) : เป็นขั้นตอนการประเมินผลของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนในกลุ่มนำเสนองานด้วยตนเอง แล้วร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนผ่านเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้นี้ โดยมีผู้สอนคอยให้ผลป้อนกลับและให้คำแนะนำในกิจกรรมหรืองานถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3. ใน (ร่าง) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ ข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงประมวลผล และได้สังเคราะห์ออกมาเป็น 4 องค์ประกอบดังนี้

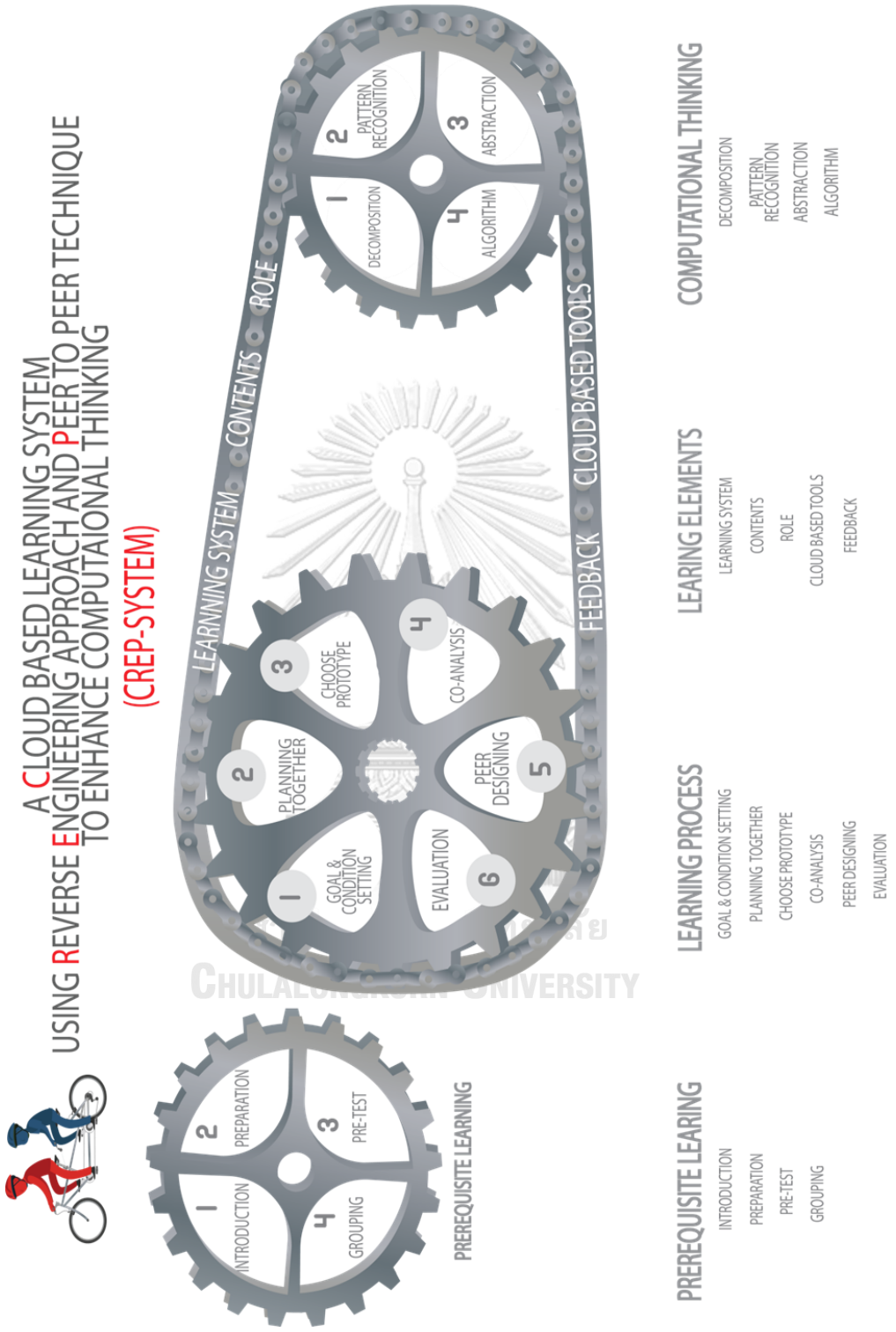
1.3.1 การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือการวิเคราะห์จำแนกแยกแยะ องค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย แล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหาไปทีละส่วน

1.3.2 การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือการหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหานั้นหรือการนำรูปแบบมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ

1.3.3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือการวิเคราะห์หาจุดเด่น จุดสำคัญหรือหนทางที่ดีที่สุดตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.3.4 การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือการกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ต้องการ โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 18 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของ (ร่าง) ระบบการเรียนฯ

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของระบบ (2) ความคิดเห็นที่มีต่อขั้นตอนของระบบ และ (3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สามารถสรุปประเด็นในการปรับแก้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 34 แสดงผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1. ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของระบบ	**คำแนะนำเพิ่มเติม**
1.1 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ เป็นระบบการจัดการเรียนการสอนหรือการออกแบบการสอนที่ใช้กระบวนการเชิงระบบ โดยในตัวระบบประกอบด้วยโมดูลการจัดการเนื้อหา โมดูลสมาชิก โมดูลกิจกรรม โมดูลการเสริมความรู้และให้ความช่วยเหลือ และโมดูลการประเมินผลระหว่างเรียนรู้และหลังการเรียนรู้ โดยตัวระบบจะรองรับกิจกรรมและดำเนินการตามขั้นตอนการเรียนรู้ที่กำหนดให้ ระบบการเรียนรู้นี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนหรือการเรียนรู้ร่วมกัน	1.1 ให้เพิ่มคำบรรยาย ระบบการเรียนรู้ ให้พูดเกี่ยวกับว่า ในระบบประกอบด้วยโมดูลอะไรบ้าง มีหลักการทำงานอย่างไร
1.2 ด้านเนื้อหา เนื้อหาต้องเป็นวิชามีตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับมาตรฐานผลการเรียนรู้ในด้านทักษะทางปัญญา (Cognitive Skills)และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Numerical, Communication and Information Technology Skills)	1.2 ควรอธิบายเนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมให้ชัดเจน ว่าเนื้อหาลักษณะใดสามารถเรียนรู้ด้วยระบบนี้ได้
1.3 องค์ประกอบด้านบทบาทของผู้สอนได้ หายไปจากภาพประกอบของระบบการเรียน และนิยามบทบาทแต่ละอันซ้ำซ้อนและดู ไม่ชัดเจน ควรอธิบายให้ชัดเจนกว่านี้	1.3 ควรอธิบายเพิ่มเติม หรือเขียนแผนการเรียนรู้ควบคู่กับบทบาทของผู้สอนกับผู้เรียนในการเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของระบบ	คำแนะนำเพิ่มเติม
1.4 ผลป้อนกลับ การเสริมแรง ให้ข้อมูลย้อนกลับ และจัดแข่งขันให้รางวัลจากผลงาน เพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือแสดงผลความก้าวหน้าของงาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรู้ระดับคะแนนของตนได้	1.4 ในหัวข้อผลป้อนกลับกับการประเมินผล ควรสลับกัน เพราะหัวข้อการประเมินผลเป็นหัวข้อที่ใหญ่กว่า ควรอยู่ในองค์ประกอบ แทนที่การให้ผลป้อนกลับ
1.5 เครื่องมือแบบคลาวด์ที่นำมาสนับสนุนการ เรียนจะต้องพิจารณาจากคุณสมบัติที่สามารถ ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มได้ เอื้อต่อการสื่อสาร และตอบโจทย์กิจกรรมที่กำลังจะจัดขึ้นได้	1.5 ควรกำหนดลักษณะของสื่อหรือเครื่องมือที่ใช้การเรียนรู้อย่างชัดเจนในแต่ละขั้นตอน

2. ความคิดเห็นที่มีต่อขั้นตอนของระบบ	คำแนะนำเพิ่มเติม
2.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน	2.1 ในขั้นเตรียมความพร้อมในระบบการเรียนรู้นี้ ไม่จำเป็นต้องกำหนดในโมเดลหลัก เป็นขั้นตอนที่อยู่ในกระบวนการวิจัย
2.2 การกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไข คือการกำหนดจุดประสงค์ เป้าหมายและเงื่อนไขของกิจกรรม	2.2 ในขั้นตอนนี้ควรเพิ่มการกำหนดหรือคัดเลือกสมาชิกกลุ่มเข้าไป โดยกำหนดเกณฑ์ให้สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้
2.3 การวางแผนการร่วมกัน การศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และการกำหนดกรอบของผลลัพธ์หรือประเด็นที่ต้องการศึกษา	2.3 ควรเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการวางแผนงานร่วมกันมาให้ชัดเจน แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนนี้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันอย่างไร
2.4 การเลือกต้นแบบและการมุ่งหาผลลัพธ์	2.4 การเลือกต้นแบบควรให้ผู้เรียนและผู้สอนเลือกร่วมกัน
2.5 การวิเคราะห์	2.5 ในขั้นตอนนี้ ควรอธิบายอย่างละเอียดและแสดงวิธีการเรียนรู้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนนี้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ความคิดเห็นที่มีต่อขั้นตอนของระบบ	คำแนะนำเพิ่มเติม
2.6 การออกแบบ	2.5 ในขั้นตอนนี้ ควรอธิบายอย่างละเอียดและแสดงวิธีการเรียนรู้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนนี้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันอย่างไร
2.7 การประเมินผลและสรุปผล	2.7 ควรเป็นการนำเสนอความก้าวหน้ามีความซ้ำซ้อนกัน และควรมีขั้นตอนการออกแบบหรือสร้างชิ้นงานและการวิพากย์ผลงานมากกว่าการนำเสนองาน

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	คำแนะนำเพิ่มเติม
3.1 ชื่อขั้นตอนหรือกิจกรรมในภาพโมเดล ควร ใช้คำให้กระชับแล้วอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม	3.1 ปรับปรุงภาพประกอบระบบการเรียนฯ และเพิ่มคำอธิบายประกอบในทุกขั้นตอน
3.2 เนื่องจากความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลเป็นทักษะความคิดใหม่ ผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญกับขั้นตอนดังกล่าว	3.2 เพิ่มเติมการสังเคราะห์บทความ วิจัย และได้สอนถามผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะนี้ แล้วนำมาทำแบบวัดประเมินผลเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผล แล้วนำมาใช้ในกิจกรรม
3.3 โมเดลควรทำให้แนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเด่นขึ้น	3.3 เพิ่มเติมกระบวนการเกี่ยวกับแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ในขั้นการเรียนรู้อย่างชัดเจน
3.4 ระบบการเรียนรู้ควรมีกระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป ควรเพิ่มเติมเข้าไป เพื่อให้ระบบการเรียนมีความสมบูรณ์	3.4 ปรับระบบการเรียนฯ ออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 นำเข้าสู่การเรียนรู้ ระยะที่ 2 การดำเนินกิจกรรมการรู้ และระยะที่ 3 การวัดและสรุปผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรอง (ร่าง) ระบบการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินรับรอง (ร่าง) ระบบการเรียนรู้ฯ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ผู้วิจัยได้แสดงผลคะแนนการประเมินรับรอง ดังตารางที่ 35 ถึง 41

ตารางที่ 35 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมใน ภาพรวมของร่างระบบการเรียนฯ

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านองค์ประกอบ	4.46	0.40	เหมาะสมมากที่สุด
2. ขั้นตอนการเรียนรู้	4.60	0.43	เหมาะสมมากที่สุด
3.เครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์	4.45	0.52	เหมาะสมมาก
4. การประเมินผล	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
5. ร่างระบบการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลได้จริง	4.52	0.50	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	**4.49**	**0.38**	**เหมาะสมมาก**

จากตารางที่35 ผลการประเมินความเหมาะสมของร่างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.49 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ตารางที่ 36 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของร่างระบบการเรียนรู้ฯ

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านองค์ประกอบ			
1. ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
2. เครื่องมือช่วยส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
3. บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
4. เนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
5. การประเมินผล การให้ผลป้อนกลับ	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
รวม	**4.46**	**0.40**	**เหมาะสมมาก**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 36 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของร่างระบบการเรียนรู้ฯ มีค่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.46 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตาม ประเด็นย่อยพบว่าองค์ประกอบส่วนมากมีค่าคะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ยกเว้น เครื่องมือช่วยส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์ และเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้ที่รับการประเมินให้อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 37 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้าน ขั้นตอนการเรียนของร่างระบบการเรียนรู้ฯ

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านขั้นตอนการเรียนรู้ แบ่งเป็น			
1. การกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไข			
1.1 การกำหนดจุดประสงค์และเป้าหมายของกิจกรรม	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 กำหนดเงื่อนไขในกิจกรรม	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
2. การวางแผนงาน			
2.1 การร่วมกันวางแผน	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 การศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
2.3 การกำหนดกรอบของผลลัพธ์หรือประเด็นที่ต้องการศึกษา	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
3. การเลือกต้นแบบ			
3.1 การเลือกต้นแบบ	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
3.2 การมุ่งหาผลลัพธ์	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
4. การวิเคราะห์			
4.1 การร่วมกันพิจารณา วิเคราะห์ นำมาไตร่ตรองเป็นขั้นตอน	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 การคัดแยก จำแนก จัดกลุ่ม การให้เหตุผล	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 การหาวิธีที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
5. การออกแบบ			
5.1 การร่วมกันออกแบบชิ้นงาน	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 การนำเสนอความก้าวหน้า	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.	
5.3 การให้ผลป้อนกลับและเสริมแรง	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
6. การประเมินผลและสรุปผล			
6.1 การนำเสนองาน	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 การประเมินผลการเรียนรู้	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
6.3 การสรุปผลการเรียนรู้	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	**4.60**	**0.43**	**เหมาะสมมากที่สุด**

จากตารางที่ 37 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านขั้นตอนการเรียนของร่างระบบการเรียนรู้มีค่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.60 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาตาม ประเด็นย่อยพบว่าขั้นตอนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ยกเว้นการกำหนดเงื่อนไขการเรียนรู้ การกำหนดแหล่งค้นคว้า การเลือกต้นแบบ และการประเมินผลที่อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ตารางที่ 38 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์ของร่างระบบการเรียนฯ

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านเครื่องมือบนคลาวด์			
1. เครื่องมือในการทำงานร่วมกัน	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
3. เครื่องมือในการสร้างเนื้อหา	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
4. เครื่องมือในการนำเสนอ	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
5. เครื่องมือในการสื่อสาร	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
6. เครื่องมือเสริมการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือ	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
รวม	**4.45**	**0.52**	**เหมาะสมมาก**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 38 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านด้านเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์ของร่างระบบการเรียนรู้ฯ มีค่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.45 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตาม ประเด็นย่อยพบว่าเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก ยกเว้นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานร่วมกันที่อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 39 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้าน วิธีการประเมินผลของร่างระบบการเรียนรู้ฯ

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านการประเมินการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล			
1. ด้านการแยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ (Decomposition)	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
2. ด้านการหารูปแบบ (Pattern Recognition)	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
3. ด้านคิดแบบนามธรรม (Abstraction)	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
4. ด้านอัลกอริทึม (Algorithm)	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
รวม	**4.43**	**0.53**	**เหมาะสมมาก**

จากตารางที่ 39 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านวิธีการประเมินผลของร่าง ระบบการเรียนรู้ฯ มีค่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.43 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณา ตามประเด็นย่อยพบว่าการประเมินผลการเรียนในทุกองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลได้รับการประเมินในระดับเหมาะสมมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 40 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านการ ใช้งานของร่างระบบการเรียนฯ

ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		ระดับ
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านการใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ			
1. ระบบการเรียนรู้นี้สามารถนำไปใช้ได้จริง	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม (8 สัปดาห์)	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
3. ระบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลได้จริง	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	**4.52**	**0.50**	**เหมาะสมมากที่สุด**

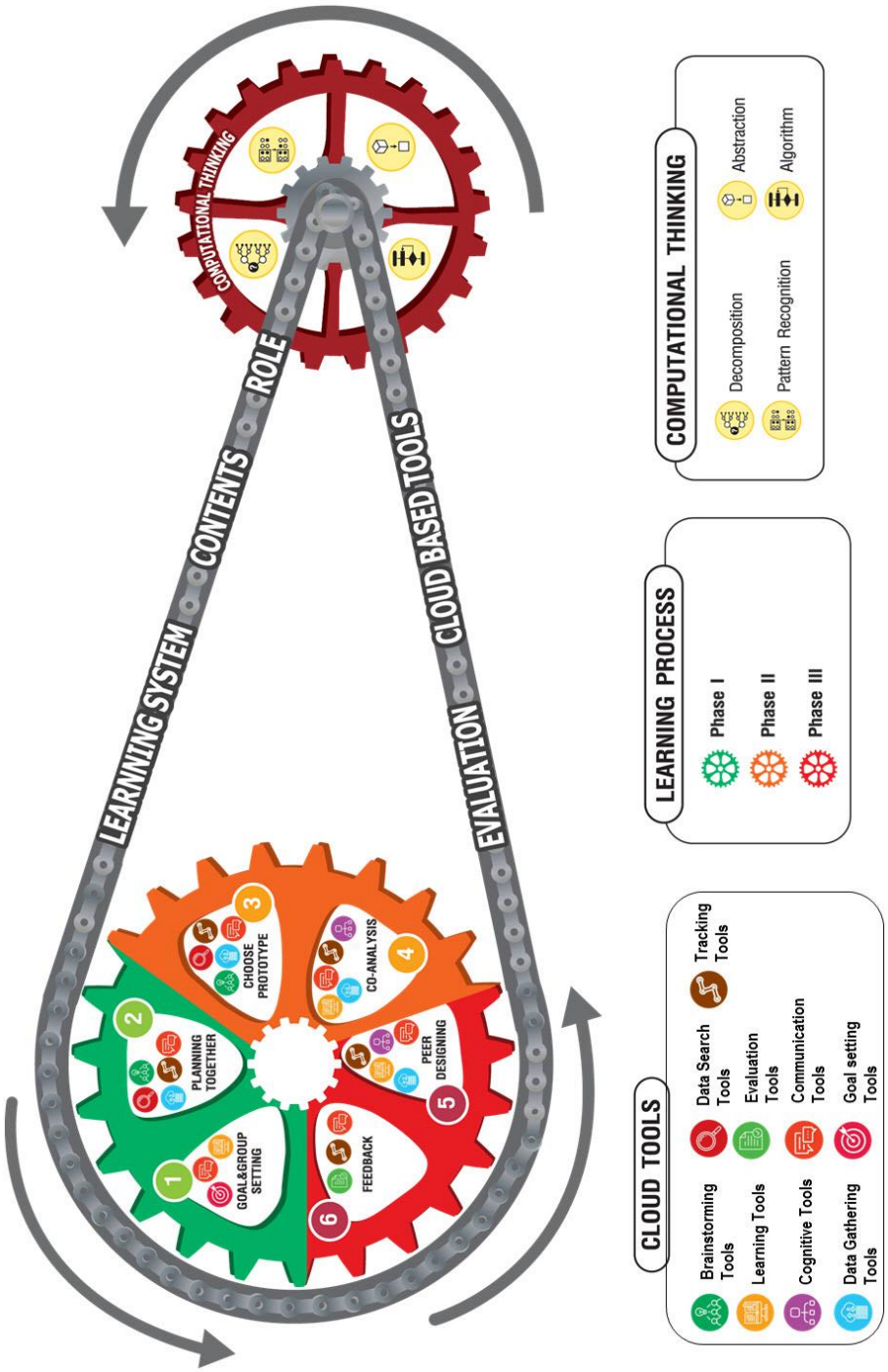
จากตารางที่ 40 ผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสม ด้านการใช้งานของร่างระบบการเรียนรู้ฯ มีค่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.52 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่าทุกประเด็นย่อยในรายการได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ยกเว้นระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

เมื่อนำผลคะแนนการประเมินทั้งหมดมาคิดค่าเฉลี่ยคุณภาพของร่างระบบการเรียนรู้ฯ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 4.49 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่า ร่างระบบการเรียนบนคลาวด์ฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความ เหมาะสมและสามารถนาไปทดลองใช้ได้ โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเพิ่มเติม ดังนี้

ตารางที่ 41 แสดงรายละเอียดข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะ	แนวทางการปรับปรุง
1. ส่วนประกอบของเครื่องมือบนคลาวด์ ควรเพิ่มคำอธิบายของการใช้งานบนระบบการเรียนรู้ให้ชัดเจน ว่ามีรายละเอียดอะไรบ้าง	1. เพิ่มคำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือบนคลาวด์ และรายละเอียดต่างๆให้ชัดเจน
2. องค์ประกอบด้านบทบาทของผู้สอนได้ หายไปจากภาพประกอบของระบบการเรียน และนิยามบทบาทแต่ละอันซ้ำซ้อนและดู ไม่ชัดเจน ควรอธิบายให้ชัดเจนกว่านี้	2. เพิ่มคำอธิบาย และเขียนแผนการเรียนรู้ ควบคู่กับบทบาทของผู้สอนกับผู้เรียนในการเรียน
3. โมเดลควรทำให้แนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเด่นขึ้น	3. เพิ่มเติมกระบวนการเกี่ยวกับแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนในขั้นการเรียนรู้อย่างชัดเจน
4. ระบบการเรียนรู้ควรมีกระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นประเมินผลและสรุปผล ควรเพิ่มเติมเข้าไป เพื่อให้ระบบการเรียนมีความสมบูรณ์	4. ปรับระบบการเรียนฯ ออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 นำเข้าสู่การเรียนรู้ ระยะที่ 2 การดำเนินกิจกรรมการรู้ และระยะที่ 3 การประเมินผลและสรุปผล

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ และเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลที่ได้ผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังแสดงในแผนภาพที่ 19



ภาพที่ 19 แสดงภาพระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

ระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ผู้วิจัยได้นำระบบการเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 40 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยตลอดการดำเนินงานวิจัยใช้การทดลองเรียนรู้จำนวน 3 รอบ รอบละประมาณ 16 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 48 ชั่วโมง จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistic) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการอธิบายข้อมูลทั่วไป

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความคิดเชิงประมวลผลก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test dependent

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากกิจกรรมด้านความคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนกลุ่มทดลองในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่3 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนกลุ่มทดลองในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

5. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้บนระบบผู้เรียนกลุ่มทดลองในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่3 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

6.วิเคราะห์ความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. ผลการทดสอบก่อนและหลังการทดลองเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

ก่อนดำเนินการทดลองผู้วิจัยให้นิสิตนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ทดสอบก่อน การทดลองด้วยแบบวัดความสามารถทางความคิดเชิงประมวลผล และประเมินตนเองด้วยแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผล โดยเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ผ่านขั้นตอนดำเนินการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทั้ง 48 ชั่วโมง แล้วจึงให้ทำแบบวัดความสามารถและแบบประเมินอีกครั้งโดยใช้เครื่องมือเก็บข้อมูลชุดเดิม แล้วจึงนำผล คะแนนจากแบบวัดความสามารถและแบบประเมินก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test dependent ได้ผลการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความสามารถทางความคิดเชิงประมวลผลก่อนและหลังการทดลอง

คะแนนความสามารถทางความคิดเชิงประมวลผล	คะแนน	ค่าเฉลี่ย $\overline{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	70	7.35	5.31	-52.374	.000*
หลังเรียน	70	59.58	6.20		

*p < .05

จากตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลก่อนและ หลังการทดลอง พบว่า ก่อนการทดลอง กลุ่มตัวอย่างทั้ง 40 คน มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล เท่ากับ 7.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.31 หลังการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 59.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.20 เมื่อทดสอบเปรียบเทียบสถิติ t-test dependent พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลของตัวอย่างหลังการทดลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลของตัวอย่างก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = -52.374, Sig. = .000*)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนของกิจกรรมระหว่างการทดลองในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3

ตารางที่ 43 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลงาน รอบที่ 1 รอบที่2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มทดลอง

กิจกรรม	จำนวน	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบที่ 1	40	9.1	23.1	15.5	3.32
รอบที่ 2	40	26.25	37.50	33.9	2.93
รอบที่ 3	40	28.6	40	35.9	2.7

จากตารางที่ 43 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกิจกรรมในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลงานในภาพรวมสูงขึ้นในทุกครั้ง โดย มีคะแนนเฉลี่ยรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 คือ 15.5 33.9 และ 35.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 44 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนจากกิจกรรมส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของกลุ่มทดลอง ในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของการทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-16.855	.792	.000	-18.836	-14.874
	3	-19.780	.726	.000	-21.597	-17.963
2	1	16.855	.792	.000	14.874	18.836
	3	-2.925	.290	.000	-3.650	-2.200
3	1	19.780	.726	.000	17.963	21.597
	2	2.925	.290	.000	2.200	3.650

*p<.05

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผู้วิจัยได้ทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Convariance Matrix) ของคะแนนแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนร่วมเท่ากันหรือไม่ หรือเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Compound Symmetry)หรือไม่ ผลการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติ Mauchly's W เท่ากับ .605และมีค่า Sig เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะไม่เป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการสังเกตค่า Epsilon โดยให้ดูค่าของ Greenhouse-Geisser พบว่า มีค่าน้อยกว่า .75 ให้ใช้การทดสอบของ Greenhouse-Geisser จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ F (Greenhouse-Geisser) มีค่าเท่ากับ 552.197 และมีค่า Sig. เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า คะแนนที่วัดทั้ง 3 รอบแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จากนั้นเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 44 พบว่าคะแนนจากกิจกรรมในรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลสูงกว่ารอบที่ 1 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลสูงกว่ารอบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผลระหว่างการทดลองในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 รอบที่ 3 และครั้งที่ 4

โดยผลการเปรียบเทียบด้านความคิดเชิงประมวลผลแบ่งออกเป็น 4 ด้านตามองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล โดยมีลำดับการวิเคราะห์ผลดังต่อไปนี้ (1) ด้านแยกองค์ประกอบ (2) ด้านการหารูปแบบ (3) ด้านการคิดเชิงนามธรรม และ (4) ด้านอัลกอริทึม และสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ด้านการแยกองค์ประกอบ (Decomposition)

ตารางที่ 45 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการแยกองค์ประกอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง

กิจกรรม	จำนวน	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบที่ 1	40	1.43	6.07	2.18	1.01
รอบที่ 2	40	2.86	8.21	5.42	1.12
รอบที่ 3	40	5.36	9.29	7.54	0.84
รอบที่ 4	40	7.5	10.0	9.02	0.78

จากตารางที่ 45 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการแยกองค์ประกอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการประเมินตนเองด้านการแยกองค์ประกอบในภาพรวมสูงขึ้นในทุกครั้ง โดย มีคะแนนเฉลี่ยรอบที่ 1 รอบที่ 2 รอบที่ 3 และรอบที่ 4 คือ 2.18 5.42 7.54 และ 9.02 ตามลำดับ

ตารางที่ 46 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านการแยกองค์ประกอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.240	.221	.000	-3.854	-2.625
	3	-5.357	.174	.000	-5.841	-4.872

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	4	-6.839	.196	.000	-7.385	-6.293
2	1	3.240	.221	.000	2.625	3.854
	3	-2.117	.170	.000	-2.590	-1.644
	4	-3.599	.194	.000	-4.139	-3.059
3	1	5.357	.174	.000	4.872	5.841
	2	2.117	.170	.000	1.644	2.590
	4	-1.482	.147	.000	-1.890	-1.074
4	1	6.839	.196	.000	6.293	7.385
	2	3.599	.194	.000	3.059	4.139
	3	1.482	.147	.000	1.074	1.890

*p<.05

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผู้วิจัยได้ทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Convariance Matrix) ของคะแนนแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนร่วมเท่ากันหรือไม่ หรือเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Compound Symmetry)หรือไม่ ผลการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติ Mauchly's W เท่ากับ .803และมีค่า Sig เท่ากับ .143 จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะไม่เป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการสังเกตค่า Epsilon โดยให้ดูค่าของ Greenhouse-Geisser พบว่า มีค่ามากกว่า .75 ให้ใช้การทดสอบของ Huynh-Feldt จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ F (Huynh-Feldt) มีค่าเท่ากับ 512.319 และมีค่า Sig. เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า คะแนนที่วัดทั้ง 4 ครั้งแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จากนั้นเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 46 พบว่า คะแนนจากกิจกรรมในรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านการแยกองค์ประกอบสูงกว่ารอบที่ 1 และรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านการแยกองค์ประกอบสูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2) ด้านการหารูปแบบ (Pattern Recognition)

ตารางที่ 47 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการหารูปแบบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง

กิจกรรม	จำนวน	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบที่ 1	40	1.43	6.29	2.06	1.03
รอบที่ 2	40	2.86	8.29	5.39	1.09
รอบที่ 3	40	5.43	8.86	7.31	0.77
รอบที่ 4	40	7.14	10.00	8.75	0.78

จากตารางที่ 47 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการหารูปแบบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการประเมินตนเองด้านการหารูปแบบในภาพรวมสูงขึ้นในทุกครั้ง โดย มีคะแนนเฉลี่ยรอบที่ 1 รอบที่ 2 รอบที่ 3 และรอบที่ 4 คือ 2.06 5.39 7.31 และ 8.75 ตามลำดับ

ตารางที่ 48 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านการหารูปแบบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.336	.224	.000	-3.958	-2.713
	3	-5.256	.187	.000	-5.775	-4.737
	4	-6.692	.191	.000	-7.221	-6.162
2	1	3.336	.224	.000	2.713	3.958
	3	-1.920	.153	.000	-2.346	-1.495
	4	-3.356	.183	.000	-3.865	-2.848
3	1	5.256	.187	.000	4.737	5.775
	2	1.920	.153	.000	1.495	2.346

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	4	-1.436	.137	.000	-1.816	-1.056
4	1	6.692	.191	.000	6.162	7.221
	2	3.356	.183	.000	2.848	3.865
	3	1.436	.137	.000	1.056	1.816

*p<.05

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผู้วิจัยได้ทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Convariance Matrix) ของคะแนนแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนร่วมเท่ากันหรือไม่ หรือเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Compound Symmetry)หรือไม่ ผลการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity พบว่าค่าสถิติ Mauchly's W เท่ากับ .727และมีค่า Sig เท่ากับ .035 จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะไม่เป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการสังเกตค่า Epsilon โดยให้ดูค่าของ Greenhouse-Geisser พบว่า มีค่ามากกว่า .75 ให้ใช้การทดสอบของ Huynh-Feldt จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ F (Huynh-Feldt) มีค่าเท่ากับ 510.412 และมีค่า Sig. เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า คะแนนที่วัดทั้ง 4 ครั้งแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จากนั้นเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 48 พบว่าคะแนนจากกิจกรรมในรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านการหารูปแบบสูงกว่ารอบที่ 1 และรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านการหารูปแบบสูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) ด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

ตารางที่ 49 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงนามธรรม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง

กิจกรรม	จำนวน	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบที่ 1	40	1.43	7.14	2.11	1.24
รอบที่ 2	40	2.86	8.86	5.56	1.16
รอบที่ 3	40	5.14	8.86	7.31	0.80
รอบที่ 4	40	7.14	10.0	8.66	0.71

จากตารางที่ 49 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงนามธรรม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการประเมินตนเองด้านการคิดเชิงนามธรรมในภาพรวมสูงขึ้นในทุกครั้ง โดย มีคะแนนเฉลี่ยรอบที่ 1 รอบที่ 2 รอบที่ 3 และรอบที่ 4 คือ 2.11 5.56 7.31 และ 8.66 ตามลำดับ

ตารางที่ 50 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านการคิดเชิงนามธรรม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.451	.262	.000	-4.178	-2.723
	3	-5.207	.235	.000	-5.860	-4.553
	4	-6.550	.197	.000	-7.096	-6.003
2	1	3.451	.262	.000	2.723	4.178
	3	-1.756	.166	.000	-2.218	-1.295
	4	-3.099	.191	.000	-3.629	-2.569
3	1	5.207	.235	.000	4.553	5.860
	2	1.756	.166	.000	1.295	2.218
	4	-1.343	.112	.000	-1.654	-1.031
4	1	6.550	.197	.000	6.003	7.096
	2	3.099	.191	.000	2.569	3.629
	3	1.343	.112	.000	1.031	1.654

*p<.05

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผู้วิจัยได้ทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Convariance Matrix) ของคะแนนแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนร่วมเท่ากันหรือไม่ หรือเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Compound Symmetry)หรือไม่ ผลการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติ Mauchly's W เท่ากับ .4.06 และมีค่า Sig เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะไม่เป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการสังเกตค่า Epsilon โดยให้ดูค่าของ Greenhouse-

Geisser พบว่า มีค่าน้อยกว่า .75 ให้ใช้การทดสอบของ Greenhouse-Geisser จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ F (Greenhouse-Geisser) มีค่าเท่ากับ 403.436 และมีค่า Sig. เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า คะแนนที่วัดทั้ง 4 ครั้งแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จากนั้นเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 50 พบว่าคะแนนจากกิจกรรมในรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านการคิดเชิงนามธรรม สูงกว่ารอบที่ 1 และรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านความคิดเชิงนามธรรมสูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4) ด้านอัลกอริทึม (Algorithm)

ตารางที่ 51 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านอัลกอริทึม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง

กิจกรรม	จำนวน	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบที่ 1	40	1.43	8.93	2.04	1.44
รอบที่ 2	40	2.86	8.21	5.28	1.23
รอบที่ 3	40	5.00	8.57	7.20	0.96
รอบที่ 4	40	5.71	10.0	8.61	1.10

จากตารางที่ 51 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบประเมินตนเองด้านอัลกอริทึม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการประเมินตนเองด้านอัลกอริทึมในภาพรวมสูงขึ้นในทุกครั้ง โดย มีคะแนนเฉลี่ยรอบที่ 1 รอบที่ 2 รอบที่ 3 และรอบที่ 4 คือ 2.04 5.28 7.20 และ 8.61 ตามลำดับ

ตารางที่ 52 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองด้านอัลกอริทึม ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.241	.303	.000	-4.083	-2.398
	3	-5.158	.300	.000	-5.990	-4.325
	4	-6.570	.319	.000	-7.457	-5.682
2	1	3.241	.303	.000	2.398	4.083
	3	-1.917	.183	.000	-2.425	-1.408
	4	-3.329	.232	.000	-3.973	-2.685
3	1	5.158	.300	.000	4.325	5.990
	2	1.917	.183	.000	1.408	2.425
	4	-1.412	.172	.000	-1.890	-.934
4	1	6.570	.319	.000	5.682	7.457
	2	3.329	.232	.000	2.685	3.973
	3	1.412	.172	.000	.934	1.890

*p<.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผู้วิจัยได้ทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Convariance Matrix) ของคะแนนแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนร่วมเท่ากันหรือไม่ หรือเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Compound Symmetry) หรือไม่ ผลการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติ Mauchly's W เท่ากับ .527 และมีค่า Sig เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะไม่เป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการสังเกตค่า Epsilon โดยให้ดูค่าของ Greenhouse-Geisser พบว่า มีค่าน้อยกว่า .75 ให้ใช้การทดสอบของ Greenhouse-Geisser จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ F (Greenhouse-Geisser) มีค่าเท่ากับ 242.321 และมีค่า Sig. เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า คะแนนที่วัดทั้ง 4 ครั้งแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จากนั้นเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 52 พบว่าคะแนนจากกิจกรรมในรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านอัลกอริทึมสูงกว่ารอบที่ 1 และรอบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเชิงประมวลผลด้านอัลกอริทึม สูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 53 แสดงผลการเปรียบเทียบจากประเมินตนเองในแต่ละด้านของความคิดเชิงประมวลผล ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ของกลุ่มทดลอง

หัวข้อ	รอบที่ 1		รอบที่ 2		รอบที่ 3		รอบที่ 4		Sig.
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
ด้านการแยกองค์ประกอบ (Decomposition)	2.18	1.01	5.42	1.12	7.54	0.84	9.02	0.78	.000
ด้านการหารูปแบบ (Pattern Recognition)	2.06	1.03	5.39	1.09	7.31	0.77	8.75	0.78	.000
ด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	2.11	1.24	5.56	1.16	7.31	0.80	8.66	0.71	.000
ด้านอัลกอริทึม (Algorithm)	2.04	1.44	5.28	1.23	7.20	0.96	8.61	1.10	.000

*p<.05

จากตารางที่ 53 ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผลระหว่างการทดลองในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบว่า โดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผล หลังเรียนแต่ละครั้งมีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาแยกการประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผลในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าการประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผลทุกองค์ประกอบหลังเรียนแต่ละครั้งมีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมของกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3

ตารางที่ 54 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้รอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มทดลอง

กิจกรรม	จำนวน	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบที่ 1	40	5	9	7.98	0.97
รอบที่ 2	40	9	12	11.33	0.89
รอบที่ 3	40	9	12	11.40	0.78

จากตารางที่ 54 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกิจกรรมรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากคะแนนการสังเกตพฤติกรรมในภาพรวมสูงขึ้นในทุกครั้ง โดยมีคะแนนเฉลี่ยรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 คือ 7.98 11.33 และ 11.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 55 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนจากกิจกรรมส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของกลุ่มทดลอง ในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของการทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis)

รอบกิจกรรม		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.350	.191	.000	-3.829	-2.871
	3	-3.425	.186	.000	-3.889	-2.961
2	1	3.350	.191	.000	2.871	3.829
	3	-.075	.083	1.000	-.283	.133
3	1	3.425	.186	.000	2.961	3.889
	2	.075	.083	1.000	-.133	.283

*p<.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวนผู้วิจัยได้ทดสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Convariance Matrix) ของคะแนนแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนร่วมเท่ากันหรือไม่ หรือเป็นเมทริกซ์

เอกลักษณ์ (Compound Symmetry)หรือไม่ ผลการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติ Mauchly's W เท่ากับ .459 และมีค่า Sig เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะไม่เป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการสังเกตค่า Epsilon โดยให้ดูค่าของ Greenhouse-Geisser พบว่า มีค่าน้อยกว่า .75 ให้ใช้การทดสอบของ Greenhouse-Geisser จึงสรุปได้ว่า ความแปรปรวนมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ F (Greenhouse-Geisser) มีค่าเท่ากับ 294.416 และมีค่า Sig. เท่ากับ .000 จึงสรุปได้ว่า คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมทั้ง 3 ครั้งแตกต่างกัน 1 คู่ จากนั้นเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 54 พบว่าคะแนนจากสังเกตพฤติกรรมในกิจกรรมในรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแตกต่างกันกับรอบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมในรอบที่3 กับรอบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อความเหมาะสมของขั้นตอนในระบบการเรียน

ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ความคิดเห็นที่มีต่อ ขั้นตอนของระบบการเรียนรู้ฯ (2) ความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบของระบบการเรียนฯ และ (3) ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยกลุ่มทดลองมีทั้งหมด 40 คน แบ่งเป็นเพศชาย 6 คน (ร้อยละ 15) เพศหญิง 32 คน (ร้อยละ 85) มีผลการเรียนเฉลี่ยรวม 3.20 และในการทำงานตามที่ได้รับมอบหมายในแต่ละผลงาน

1. ผลการสำรวจความคิดเห็นที่มีความเหมาะสมในระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงประมวลผล โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 56 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
โครงสร้างของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ			
1. ระบบฯมีความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลในแต่ละหน้าจอ	4.50	0.55	มากที่สุด
2. ระบบฯมีความสะดวกและง่ายในการใช้หน้าจอ	4.50	0.62	มากที่สุด
3. ระบบฯมีเมนูหลักเข้าใจง่ายและสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล	4.59	0.58	มากที่สุด
4. ระบบฯมีหน้าจอสื่อมีความสมดุลของภาพกับหน้าจอ มีสัดส่วนเหมาะสม สวยงาม	4.48	0.66	มาก
5. ระบบฯมีความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา และการนำเสนอมีความต่อเนื่องทั้งเนื้อหา ภาพนิ่งและวิดีโอ ง่ายต่อความเข้าใจ	4.63	0.53	มากที่สุด
6. ระบบฯมีการใช้สี และงานกราฟิกประกอบเหมาะสม น่าสนใจ	4.67	0.52	มากที่สุด
7. คุณภาพของภาพนิ่งในระบบฯ เหมาะสมเร้าความสนใจ	4.52	0.55	มากที่สุด
8. คุณภาพของภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ เหมาะสมเร้าความสนใจ	4.52	0.62	มากที่สุด
9. ระบบฯมีขนาดตัวอักษร การจัดวางตัวอักษรเหมาะสม ชัดเจน	4.61	0.61	มากที่สุด
10. รูปแบบของสื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย น่าสนใจ	4.54	0.59	มากที่สุด
11. เมนูหลัก Links ต่างๆ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย	4.50	0.62	มากที่สุด
12. ระบบถูกออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์สะดวกและใช้งานง่าย	4.48	0.59	มาก
13. ความสะดวกในการเข้าถึง Upload, Download และบันทึกข้อมูล	4.54	0.62	มากที่สุด
14. ระบบฯมีการออกแบบหน้าจอมีความคิดสร้างสรรค์	4.61	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.55**	**0.49**	**มากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
ระบบบริหารการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ			
15. การเข้า/ออกจากระบบ (Login/Logout)	4.61	0.58	มากที่สุด
16. การเข้าสู่รายวิชา โดยผู้เรียนจะสามารถเข้าได้ทาง URL ที่ได้สร้างขึ้น	4.63	0.53	มากที่สุด
17. การมีรายชื่อของสมาชิกที่อยู่ในระบบฯ (Participant list) และการมีรายชื่อผู้สอน ปรากฏขึ้น	4.61	0.58	มากที่สุด
18. การมี Link เชื่อมโยงนำไปสู่หน้าเว็บไซต์หรือ URL ภายนอก ได้สะดวก	4.48	0.59	มาก
19. ความสะดวกในการติดต่ออาจารย์ผู้สอน ความสะดวกในการติดต่อเป็นรายบุคคลและ/หรือรายกลุ่ม	4.59	0.54	มากที่สุด
20. การถามคำถาม/การทำแบบสอบถาม (Q&A/Polling)	4.65	0.64	มากที่สุด
21. การเรียนและทำงานร่วมกัน (Collaboration) การอภิปรายร่วมกัน / กระดานสนทนา (Discussion board)	4.59	0.58	มากที่สุด
22. การรับทราบความก้าวหน้าของตนเอง การติดตามความคืบหน้าในการเรียน เช่น การบันทึกการส่งการบ้าน การบันทึกเวลาการเข้าใช้งาน	4.67	0.52	มากที่สุด
23. การระบุและกำหนดช่วงวัน เวลา ที่อนุญาตให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ	4.65	0.57	มากที่สุด
24. การทราบผลการเรียนย้อนกลับ เพื่อนำมาปรับปรุงตนเอง	4.72	0.54	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.64**	**0.45**	**มากที่สุด**
เฉลี่ยภาพรวมด้านระบบฯ	**4.60**	**0.45**	**มากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 56 พบว่าผลจากการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ ส่วนของโครงสร้างของระบบการเรียนรู้บคลาวด์ฯ มีค่าเฉลี่ย 4.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 เมื่อเทียบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ผู้เรียนมีความคิดเห็นในส่วนของโครงสร้างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ส่วนของระบบบริหารการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ย 4.64 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 เมื่อเทียบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนมีความคิดเห็นในส่วนของโครงสร้างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และในส่วนของภาพรวมด้านสื่อและการพัฒนา

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ มีค่าเฉลี่ย 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 เมื่อเทียบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนมีความคิดเห็นในด้านภาพรวมด้านสื่อและระบบการบริหารการเรียนรู้บน คลาวด์อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 57 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

รายการ	Mean	S.D.	ความหมาย
วิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล			
1. เนื้อหาของบทเรียนมีส่วนสนับสนุนให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล	4.61	0.61	มากที่สุด
2. กิจกรรมและการจัดการเรียนการสอนช่วยสนับสนุนและทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์และแสดงความคิดเห็นระหว่างกันทำให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล	4.65	0.53	มากที่สุด
3. กิจกรรมและการจัดการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนและผู้สอนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้น	4.65	0.57	มากที่สุด
4. การทำกิจกรรมกลุ่ม และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ผ่านกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงประมวลผล	4.70	0.63	มากที่สุด
5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปแบบของเว็บบอร์ด(Webboard), การมีห้องสนทนารวม (Chatroom) เพื่อการถ่ายโยงความรู้และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่เอื้ออำนวยให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล	4.52	0.59	มากที่สุด
6. แบบฝึกหัดและผลงานที่ให้ทำในแต่ละสัปดาห์สนับสนุนให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล	4.67	0.56	มากที่สุด
7. ปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ บนระบบฯสนับสนุนให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล	4.65	0.53	มากที่สุด
8. เครื่องมือและสื่อบนระบบเป็นส่วนที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนและผู้สอนได้เรียนรู้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ	4.61	0.61	มากที่สุด
เฉลี่ยภาพรวมด้านวิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	**4.63**	**0.48**	**มากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 57 พบว่าค่าเฉลี่ยของการผลความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนในด้านวิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 เมื่อเทียบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนมีความคิดเห็นในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ว่าเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 58 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อเนื้อหาและแนวคิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

รายการ	Mean	S.D.	ความหมาย
ด้านเนื้อหาและแนวคิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล			
1. เนื้อหาครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.65	0.57	มากที่สุด
2. การเรียงลำดับการนำเสนอเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.61	0.58	มากที่สุด
3. เนื้อหามีความทันสมัย สามารถไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันกับผู้เรียนได้	4.59	0.65	มากที่สุด
4. ความยาวของเนื้อหาการเรียนการสอนในแต่ละเรื่องเหมาะสมกับคาบเวลาเรียน	4.48	0.69	มาก
5. ภาษาที่ใช้ในเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.54	0.62	มากที่สุด
6. การสื่อสารด้วยข้อความมีความชัดเจน เข้าใจง่าย สอดคล้องกับเนื้อหา	4.61	0.54	มากที่สุด
7. มีการเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาจากแหล่งอื่น ๆ (link)	4.54	0.62	มากที่สุด
8. รูปแบบเนื้อหาบทเรียนบนระบบฯสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.63	0.57	มากที่สุด
9. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับทำให้ผู้เรียนได้แสดงออก สามารถส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล	4.67	0.60	มากที่สุด
10. เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงประมวลผล	4.67	0.52	มากที่สุด
11. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับทำให้ผู้เรียนและผู้สอนทำให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้น	4.50	0.66	มากที่สุด
12. การทำกิจกรรมกลุ่ม ในการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็น	4.61	0.54	มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการ	Mean	S.D.	ความหมาย
สามารถช่วยกระตุ้นและฝึกพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชิงประมวลผลได้			
13. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับสามารถก่อให้เกิดกระบวนการทางความคิดเชิงประมวลผลได้	4.63	0.61	มากที่สุด
14. การวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และสามารถวัดความคิดเชิงประมวลผลได้	4.61	0.61	มากที่สุด
เฉลี่ยภาพรวมด้านเนื้อหาและแนวคิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	**4.60**	**0.51**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 58 พบว่าผลจากการสำรวจความคิดเห็นหลังจากการใช้งานระบบการเรียนรู้ฯ ของผู้เรียน ในด้านเนื้อหาและแนวคิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลมีค่าเฉลี่ย 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 เมื่อเทียบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนมีความคิดเห็นในด้านเนื้อหาและแนวคิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

3. ผลการสำรวจความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงประมวลผล สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าการเรียนรู้บนระบบนี้มีความน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ สนุก และเป็นประโยชน์ ผู้เรียนได้ลองทำอะไรที่ไม่เคยทำมาก่อน และพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และการเข้าใจเกมให้ดีขึ้นได้ อีกทั้งยังกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มากขึ้นและเกิดทัศนคติที่ดีต่อเนื้อหารายวิชา

“เป็นการเรียนรูปแบบใหม่ ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ลดความเครียดภายในชั่วโมง”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“สนุก ไม่น่าเบื่อ นอกจากได้เรียนการใช้เครื่องมือต่าง ๆ แล้ว ยังได้เข้าใจหลักการทางเนื้อหาได้ง่ายขึ้น”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ตอนแรกรู้สึกกลัวมากเพราะตนเองไม่ชอบ และไม่ถนัดเกี่ยวกับการออกแบบเกมเลย แต่พอได้เริ่มทำได้ ก็รู้สึกดีขึ้น สนุกกับการเรียน ได้เข้าใจเกมมากขึ้น และคิดว่าการออกแบบและพัฒนาเกมเป็นเรื่องที่ไม่ยาก สามารถไปต่อยอดในอนาคตได้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.2 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าการเรียนรู้บนระบบนี้มีความทันสมัย สามารถเข้าใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน

“เป็นระบบที่สามารถใช้งานได้ง่าย มีแหล่งข้อมูลและสื่อที่ทันสมัยเพื่อส่งเสริมการเรียน”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“เป็นระบบที่มีแหล่งข้อมูลการเรียนรู้ได้เพียงพอ สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบเกม”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.3 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าการเรียนรู้บนระบบส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้ระหว่างเพื่อน เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“ระบบรองรับการเรียนแบบเดี่ยว และการเรียนแบบกลุ่มสามารถทำงานพร้อมกัน แก้งานพร้อมกัน ได้บนระบบคลาวด์”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ระบบรองรับการเรียนด้วยตนเอง เพราะมีสื่อที่พร้อม และระบบยังส่งเสริมการทำงานร่วมกันบนระบบได้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ระบบการเรียนรู้นี้ช่วยกระตุ้นให้เพื่อนๆเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพราะได้เห็นความก้าวหน้าและพัฒนาการทั้งรายกลุ่มและรายเดี่ยว"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.4 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าการเรียนรู้บนระบบช่วยทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียน

“การเรียนบนระบบนี้ สามารถช่วยให้ประหยัดเวลา เพราะสามารถเรียนบนออนไลน์ และประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะระบบรองรับการส่งงานแบบเป็นไฟล์หรือลิงค์ไฟล์ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการเรียนแบบเดิม”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“อยากให้การเรียนทุกวิชาเป็นแบบการเรียนบนระบบนี้ เพราะสะดวก รวดเร็วและง่ายต่อการส่งงาน และยังไม่ต้องส่งเป็นเอกสาร ทำให้ประหยัดค่าปริ้นเอกสารได้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ในการส่งไฟล์ระหว่างเพื่อน สามารถส่งแค่ลิงค์ไฟล์ได้ ไม่จำเป็นต้องส่งไฟล์เต็มทำให้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายได้"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าการจัดกลุ่มและการแบ่งจำนวนสมาชิกภายในกลุ่มมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

“การจัดกลุ่มบนระบบนี้ ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ถ้าเรียนคนเดียวจะลำบากมาก การวิเคราะห์คนเดียวคงไม่ไหว แต่ถ้าจำนวนมากกว่า 3 คนขึ้นไป จะเกิดปัญหาที่การนัดแนะเวลาทำงาน การแบ่งงาน การติดตามงาน โดยจะส่งผลถึงความตั้งใจของผู้เรียนลดน้อยลง เมื่อสมาชิกในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือ”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“การแบ่งจำนวนคนกับกิจกรรมเหมาะสมกันแล้ว สามารถช่วยกันทำงานได้เต็มที่ ถ้ามากเกินไปก็จะแบ่งงานกันทำโดยแบ่งออกเป็นหัวข้อที่รับผิดชอบ แต่ถ้าเรียนรู้แค่ 2 คน ก็สามารถส่งเสริมการทำงานแบบร่วมมือกันได้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“การเลือกกลุ่มด้วยตัวเอง เป็นเรื่องที่ดี ทำให้ลดความเครียด ทำให้ทำงานกันได้อย่างเต็มที่ วางแผนงานได้รอบคอบ"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.6 ในส่วนของเนื้อหา ระบบส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ได้เข้าใจลักษณะการทำเกมมากยิ่งขึ้น

“ระบบส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น หนูเป็นคนไม่ค่อยได้เล่นเกม ทำให้มองภาพหรือขั้นตอนการออกแบบเกมได้อย่างเข้าใจมากขึ้น”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ระบบส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล แต่ละคนสามารถโหลดเอกสารหรือเนื้อหามาไว้ในแหล่งข้อมูลส่วนตัว เพื่อใช้ในการเรียนรู้หรือทบทวนการเรียนได้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.7 ขั้นตอนการเรียนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับร่วมกับเครื่องมือแบบคลาวด์มีความยากในการใช้งานช่วงเริ่มต้น แต่เมื่อสามารถทำได้ แล้ว ผู้เรียนมีความเห็นว่าขั้นตอนการเรียนช่วยให้ตนเองทำงานได้ดีขึ้น เป็นระบบมากขึ้น ช่วยให้ ตนเองเชื่อมโยงและเห็นการทำงานของผู้อื่น ทำให้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้กว้างขึ้น สามารถนำเอาไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น หรืองานในอนาคตได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“ตอนแรกคิดว่าการใช้งานระบบมีความซับซ้อน ยุ่งยาก พอได้ลองใช้แล้วรู้สึกใช้งานได้อาจจะยากในช่วงแรก แต่พอทำไปในขั้นตอนอื่นๆ รู้สึกว่าเริ่มใช้งานได้ง่ายขึ้น และคิดว่าสามารถนำไปใช้ประยุกต์กับสิ่งอื่นได้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ช่วงแรกไม่รู้จักคำว่าวิศวกรรมผันกลับหรือ Reverse engineering แต่พอได้เรียนบนระบบและได้ทำกิจกรรมที่อาจารย์สอน ทำให้เข้าใจกระบวนการหรือแนวคิดนี้มากขึ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ง่ายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.8 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่า การเลือกต้นแบบที่ดี ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ได้

“การเลือกต้นแบบที่ดี เป็นสิ่งที่สำคัญ ถ้าเลือกยากเกินไปหนูก็จะไม่อยากทำ ถ้าเลือกง่ายเกินไปก็อาจจะเกิดความน่าเบื่อในการเรียนรู้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ต้นแบบที่นำมาใช้ในการเรียนรู้ เป็นระดับที่เหมาะสม เข้าใจง่าย ไม่ยากจนเกินไปเหมาะสมกับเวลาที่ใช้เรียน”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.9 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่า ระบบการเรียนรู้นี้มีการติดตามผลของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถประเมินตนเองในแต่ละกิจกรรม และส่งเสริมหรือกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มเกิดการเรียนรู้ร่วมกันได้

“ระบบการติดตามงานบนระบบ ส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ระบบมีการแสดงคะแนนแต่ละช่วงการเรียน ทำให้รู้คะแนนเพื่อที่จะพัฒนาทำให้ตัวเองเก่งขึ้น”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.10 กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติที่ดีต่อเครื่องมือบนคลาวด์ที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นประโยชน์และเอื้อต่อการทำงานหรือการเรียนรู้ในรายวิชาและสามารถประยุกต์ใช้ในประจำวันได้

“ได้รู้จักและเรียนรู้เครื่องมือบนคลาวด์ ที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็น Google Document, Google Sheet, Linoit โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้ในชีวิตประจำวันได้

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“หลังจากเรียนรู้เครื่องมือบนระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่นๆได้”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ได้เรียนรู้เครื่องมือบนคลาวด์ใหม่ๆ เช่น Linoit และ Draw.io”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.11 กลุ่มตัวอย่างได้สะท้อนความรู้สึกที่ได้เรียนรู้ทั้งตัวเองและกับเพื่อน ซึ่งทำให้สามารถพัฒนาความสามารถของตนเองได้

“ได้เรียนรู้แนวคิดการทำเกมด้วยเทคนิคแบบใหม่ และได้ทำงานร่วมกับเพื่อน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทำให้เข้าใจงานได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น”

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“รู้สึกภูมิใจที่ได้เรียนเกี่ยวกับการทำเกม ซึ่งเกมต้นแบบที่เลือกมา เป็นเกมที่คุ้นเคย ทำให้มีแรงจูงใจในการเรียนการ

ทำเกม ซึ่งคิดว่ามันคงยาก แต่คิดว่าจะทำให้เต็มที่ ให้ดีที่สุด"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ผลรวมคะแนนแต่ละรอบทำให้ได้รู้พัฒนาการของตนเอง รู้สึกมีความภูมิใจในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ได้ทราบความก้าวหน้าของตนเอง รู้ว่าตัวเองควรพัฒนาด้านไหน และทำให้มีแรงจูงใจที่จะพัฒนาตัวเองทำให้คะแนนดีขึ้น"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.12 กลุ่มตัวอย่างได้สะท้อนเกี่ยวกับความรู้สึกกับการใช้งานบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ที่รองรับการทำงานหรือการเรียนรู้ด้วยตัวคนเดียวและรายกลุ่ม

“ระบบการเรียนแบบนี้รองรับการทำงานรายเดี่ยว เพราะสามารถโหลดไฟล์มาจัดเก็บในไดร์ฟส่วนตัวได้อัตโนมัติ สามารถนำมาเรียนรู้ตอนไหน เวลาไหนก็ได้"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“อาจารย์เตรียมแหล่งเรียนรู้ให้ ซึ่งภายในมีสื่อต่างๆ เยอะแยะมากมาย สามารถเข้าศึกษาตอนไหนก็ได้"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ระบบรองรับการแชร์ไฟล์ ทำให้ประหยัดพื้นที่มากครับ"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“ระบบรองรับการเซฟไฟล์เข้ามาพื้นที่ส่วนตัว โดยทำให้หนูสามารถกำหนดวิธีการเรียนรู้ของหนูได้คะ"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

3.13 กลุ่มตัวอย่างได้สะท้อนเกี่ยวกับความรู้สึกกับการใช้งานบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ที่สามารถใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลาและรองรับการเรียนบนหลายอุปกรณ์

“การแชร์ไฟล์หรือการทำงานบนคลาวด์ ทำให้สามารถรองรับการทำงานบนอุปกรณ์ใดๆก็ได้ ที่มีอินเตอร์เน็ต เช่น มือถือ โน๊ตบุ๊ค เหมือนกับการพกไฟล์ไปทุกที่ทุกเวลา"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

“สามารถรองรับการทำงานได้ทุกอุปกรณ์ ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน"

นักศึกษา กลุ่มทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง สามารถสรุปได้ว่าระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ การพัฒนาความสามารถด้วยตนเองและการทำงานร่วมกับเพื่อนผ่านขั้นตอนการเรียนอย่างเป็นลำดับบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ โดยที่การนำเครื่องมือแบบคลาวด์เข้ามาใช้ในการเรียนรู้ ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ทั้งรายเดี่ยวและรายกลุ่ม การเข้าถึงกิจกรรมการเรียนได้ง่ายขึ้น และการนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ทำให้เปลี่ยนจากเรื่องที่ยากกลายเป็นเรื่องที่ง่าย ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ละเอียดโดยการศึกษาจากต้นแบบที่ผู้เรียนรู้จักคุ้นเคย ทำให้ผู้เรียนรู้สึกมีแรงจูงใจในการทำงาน ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้สึกสนุกสนาน ผ่อนคลาย นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่ากระบวนการทำงานที่เรียนรู้บนระบบนั้นเป็นประโยชน์ต่อการทำงานและสามารถนำไปต่อยอดใช้ในอนาคตได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 4 ผลการนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ตารางที่ 59 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้ฯ ของผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
ส่วนที่ 1 องค์ประกอบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล			
1.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 ระบบการเรียนบนคลาวด์	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 เครื่องมือสื่อสารและการทำงานร่วมกัน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.5 เนื้อหา สื่อ แหล่งเรียนรู้ เวลาเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.6 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน	4.67	0.58	มากที่สุด
1.7 การจัดกิจกรรมการเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.8 การวัดและประเมินผล	5.00	0.00	มากที่สุด
ส่วนที่ 2 ขั้นตอนของระบบการเรียนรู้ฯ			
ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและตั้งกลุ่มการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนงานร่วมกัน	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 3 การเลือกต้นแบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์งานร่วมกัน	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบร่วมกัน	5.00	0.00	มากที่สุด
ขั้นตอนที่ 6 การให้ผลป้อนกลับและการสรุปผล	5.00	0.00	มากที่สุด
ส่วนที่ 3 การนำไปปฏิบัติใช้จริง			
3.1 ท่านมีความคิดเห็นว่าระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มีความเหมาะสมต่อการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล	5.00	0.00	มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
3.2 ท่านมีความคิดเห็นว่า โดยภาพรวมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลสามารถนำไปฝึกใช้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลได้ในระดับใด	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**4.98**	**0.04**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 59 พบว่า ภาพรวมของการประเมินรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าระบบการเรียนรู้ฯ มีความเหมาะสมมากที่สุด ที่จะนำไปใช้ในการส่งเสริมความสามารถเชิงประมวลผลและ สามารถนำไปใช้งานได้จริง นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาระบบการ เรียนรู้ฯ และการนำระบบการเรียนฯ ไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 60 แสดงข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบการเรียนฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
1.ภาพแบบจำลองรูปแบบ ควรอธิบายให้ชัดเจน	1. เพิ่มรายละเอียดและคำอธิบายลงไปให้ชัดเจนครอบคลุมทุกประเด็น
2.อธิบายวิศวกรรมผันกลับให้ชัดเจน	2.เพิ่มคำอธิบายเกี่ยวกับคำว่าวิศวกรรมผันกลับหรือให้กลับไปใช้คำว่า วิศวกรรมย้อนรอยแทน
3. จากภาพแบบจำลองรูปแบบ ให้อธิบายว่าขั้นตอนใดส่งผลต่อตัวแปรตามมากที่สุด	3.เพิ่มรายละเอียดว่า ทุกขั้นตอนส่งผลต่อตัวแปรตาม แต่มีขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ร่วมกัน และขั้นตอนที่ 5 การออกแบบร่วมกัน จะส่งผลต่อตัวแปรตามมากที่สุด
4. บทบาทของผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนเป็นสิ่งที่สำคัญ ของความสำเร็จของระบบนี้ จำเป็นต้องอธิบายให้ลึกและละเอียด	4.เพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับบทบาทของผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนให้ชัดเจนและละเอียดกว่านี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
ผลการวิจัย

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มีรายละเอียดในการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 บทนำ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. หลักการและเหตุผลของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

2. วัตถุประสงค์ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ตอนที่ 2 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. องค์ประกอบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

2. ขั้นตอนการเรียนของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ตอนที่ 3 การนำไปใช้และเงื่อนไขการใช้ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการนำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลไปใช้

2. เงื่อนไขการใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 บทนำ

1. หลักการและเหตุผลของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การออกแบบหรือพัฒนาระบบด้วยมนุษย์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดการคำนวณและการทำงานที่เป็นขั้นตอนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แนวคิดนี้ทำให้รู้ถึงความสามารถและข้อจำกัดของการประมวลผลไม่ว่าจะดำเนินการด้วยมนุษย์หรือเครื่องจักรในยุคของข้อมูลที่มีความซับซ้อนและมีปริมาณมาก ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถทำได้เพียงลำพัง จำเป็นต้องเกิดการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และเครื่องจักรในการแก้ปัญหา โดยมนุษย์เป็นผู้พัฒนาระบบบนเครื่องจักรให้ปฏิบัติงานตามต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้นความคิดนี้จึงเป็นพื้นฐานที่สามารถต่อยอดไปสู่การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้ องค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลคือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบที่ปรากฏ แล้วเรียนรู้รูปแบบการทำงานของระบบที่เกิดซ้ำ ต่อมาจึงหารูปแบบหรือวิธีการที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วสะท้อนออกมาเป็นแผนผังกระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอน สุดท้ายนำกระบวนการดังกล่าวนี้ไปพัฒนาบนระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้

จากการศึกษาข้อมูลด้านความคิดเชิงประมวลผลในประเทศไทย พบว่า ยังไม่มีผู้ที่ศึกษาความคิดเชิงประมวลผลระดับปริญญาบัณฑิตอย่างจริงจัง จึงทำให้ขาดข้อมูลมาสนับสนุนในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ทำให้ข้อมูลการพัฒนากระบวนการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลส่วนใหญ่จึงมาจากแนวคิดของต่างประเทศเป็นหลัก หากพิจารณาความเป็นมาแล้ว ความคิดเชิงประมวลผลเป็นศาสตร์ที่บูรณาการระหว่างการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดอย่างเป็นระบบ จึงทำให้วิธีการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลนั้นมีความใกล้เคียงกับกระบวนการพัฒนาทักษะการคิดดังกล่าว ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การให้เหตุผล และการคิดที่เป็นขั้นตอน และการบูรณาการกับเทคโนโลยี ซึ่งรายวิชาที่เหมาะสมนั้นจึงควรเป็นรายวิชาที่มีลักษณะกระบวนการที่ให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ออกแบบกระบวนการอย่างมีลำดับขั้นตอน ร่วมกับการทำงานบนระบบประมวลผลหรือระบบคอมพิวเตอร์ได้

แนวคิดวิศวกรรมผันกลับ (Reverse Engineering) เป็นกระบวนการหนึ่งในศาสตร์ของวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการค้นหาลักษณะ กระบวนการ โครงสร้าง ฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์หรือระบบหนึ่ง ๆ โดยเป็นการคิดวิเคราะห์แยะแยะองค์ประกอบของส่วนต่างออกจากกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(ได้แก่ เครื่องกล อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์) เพื่อที่จะเข้าใจกระบวนการผลิตอย่างมีแบบแผน แล้ววิเคราะห์การทำงานระบบในแต่ละส่วน จากนั้นจึงนำมาสร้างอุปกรณ์ใหม่หรือโปรแกรมใหม่ที่ทำงานได้เหมือนเดิม โดยปราศจากการคัดลอกจากต้นแบบ โดยการเรียนรู้เป็นการใช้หลักการที่เป็นระบบอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมผันกลับนั้นจะเริ่มต้นจากการนำผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่งมาถอดออกเป็นส่วนๆ เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เพื่อที่จะเข้าใจกระบวนการผลิตอย่างมีแบบแผน เมื่อศึกษาจนเข้าใจแล้วจะทำให้สามารถผลิตสินค้าคล้ายกันหรือนำมาต่อยอดก็ได้เช่นกัน กระบวนการในการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ (1) กำหนดจุดประสงค์และวางแผน (2) การเลือกต้นแบบ (3) การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ (4) การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย (5) การออกแบบ และ (6) การสรุปผล โดยกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนี้ช่วยเพิ่มความสามารถของผู้เรียน และการเข้าใจในระบบที่กำหนดให้ได้อย่างรวดเร็ว โดยเรียนรู้จากตัวอย่าง เพื่อนำมาออกแบบหรือพัฒนาให้เหมือนต้นแบบหรือการทำให้สมบูรณ์ขึ้น

เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Assisted Learning) คือเป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนมาแลกเปลี่ยน ความรู้ ประสบการณ์ที่ตรงกับปัญหา ประเด็นที่ต้องการขอความช่วยเหลือ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยให้เพื่อนช่วยเหลือ ช่วยกันตรวจสอบหรือแลกเปลี่ยนความรู้ วิธีการทำงานหรือเรียนรู้เป็นทีม การช่วยกันเรียนรู้ก่อนลงมือ ปฏิบัติจริง (Learning before Doing) เรียนรู้เทคนิควิธีการต่าง ๆ โดยผ่านประสบการณ์ผู้อื่น ไม่ทำผิดพลาดซ้ำในสิ่งที่เคยมีผู้ทำผิดพลาด และนำมาปรับใช้ แล้วพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น และทั้งนี้ยังเป็นวิธีการสอนที่จะช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนคติที่ดีในการเรียน ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และช่วยส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดี เพิ่มพูนทักษะทางสังคมอีกด้วย โดยมีขั้นตอนจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำกิจกรรม (2) กำหนดประเด็น และวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน (3) มุ่งหาผลลัพธ์ (4) การมีส่วนร่วม พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (5) พิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้ วิเคราะห์ และสรุป นำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติ (6) มีการเสริมแรงทางบวก ให้ข้อมูลย้อนกลับ และ (7) การประเมินผลการเรียน การเรียนรู้ด้วยเทคนิคนี้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ และทำความเข้าใจกับชิ้นงานหรืองานที่ได้รับมอบหมาย โดยฝึกให้ผู้เรียนเรียนรู้ทักษะการทำงานร่วมกันซึ่งสอดคล้องกับทักษะการทำงานในปัจจุบันได้

ระบบประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing) เพราะระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีบทบาทสำคัญในกิจกรรมที่หลากหลายของคนในสังคม โดยเฉพาะการติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตกลายเป็นสิ่งจำเป็นของสังคม ทั้งในชีวิตประจำวัน การทำงาน ธุรกิจ การศึกษา และบันเทิง อินเทอร์เน็ตจึงเป็นศูนย์กลางที่เชื่อมโยงระหว่างผู้คนในสังคม ข้อมูล และเทคโนโลยีสารสนเทศที่ประกอบด้วยโปรแกรมการทำงาน (Software applications) จำนวนมากและอุปกรณ์หลากหลาย

ชนิด ระบบคลาวด์นี้เป็นเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นการบูรณาการวิทยาการทางเครือข่ายและคอมพิวเตอร์ (Networking and computing) การจัดเก็บข้อมูล (Storage) และการบริการทรัพยากรข้อมูล (Data service resources) ไว้ด้วยกัน โดยระบบคลาวด์นี้กำลังเป็นระบบที่ได้รับความนิยมเพราะไม่จำเป็นต้องลงทุนด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และสามารถปรับลดขนาดของพื้นที่การใช้งานได้อย่างสะดวก ส่งผลทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนในระบบไอที ทั้งนี้ต้องส่งเสริมความสามารถในการให้บริการระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพ ความรวดเร็วในการส่งข้อมูลของระบบอินเตอร์เน็ต เป็นต้น ในปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีคลาวด์ในการเรียนรู้กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย รูปแบบของคลาวด์ที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนมากที่สุดในลักษณะ Sofware as a Service (SaaS) เป็นการใช้บริการจากเครื่องมือบนคลาวด์สาธารณะมาช่วยสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น Google Drive, Dropbox เป็นต้น

การเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud Based Learning System) เป็นการออกแบบการเรียนการสอนบนระบบประมวลผลคลาวด์ เพื่อใช้ในการบริหารการเรียนรู้ การจัดเก็บข้อมูล การใช้งานซอฟต์แวร์บนพื้นฐานระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จุดเด่นของระบบคลาวด์คือสามารถรองรับการเข้าใช้งานที่มีปริมาณมากเพราะระบบเทคโนโลยีคลาวด์นั้นมีความยืดหยุ่นทางการใช้งานสูง และสามารถกำหนดค่าใช้จ่ายตามการใช้งาน เมื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้ คลาวด์สามารถรองรับการทำงานด้วยตนเองและการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา ระบบเทคโนโลยีคลาวด์นี้สามารถเข้าถึงทุกที่ ทุกเวลา ทุกกลุ่มเป้าหมาย และทุกอุปกรณ์เครื่องมือที่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ต ซึ่งระบบเทคโนโลยีคลาวด์นี้สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากหลักการที่กล่าวมาในข้างต้น การเพิ่มศักยภาพในการจัดการเรียนการสอนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นั้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้จากการทำงานร่วมกัน ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบปลายเปิดและมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพิ่มความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร การค้นหาข้อมูลที่หลากหลาย การจัดเก็บข้อมูลและแบ่งปันข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากการนำเอาบริการคลาวด์สาธารณะหลากหลายชนิดมารวมกันเพื่อดำเนินการเรียนการสอนบนระบบเครือข่าย ซึ่งใช้ต้นทุนต่ำ และเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง ช่วยทำให้การจัดการเรียนการสอนมีความยืดหยุ่นต่อความต้องการที่แตกต่างกันในแต่ละสถานที่ และเหมาะกับการจัดการเรียนการรู้ทั้งแบบในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือแบบผสมผสานได้และระบบการเรียนรู้นี้ถูกพัฒนาขึ้นตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบที่สนับสนุนการเรียนรู้ ได้แก่ ระบบการเรียน กระบวนการเรียนรู้

เครื่องมือสนับสนุนการเรียน และการประเมินผล โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยจัดรูปแบบการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และการทำงานร่วมกันระหว่างเพื่อน และเมื่อต้องการนำระบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จำเป็นต้องมีการจัดองค์ประกอบและดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนได้นำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ตอนที่ 2 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. องค์ประกอบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่

1.1 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (Cloud Based Learning System) เป็นระบบศูนย์กลางในการจัดการ เรียนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล แบ่งการทำงานหลักออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1.1 ส่วนของผู้สอน (Instructor Section) เป็นส่วนในการประชาสัมพันธ์ ประกาศข่าวสาร อัพโหลดสื่อการสอน และให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

1.1.2 ส่วนกิจกรรมการเรียน (Activities Section) เป็นส่วนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนหลัก มีระบบนำทางที่เชื่อมโยงกับเครื่องมือสนับสนุนผู้เรียน ให้สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ

1.1.3 ส่วนการประเมินผล (Evaluation Section) เป็นส่วนในการแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถติดตามการส่งงานของตนเอง ตรวจสอบ และผู้สอนสามารถดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้ได้

1.1.4 ส่วนการบริหารจัดการ (Management Section) เป็นส่วนสำหรับผู้ดูแลระบบ ผู้ช่วยผู้สอน หรือผู้สอน ใช้ในการบริหารจัดการระบบการเรียนรู้ ดูสถิติการเข้าใช้งาน ปรับแต่งระบบนำทาง เพิ่มลดเมนูต่าง ๆ เป็นต้น

1.2 เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้แบบคลาวด์ (Cloud-Based Tools) เป็นเครื่องมือบนเว็บที่มีการให้บริการแบบ Software as a Service เปิดให้บริการแก่สารธารณะสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ ดังนี้

1.2.1 เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกัน เป็นเครื่องมือที่สามารถกำหนดเป้าหมายร่วมกันบนระบบออนไลน์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มได้ โดยข้อมูลแสดงแบบทันกาล (Real time) และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.2.2 เครื่องมือระดมสมอง เป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยในการระดมสมองระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.2.3 เครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้ที่มีผู้เชี่ยวชาญหรือองค์กรได้ออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.2.4 เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนทางปัญญา เช่นสามารถนำมาช่วยสร้างผังความคิดและผังงานได้ โดยสามารถเข้าใช้งานทั้งแบบรายบุคคลและรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.2.5 เครื่องมือช่วยค้นหา เป็นเครื่องมือที่ช่วยค้นหาข้อมูลเพื่อช่วยในการเรียนรู้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.2.6 เครื่องมือการประเมินผล เป็นเครื่องมือที่แสดงผลเป็นตาราง สามารถคำนวณข้อมูลและแสดงผลลัพธ์เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2.7 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลงาน และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.2.8 เครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในรูปแบบของวิดีโอ เป็นเครื่องมือที่แสดงผลในรูปแบบของวิดีโอ การดูตัวอย่าง วิธีการทำงาน การออกแบบเนื้อหาจากต้นแบบ และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.2.9 เครื่องมือติดตามการเข้าใช้งานผู้เรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการช่วยตรวจสอบลักษณะการเข้าใช้งานของผู้เรียน เพื่อนำมาสังเกตหรือวิเคราะห์วิธีการเรียนของผู้เรียนและไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

1.3 บทบาท (Role) สามารถแบ่งออกเป็น 3 บทบาทคือ บทบาทของผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อน โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

1.3.1 บทบาทของผู้สอน (Instructor Role) ตามแนวคิดของระบบการเรียนนี้ มีอยู่ 7 บทบาทด้วยกัน ดังนี้

1.3.1.1 ทำหน้าที่ดูแลผู้เรียน การให้ความช่วยเหลือระหว่างการดำเนินกิจกรรมตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับตามความเหมาะสม โดยมีกลวิธีในการกระตุ้นการเรียนรู้ เช่น การให้กำลังใจ คำชมเชย การให้รางวัลแก่ผู้เรียน เป็นต้น

1.3.1.2 สามารถสาธิต ยกตัวอย่าง เทคนิควิธีการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับเพื่อเป็นแบบอย่างในการดำเนินกิจกรรมได้

1.3.1.3 รวบรวมแหล่งข้อมูลความรู้ที่เหมาะสม ที่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน และในฐานะที่เป็นผู้มีประสบการณ์จะต้องทำหน้าที่เป็นผู้คอยพิจารณาความเหมาะสมของแหล่งความรู้และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียนได้

1.3.1.4 จัดประสบการณ์ หรือพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักเชื่อมโยงและมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม เพื่อค้นหาคำตอบในสิ่งที่ตนกำลังศึกษา และทำให้ผู้เรียนจะได้รับรู้ผลการเรียนและความสามารถของตนเองได้ดีขึ้น

1.3.1.5 สร้างตัวตนบนออนไลน์และจัดให้ผู้เรียนสร้างตัวตนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ ผ่านเครื่องมือติดต่อสื่อสารในลักษณะที่เป็นเครือข่ายชุมชนเพื่อใช้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้

1.3.1.6 เป็นผู้ติดตาม ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ถูกต้องและชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์การเรียนได้

1.3.1.7 เตรียมกิจกรรมการเรียนเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล และต้องพิจารณาและกำหนดสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์เพื่อให้กิจกรรมการเรียนบรรลุผลตามเป้าหมายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.2 บทบาทของผู้เรียน (Learner Role) ตามแนวคิดของระบบการเรียนนี้ มีอยู่ 8 บทบาท ดังนี้

1.3.2.1 ศึกษา ค้นคว้า ปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดความสามารถด้านการคิดเชิงประมวลผล

1.3.2.2 เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน และท้าทายอยู่ตลอดเวลา

1.3.2.3 กำหนดเป้าหมาย ร่วมกันวางแผน และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่นในงานบนระบบการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมาย

1.3.2.4 แสวงหาและเข้าถึงแหล่งความรู้ที่มีความหลากหลายทั้งในระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นี้และนอกระบบ

1.3.2.5 เรียนรู้และทำงานด้วยความร่วมมือร่วมใจ ไม่ว่าจะเป็นการทำเดี่ยว ทำคู่ เป็นกลุ่ม ได้ด้วยความเต็มใจและด้วยเจตคติที่ดีต่อกัน

1.3.2.6 ลงมือปฏิบัติจริง แล้วสามารถสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับฯ แล้วนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานกาณ์ได้อย่างเหมาะสม

1.3.2.7 ประเมินความรู้และพัฒนาการของตนเองบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ได้

1.3.2.8 สร้างองค์ความรู้ (Construct) ด้วยตนเอง และเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.3.3 บทบาทของเพื่อน (Peer Role) ตามแนวคิดของระบบการเรียนนี้ มีอยู่ 5 บทบาท ดังนี้

1.3.3.1 ร่วมกันศึกษา ค้นคว้า ปฏิบัติในงานที่ได้รับเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1.3.3.2 พูดคุย อภิปรายให้คำแนะนำช่วยเหลือซึ่งกันและกันเมื่อเกิดปัญหาหรือมีข้อสงสัยในการทำกิจกรรมบนระบบการเรียนรู้ฯ

1.3.3.3 รู้จักตนเอง รู้ถึงจุดแข็ง จุดอ่อน ความขัดแย้งภายในใจ แรงจูงใจและความต้องการของตนในการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้ฯ

1.3.3.4 มองโลกในแง่ดี มีทัศนะต่อชีวิตและโลกในแง่ดี มองเห็นถึงคุณค่าในตัวสมาชิกและตนเอง ช่วยให้เกิดการพัฒนาในสัมพันธภาพของการปรึกษาทั้งต่อหน้าและบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

1.3.3.5 การทำงานร่วมกันต้องมีความอดทน เมื่อเกิดอุปสรรคหรือปัญหาจะต้องใช้สติในการแก้ไขปัญหานั้น ไม่ใช้อารมณ์ในการจัดการปัญหา

1.4. เนื้อหา (Contents) เนื้อหาต้องเป็นวิชามีตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับมาตรฐานผลการเรียนรู้ในด้านทักษะทางปัญญา (Cognitive Skills) และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Numerical, Communication and Information Technology Skills) และเป็นรายวิชาลักษณะที่มีการส่งเสริมการวิเคราะห์ชิ้นงาน สืบค้นข้อมูล การทำโครงงาน สร้างองค์ความรู้ และสามารถบูรณาการเทคโนโลยีลงไปในการเรียนการสอนได้ ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ เกมดิจิทัล เว็บไซต์ สื่อเทคโนโลยี หรือการสร้างวัสดุสิ่งของต่างๆที่ต้องใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลบนระบบการเรียนรู้ฯ โดยผู้เรียนจะต้องแสดงถึงความสามารถตามที่จุดประสงค์กำหนด โดยเป็นวิธีการประเมินระหว่างการเรียนรู้บนระบบเพื่อตรวจสอบพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือตัวชี้วัด ที่ระบุในแผนการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ได้แก่

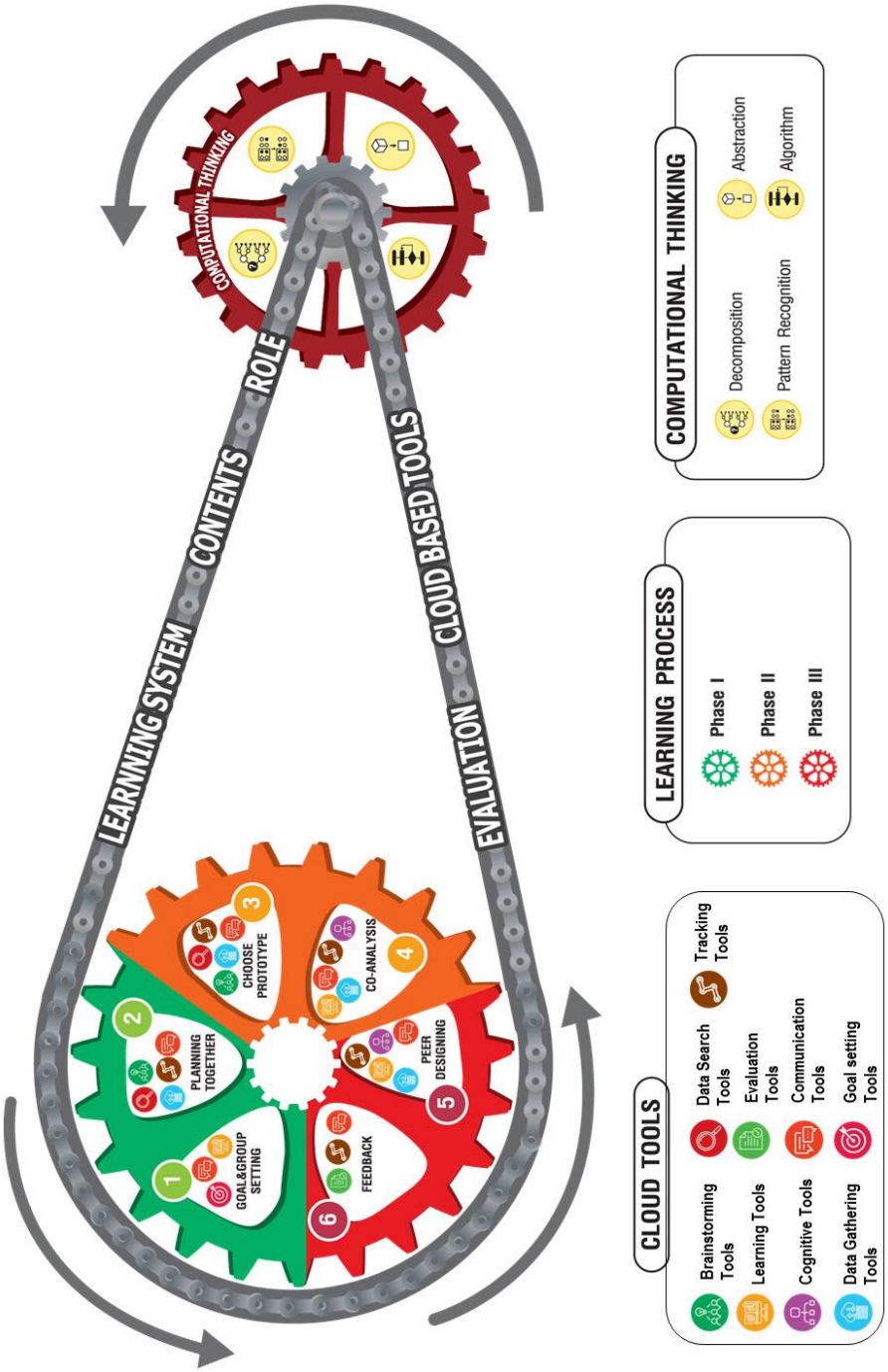
1. แบบสังเกตพฤติกรรม โดยใช้วิธีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม ผู้สอนจะสังเกตพฤติกรรมการเข้าเรียนออนไลน์ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน การสะท้อนผลการเรียนรู้แต่ละสัปดาห์ การสื่อสารกับผู้สอนและเพื่อน เป็นต้น

2. การประเมินผลผู้เรียนจากแบบวัดความสามารถจากกิจกรรม ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถในการทำงานของผู้เรียนภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยจะวัดวิธีการที่ผู้เรียนปฏิบัติในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

3. แบบประเมินตนเอง ซึ่งเป็นการประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผลทำให้ผู้เรียนได้รู้ความสามารถและพัฒนาการด้วยตนเอง

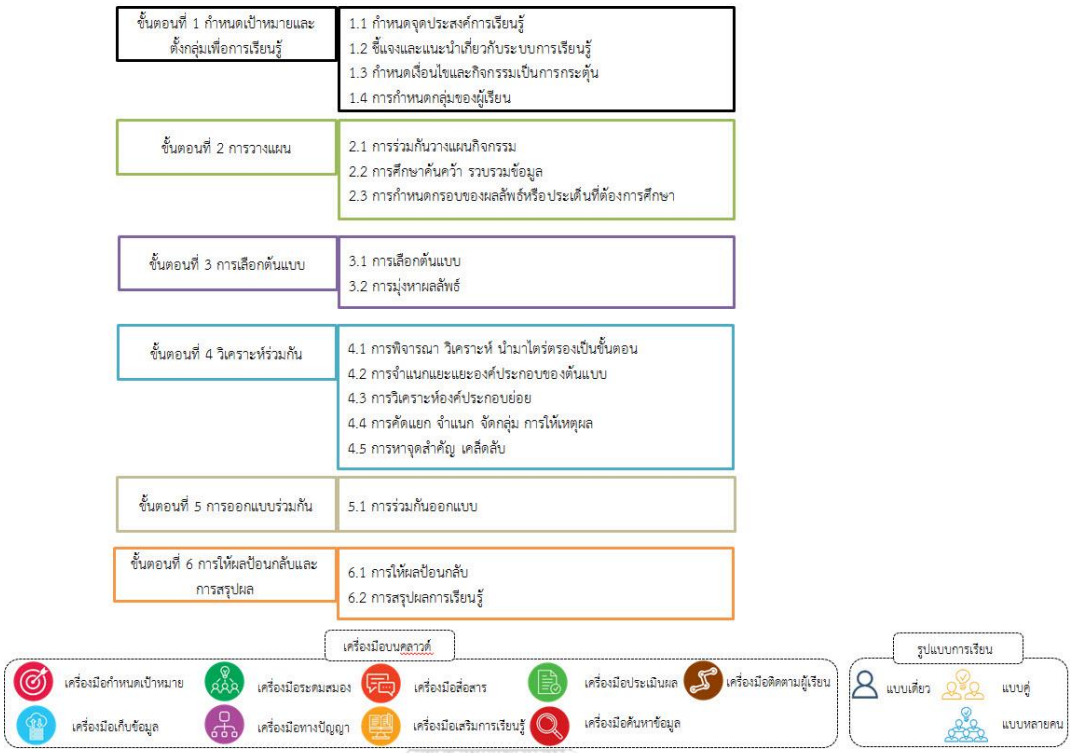
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ขั้นตอนการเรียนของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ดังนี้



ภาพที่ 20 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย โดยให้ตัวอย่างดำเนินกิจกรรมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯตามระบบที่ไดสร้างขึ้น โดยดำเนินการทดลองดังภาพที่ 21

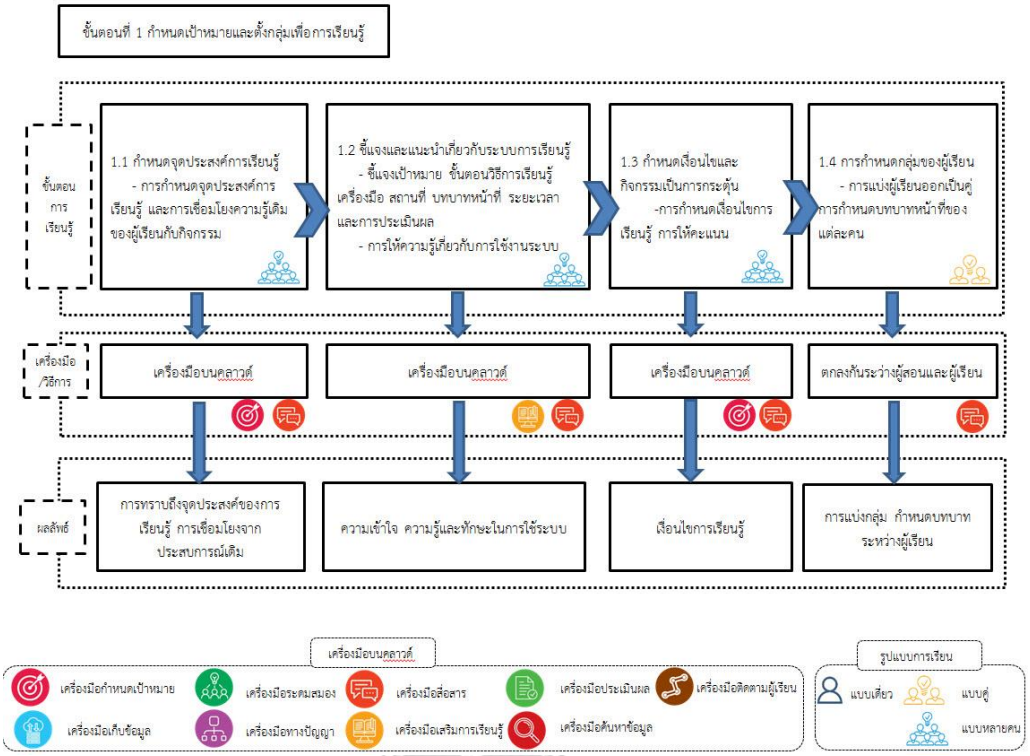


ภาพที่ 21 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยบนระบบการเรียนรู้ฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการเรียน

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและตั้งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้



ภาพที่ 22 การกำหนดเป้าหมายและตั้งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้

1.1 กำหนดจุดประสงค์และเป้าหมายของการเรียนรู้

ผู้สอนชี้แจงและแนะนำเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ โดยชี้แจงจุดประสงค์ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้บนระบบ เครื่องมือ สถานที่ บทบาทหน้าที่ ระยะเวลาและเกณฑ์การประเมินผล สำรวจข้อมูลและทักษะของผู้เรียน รวบรวมข้อมูลในด้านการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะและความพร้อมในการดำเนินกิจกรรมการเรียน การให้ผู้เรียนได้ลองฝึกอบรมปฏิบัติการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะได้ให้ผู้เรียนคุ้นชินกับระบบและการใช้เครื่องมือสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ ของการเรียนบนระบบการเรียนรู้ได้ ต่อมากำหนดบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน โดยบทบาทของผู้เรียนในการเรียนและร่วมการทำกิจกรรมทั้งในกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อยตามรูปแบบที่กำหนดไว้ ร่วมแลกเปลี่ยน แบ่งปันข้อมูล ร่วมแสดงความคิดเห็น และทำกิจกรรมบนระบบ และบทบาทผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการเรียนการสอนให้เป็นไปตามขั้นตอนและกระบวนการ ให้คำแนะนำในการเรียน ชี้แนวทางการเรียนรู้ ให้ผลป้อนกลับใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบต่าง ๆ เช่น การติชม ให้ปรับปรุงแก้ไข ในผลงาน ในรูปแบบการเรียนการสอน และให้กำลังใจ คอยกระตุ้นเพื่อดึงความคิดและผลักดันให้ผู้เรียนบรรลุผลตามเป้าหมายได้

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือกำหนดเป้าหมาย และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างผู้สอนและสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนทราบถึงจุดประสงค์การเรียนรู้และความรู้ที่ได้จากการเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิม

1.2 การชี้แจงและแนะนำเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้

ผู้สอนและผู้เรียนในกลุ่ม กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้และการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนกับกิจกรรม ผู้สอนกระตุ้นและดึงความคิดเพื่อสร้างแรงจูงใจ ขั้นกระตุ้นและเร้าความสนใจเพื่อดึงความคิดเข้าสู่เนื้อหากระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเชื่อมโยง ตัวอย่างหรือเรื่องที่นำมากระตุ้นกับบทเรียนและเนื้อหาที่จะเรียนผู้สอนทำการสอนให้สัมพันธ์กับความสนใจของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่ที่จะศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องนั้น (โดยการ เชื่อมโยงการสอนไปยังเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตของผู้เรียน หรือยกเหตุการณ์ปัจจุบัน อนาคต ภาพนิ่ง ตัวอย่างกรณีศึกษาที่น่าสนใจในขณะนั้น) เพื่อผู้เรียนจะได้เห็นความสำคัญต่อการนำไปปฏิบัติการหรือไปประยุกต์ใช้ในอนาคต

เครื่องมือ/วิธีการ : เป็นการบรรยายพร้อมสาธิตการใช้งานทีละขั้นตอน หรือการใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือเสริมการเรียนรู้ และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างผู้สอนและสมาชิกในทีม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

1.3 การกำหนดเงื่อนไขการเรียนรู้

ผู้สอนกำหนดข้อตกลงในการวัดและประเมินผล โดยมีการชี้แจงและทำข้อตกลงวิธีการวัดและประเมินผลระหว่างการทำกิจกรรม การนำเสนอ การวัดผลปลายทาง และการกำหนดเงื่อนไขของกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจน เกณฑ์การให้คะแนน การให้รางวัลเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ และผู้สอนใช้คำพูดที่ท้าทายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ในกิจกรรม

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือกำหนดเป้าหมาย และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างผู้สอนและสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงเงื่อนไขการเรียนรู้ เกณฑ์การให้คะแนน การให้รางวัล

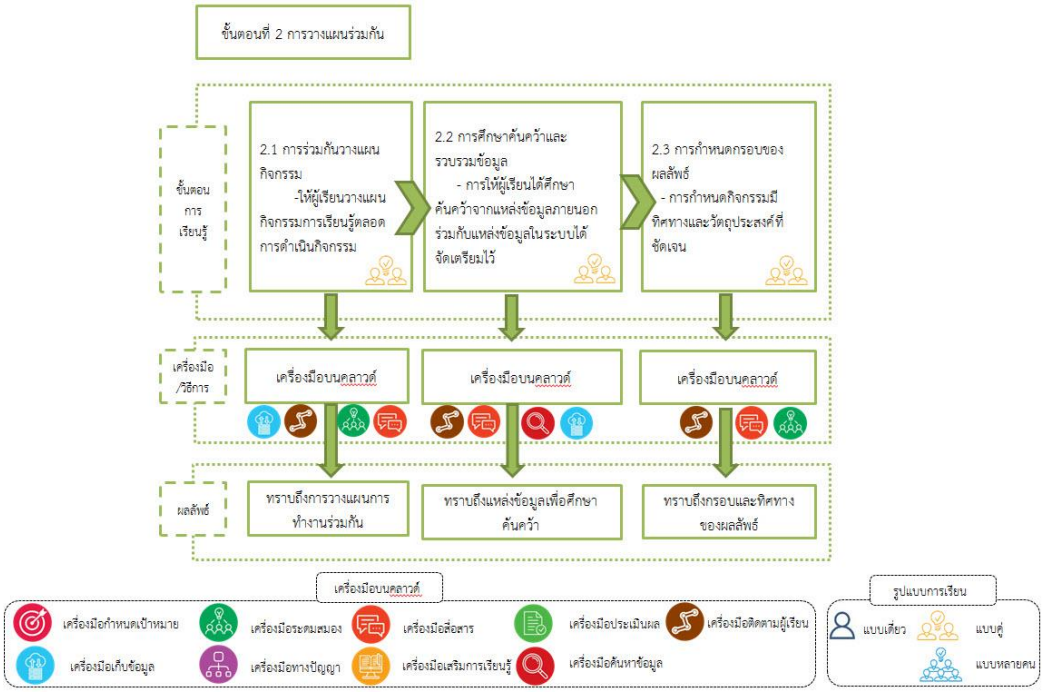
1.4 การกำหนดกลุ่มผู้เรียน

ผู้สอนกำหนดกลุ่มของผู้เรียน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นคู่ และกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนในทีม โดยพยายามจัดกลุ่มผู้เรียนโดยเฉลี่ยความรู้ความสามารถในแต่ละกลุ่มที่ใกล้เคียงกัน โดยจะต้องมีทั้งคนเก่งและคนอ่อนอยู่ร่วมกัน และต้องคำนึงถึงคือ ด้านพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม ไม่ควรจัดให้ผู้เรียนที่มีความประพฤติไม่เหมาะสม หรือไม่สนใจการเรียนอยู่ร่วมกันทั้งหมด

เครื่องมือ/วิธีการ : การพิจารณาโดยที่ผู้สอนและผู้เรียนทำการตกลงกัน โดยใช้เครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างผู้สอนและสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงบทบาทของผู้เรียนและเพื่อนร่วมทีม

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนร่วมกัน



ภาพที่ 23 การกำหนดจุดประสงค์และการวางแผนร่วมกันในกิจกรรม

2.1 การร่วมกันวางแผนงาน

ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการทำงานและการเรียนรู้ตลอดการดำเนินกิจกรรม การกำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคนภายในกลุ่ม

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือระดมสมอง การเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียนและเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงการวางแผนและการทำงานร่วมกัน

2.2 การศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายในระบบที่จัดเตรียมไว้ และแหล่งข้อมูลภายนอก การหาช่องทางสำหรับสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือค้นหาข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียนและเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 การกำหนดกรอบของผลลัพธ์

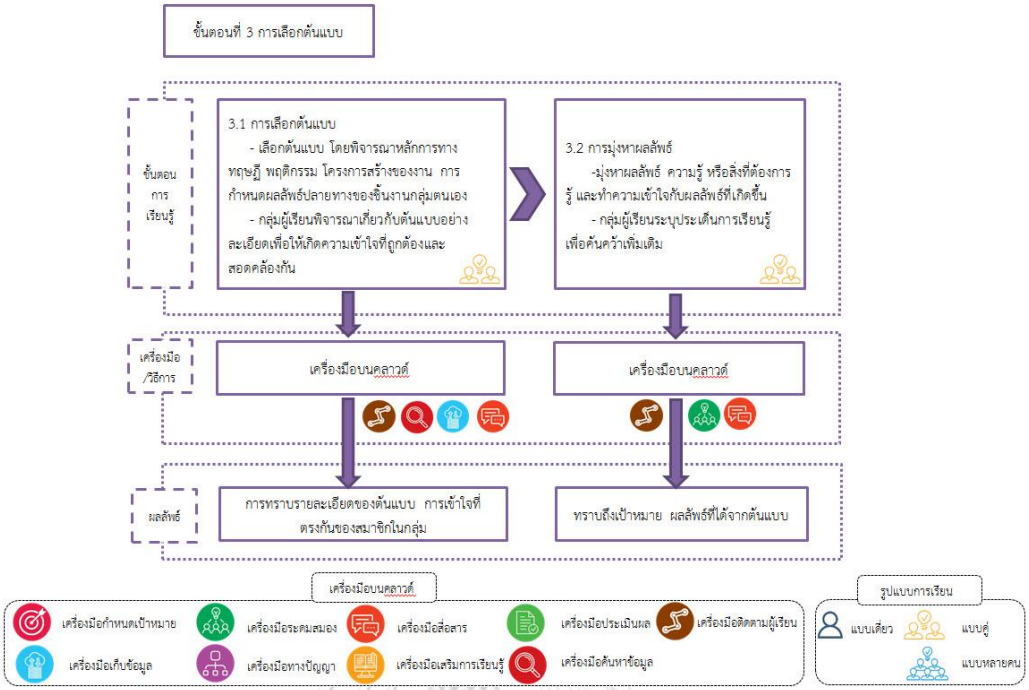
ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันกำหนดกรอบหรือทิศทางของผลลัพธ์จากการเรียนรู้บนระบบฯ

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือระดมสมอง การเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียนและเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงกรอบหรือทิศทางผลลัพธ์จากการเรียนรู้บนระบบฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกต้นแบบ



ภาพที่ 24 การเลือกต้นแบบ

3.1 การเลือกต้นแบบ

ผู้เรียนในกลุ่มเลือกต้นแบบ โดยพิจารณาหลักการ ทฤษฎี พฤติกรรม โครงสร้างของงาน การกำหนดผลลัพธ์ปลายทางของชิ้นงานของกลุ่มตนเอง และกลุ่มผู้เรียนพิจารณาเกี่ยวกับต้นแบบอย่างละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและสอดคล้องกัน

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือการค้นหาข้อมูล เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียน และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างผู้สอนและสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนทราบถึงรายละเอียดของต้นแบบ การเข้าใจตรงกันของสมาชิกในกลุ่ม

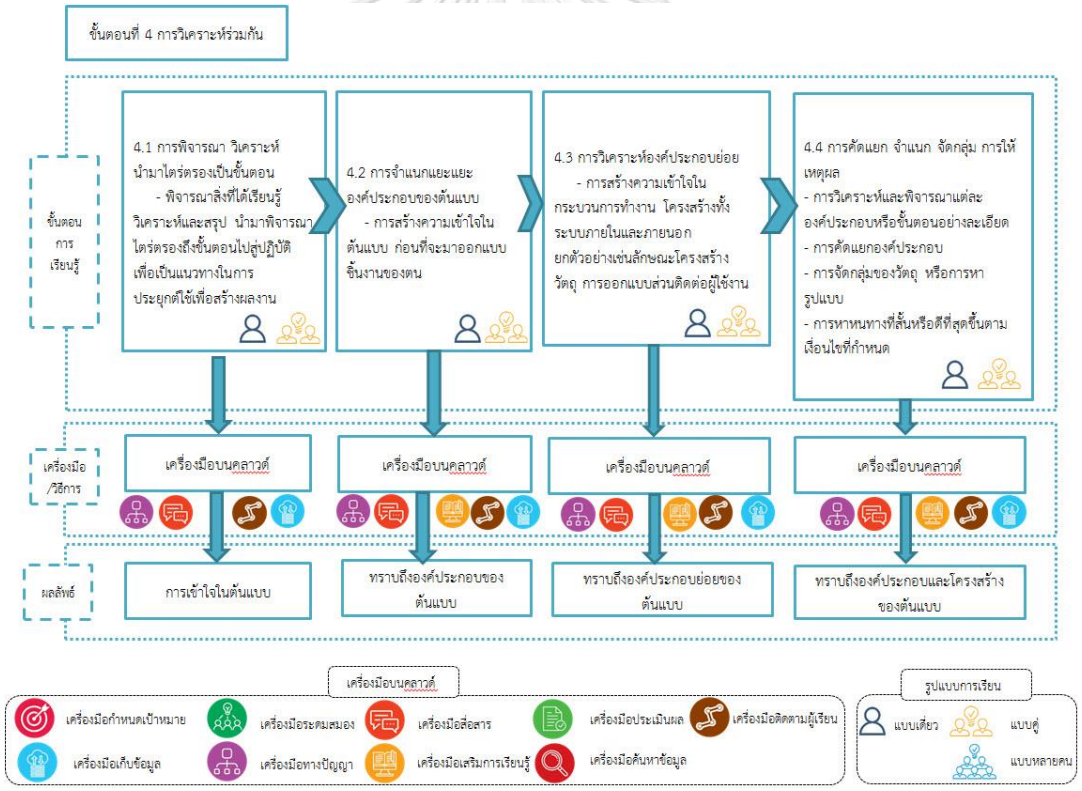
3.2 การมุ่งหาผลลัพธ์

ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันมุ่งหาผลลัพธ์ ความรู้หรือสิ่งที่ต้องการรู้ และทำความเข้าใจกับผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้น

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือระดมสมอง เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียน และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างผู้สอนและสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายและผลลัพธ์ความรู้ที่ได้จากการพิจารณาต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ร่วมกัน



ภาพที่ 25 การวิเคราะห์ร่วมกัน

4.1 การพิจารณาวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน

ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ร่วมกันวิเคราะห์ วางแผนนำมาพิจารณาไตร่ตรองถึงขั้นตอนไปสู่ปฏิบัติเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างผลงานหรือวิธีการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือทางปัญญา เครื่องมือเก็บข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียน และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนในกลุ่มได้เข้าใจในต้นแบบที่เลือก

4.2 การแยกแยะองค์ประกอบหลักของต้นแบบ

ผู้เรียนในกลุ่มร่วมมือกันดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการจำแนกแยะแยะองค์ประกอบของต้นแบบ โดยการใช้เครื่องมือทางปัญญาได้

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือทางปัญญา เครื่องมือเสริมการเรียนรู้ เครื่องมือเก็บข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียน และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงทราบถึงองค์ประกอบของต้นแบบ

4.3 การแยกแยะองค์ประกอบย่อย

ผู้เรียนในกลุ่มดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการทำงาน โครงสร้างทั้งระบบภายในและภายนอก ยกตัวอย่างเช่น ลักษณะโครงสร้างวัตถุ การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่น การทำงานร่วมกันและเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงองค์ประกอบย่อยของต้นแบบ

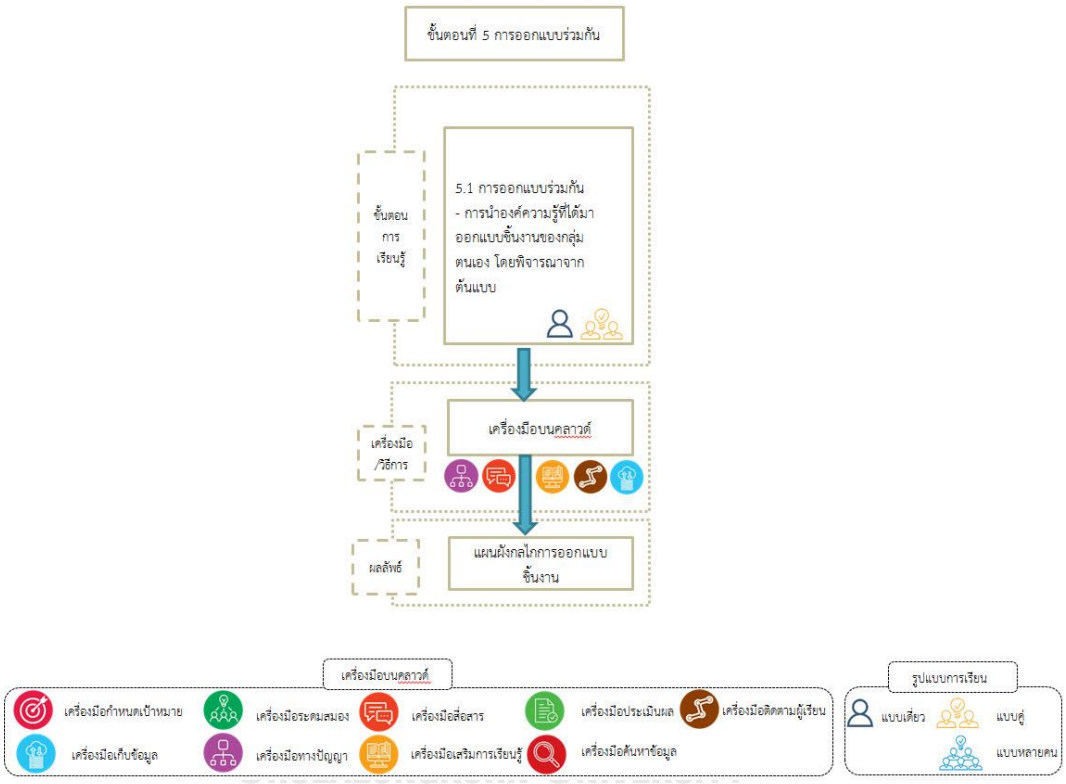
4.4 การคัดแยก จัดกลุ่ม การให้เหตุผล การอธิบายจุดสำคัญ

ผู้เรียนในกลุ่มดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการวิเคราะห์และพิจารณาแต่ละองค์ประกอบหรือขั้นตอนอย่างละเอียดการคัดแยกองค์ประกอบ การจัดกลุ่มของวัตถุ หรือการหารูปแบบ การหาหนทางที่สั้นหรือดีที่สุดขึ้นกับเงื่อนไขที่กำหนด โดยผู้เรียนร่วมมือการใช้เครื่องมือทางปัญญาเพิ่มเสริมสร้างการเรียนรู้ได้

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือทางปัญญา เครื่องมือเสริมการเรียนรู้ เครื่องมือเก็บข้อมูล เครื่องมือติดตามผู้เรียน และเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้เรียนได้ทราบถึงองค์ประกอบและโครงสร้างของต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบร่วมกัน



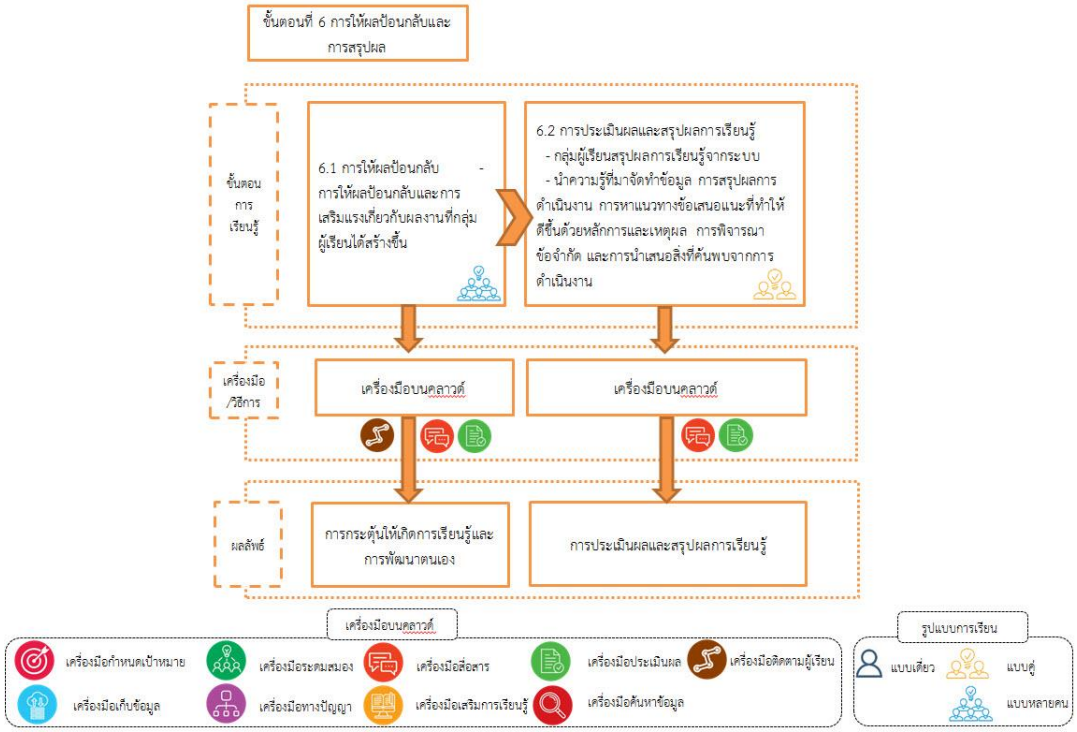
ภาพที่ 26 การออกแบบร่วมกัน

ผู้เรียนในกลุ่มดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการนำองค์ความรู้ที่ได้มาออกแบบกระบวนการทำงานผ่านการเขียนผังงานของกลุ่มตนเอง โดยพิจารณาจากต้นแบบ โดยแต่ละขั้นตอนที่เรียนรู้ผ่านเครื่องมือทางปัญญา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจได้

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่นเครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล การทำงานร่วมกันและเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม เครื่องมือทางปัญญา และเครื่องมือเสริมการเรียนรู้

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผลงานหรือชิ้นงานของกลุ่ม (การออกแบบ)

ขั้นตอนที่ 6 การให้ผลป้อนกลับและการสรุปผล



ภาพที่ 27 การให้ผลป้อนกลับและสรุปผล

6.1 การให้ผลป้อนกลับ

ผู้สอนให้ผลป้อนกลับและการเสริมแรงเกี่ยวกับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ฝึกฝน และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน การให้ความช่วยเหลือ ตอบข้อซักถามหรือข้อสงสัยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถ หรือการใช้กรณีตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ผู้เรียนได้พบ ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้นได้

เครื่องมือ/วิธีการ : การใช้เครื่องมือบนคลาวด์เช่น เครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีม เครื่องมือติดตามผู้เรียน และเครื่องมือประเมินผลที่ใช้ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ว่าถูกต้องหรือไม่

ผลลัพธ์ที่ได้ : การกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนาตนเอง

6.2 การสรุปผลการเรียนรู้

ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบประเมินตนเองและประเมินเพื่อนร่วมทีม และผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้จากระบบการเรียนรู้ฯและนำความรู้ที่มาจัดทำข้อมูล การสรุปผล

การดำเนินงาน การหาแนวทางข้อเสนอแนะที่ทำให้ดีขึ้นด้วยหลักการและเหตุผล การพิจารณาข้อจำกัด และการนำเสนอสิ่งที่ค้นพบจากการดำเนินงานจากกิจกรรมที่กำหนดให้

เครื่องมือ/วิธีการ : ผู้สอนใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลบนคลาวด์และและเครื่องมือสื่อสารในการติดต่อระหว่างสมาชิกในทีมกับผู้สอน

ผลลัพธ์ที่ได้ : ผู้สอนได้ข้อมูลผลการประเมินการเรียนรู้ และการสรุปผลการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์แนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยใช้รูปแบบตามแนวทางของ ADDIE Instructional Design Model โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis)

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาดำเนินการในขั้นวิเคราะห์สภาพที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน โดยที่ใช้ในขั้นนี้มาจาก การศึกษาเอกสาร รายงานวิจัย วิทยานิพนธ์ และบทความเกี่ยวกับวิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ระหว่าง ค.ศ. 2006- ค.ศ. 2018 และเก็บรวมรวมข้อมูลด้านปฐมภูมิมาจากแบบสอบถามออนไลน์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 685 คน ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในสถาบันอุดมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และผลการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญ หรือครูผู้สอน อาจารย์ที่มีประสบการณ์ด้านความคิดเชิงประมวลผล ระบบประมวลผลคลาวด์ และการจัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการณ์เทคโนโลยี โดยวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน

1.1.1 สภาพของผู้เรียน นิสิตนักศึกษาปริญญาตรีที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผลส่วนใหญ่คิดว่าเป็นความสามารถในการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รองลงมาคือทักษะการคิดแบบคอมพิวเตอร์ที่เป็นลำดับขั้นตอน เมื่อพิจารณาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ส่วนใหญ่ทุกคนคิดว่าเป็นการฝึกฝนการออกแบบระบบ รองลงมาคือการเขียนฟังงานหรือการใช้ผังความคิดเพื่อดำเนินการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา และจากข้อมูลที่สำรวจมา

พบว่า นิสิตนักศึกษาส่วนใหญ่เคยเรียนรู้บนระบบออนไลน์แต่ยังไม่ได้นำมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนเท่าที่ควร

1.1.2 แรงจูงใจในการเรียนของนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี มากที่สุดคือ การมีคะแนนหรือของรางวัล รองลงมือคือ การได้รับคำชมเชยจากผู้สอน แสดงให้เห็นถึงการทำงานจากสถานการณ์จริง ได้ผลลัพธ์ที่เห็นภาพชัดเจนมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน

1.1.3 ระดับความต้องการความช่วยเหลือ นิสิตนักศึกษาปริญญาตรี ต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเป็นบางครั้ง เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย และรองลงมาคือต้องการความช่วยเหลือและแนะนำการทำงานตลอดเวลา

1.2 วิเคราะห์สภาพการเรียน

1.2.1 ลักษณะการเรียน การเรียนเพื่อส่งเสริมการรู้ความคิดเชิงประมวลผล จากการเก็บข้อมูลพว่า การเรียนการสอนที่เหมาะสมคือ การสอดแทรกกิจกรรมความรู้เชิงประมวลผลลงไปในรายวิชาเรียนปกติ

1.2.2 เทคโนโลยีที่นำมาใช้จัดการเรียนการสอน เทคโนโลยีที่นำมาใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เอกสาร ใบงาน และสื่อการสอนด้านเนื้อหา (2) และ ระบบสนับสนุนการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก

1.2.3 วิธีจัดการเรียนการสอน วิธีจัดการเรียนการสอนในลักษณะกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนร่วมกันเลือกต้นแบบแห่งความสำเร็จ และให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบ ร่วมกันวิเคราะห์และถอดองค์ความรู้ที่สำคัญ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาและกระบวนการทำงานมากที่สุด

1.2.4 ลักษณะของรายวิชา รายวิชาที่มีลักษณะในการทำโครงงาน ลักษณะการเรียนที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและใช้แหล่งข้อมูลเป็นฐานเน้นการค้นคว้าด้วยตนเองหรือร่วมกับทีม โดยมีรูปแบบการสอนในลักษณะงานค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีขั้นตอน และการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การออกแบบ (Design)

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา ข้อมูลที่ได้จากขั้นการวิเคราะห์ และเอกสารงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาออกแบบระบบการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 กำหนดขอบเขตการเรียนการสอน

2.1.1 กำหนดธรรมชาติการเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยออกแบบธรรมชาติของระบบการเรียนรู้ฯ ให้อยู่ในรูปแบบการใช้งานที่เป็นส่วนต่อผสานของการเรียนแบบดั้งเดิม เป็นระบบการเรียนในลักษณะบูรณาการกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถเชิงประมวลผลลงไปในรายวิชาเรียนปกติ

2.1.2 กำหนดลักษณะวิชา จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยพบว่า รายวิชาที่เหมาะกับการใช้งานระบบการเรียนจะต้องเป็นรายวิชาที่มีลักษณะของกิจกรรมการทำโครงงาน หรือรายวิชาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมกับทีม เพื่อค้นคว้าหาคำตอบ

2.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการกำหนด วัตถุประสงค์การเรียน โดยผู้เรียนที่ใช้งานระบบการเรียน จะต้องได้ผลลัพธ์ความสามารถตามมาตรฐานเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ดังตารางที่ 20

2.2 ออกแบบวิธีจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปลายเปิดจะช่วยพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนได้ดีที่สุด ประกอบกับการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนนั้นมีการประเมินตนเอง ผู้เรียนจะต้องได้รับปัจจัยทั้ง 3 ประการ ได้แก่ (1) ความสำเร็จจากการปฏิบัติ (2) การเสริมแรง และ (3) การได้เห็นต้นแบบที่ประสบความสำเร็จ ประกอบกับความคิดเชิงประมวลผลเป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกฝนอยู่เป็นประจำ ผู้วิจัยจึงออกแบบระบบการเรียนให้มีกระบวนการเรียนแบบวนซ้ำ โดยเลือกใช้กระบวนการ เรียนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับวิธีจัดการเรียนการสอน ที่ร่วมกันเรียนรู้จากต้นแบบแห่งความสำเร็จ และให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ด้วยขั้นตอนการเรียนรู้หลัก 6 ขั้นตอน คือ (1) การกำหนดเป้าหมายและการตั้งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ (2) การร่วมกันวางแผนดำเนินงาน (3) การเลือกต้นแบบ (4) การร่วมกันวิเคราะห์ต้นแบบ (5) การร่วมกันออกแบบ (6) การให้ผลป้อนกลับและการสรุปผลการเรียนรู้ และพบว่าองค์ประกอบบนระบบที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลคือ (1) ระบบการเรียนรู้ (2) เนื้อหา (3) บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน (4) เครื่องมือบนคลาวด์ และ (5) การประเมินผล โดยจำเป็นต้องจัดกระทำอย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 การออกแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

2.3.1 ออกแบบโครงสร้างด้านสถาปัตยกรรมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างทางด้านสถาปัตยกรรม (System Architecture) ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ โดยมีรายละเอียดได้แสดงไว้ในบทที่ 3

2.3.2 บทบาทของผู้เข้าใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

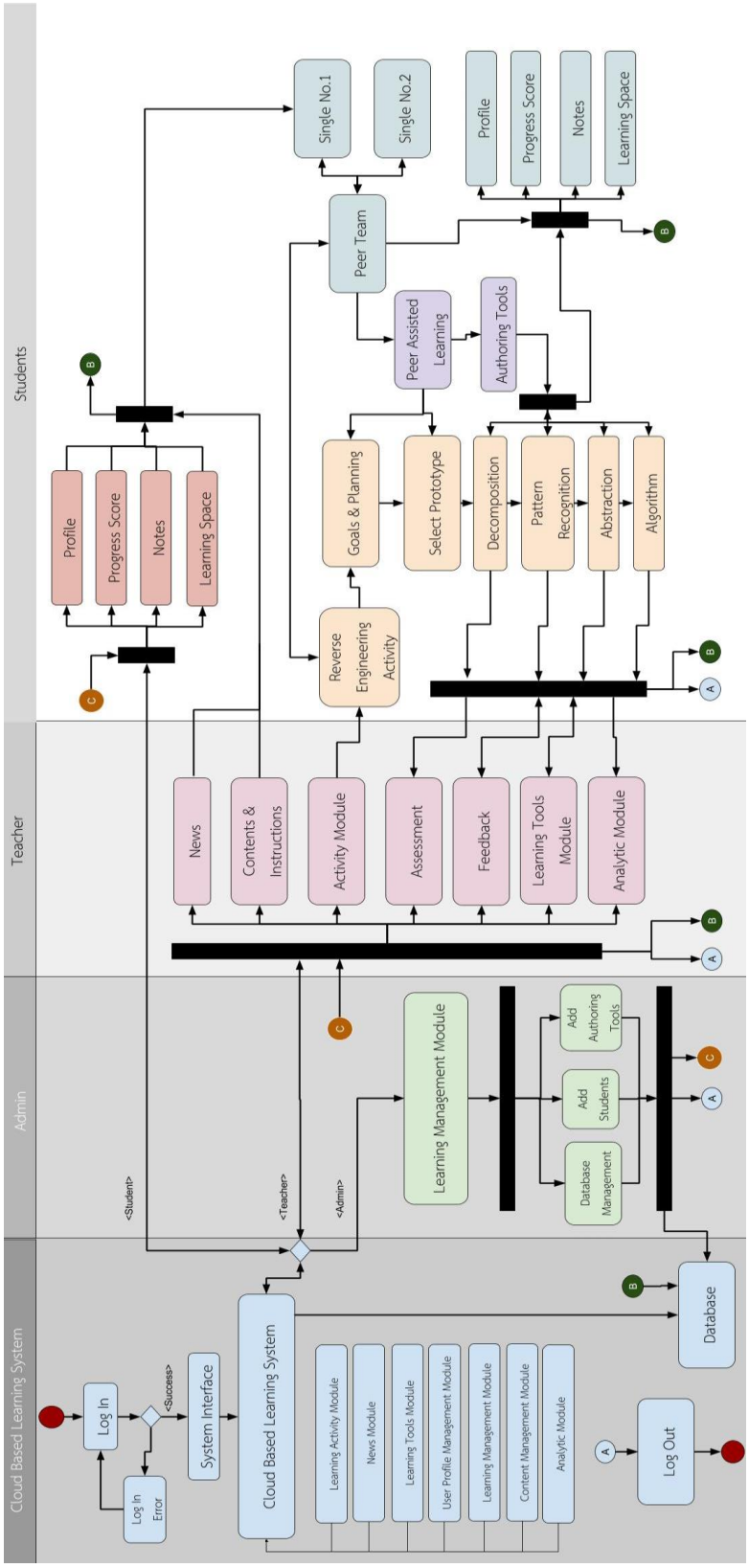
การออกแบบระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นี้กำหนดให้มีการล็อคอินเพื่อยืนยันตัวตนตามบทบาทหน้าที่ สำหรับการจัดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล ดังภาพที่ 28 โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ผู้ดูแลระบบ (Administrator) คือผู้ที่สามารถบริหารจัดการเกี่ยวกับระบบ ตั้งแต่การติดตั้งระบบ การกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งาน การบริหารจัดการโมดูลย่อย การบริหารฐานข้อมูล การเพิ่ม-ลดผู้เรียน และรวมไปถึงการเพิ่มเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้บนระบบได้

2) ผู้สอน (Teacher) คือผู้ที่ทำหน้าที่จัดการเรียนการสอนบนระบบตามแผนการสอน โดยใช้โมดูลและเครื่องมือต่างมาช่วยสนับสนุนการสอน การแจ้งข่าวเกี่ยวกับการเรียน การจัดเตรียมเนื้อหาและอธิบายเงื่อนไขการเรียน การกำหนดกิจกรรมของแต่ละสัปดาห์ การประเมินผลให้คะแนน และการให้ผลป้อนกลับ และสามารถตรวจสอบพฤติกรรมการเข้าใช้งานของผู้เรียนบนระบบได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) ผู้เรียน (Students) คือผู้ที่ดำเนินการเรียนบนระบบตามขั้นตอนการเรียนรู้ โดยตัวระบบกำหนดให้สามารถรองรับการทำงานแบบเดี่ยวและกลุ่มได้ โดยในส่วนของผู้เรียน ระบบจะประกอบด้วยการแสดงผลข้อมูลส่วนตัว การจัดเตรียมพื้นที่สำหรับการเรียนรู้เฉพาะบุคคลและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม และตัวระบบสามารถคะแนนพัฒนาการของสมาชิกรายบุคคลและประเภททีม



ภาพที่ 28 แสดงกระบวนการทำงานบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

3. การพัฒนา (Development)

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับระบบการ เรียน โดยใช้ทั้งความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และการทดลองใช้งานจริง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

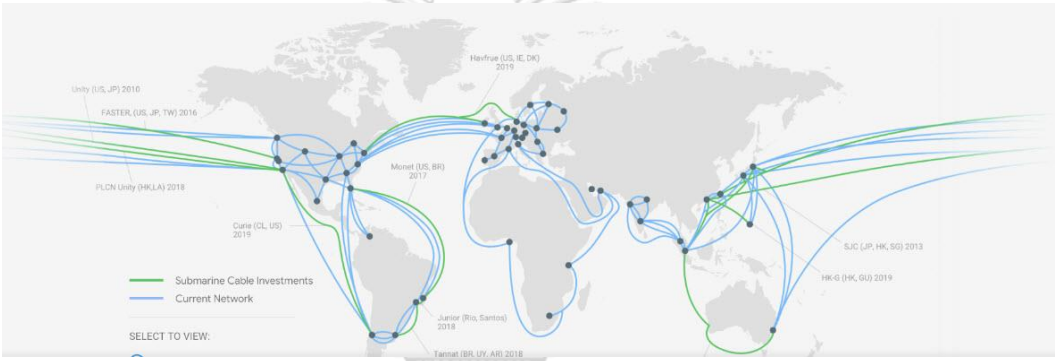
3.1 สร้างระบบการเรียน ผู้วิจัยออกแบบระบบการเรียนจากการออกแบบโดยมีองค์ประกอบทั้งสิ้น 5 องค์ประกอบได้แก่ (1) ระบบการเรียนรู้ (Learning System) (2) เนื้อหา (Contents) (3) บทบาทผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อน (Role) (4) เครื่องมือบนคลาวด์ (Cloud based tools) และ(5) การประเมินผล (Evaluation) รวมทั้งมีขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไขในการเรียนรู้ (Goal & Condition Setting) (2) การวางแผนการร่วมกัน (Planning Together) (3) การเลือกต้นแบบ (Choose Prototype) (4) การวิเคราะห์งานร่วมกัน (Co-Analysis) (5) การออกแบบร่วมกัน (Peer-Designing) และ (6) การให้ผลป้อนกลับ (Feedback)

3.2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างระบบด้วย Google Cloud Platform (GCP) ซึ่งเป็นระบบคลาวด์แพลตฟอร์มที่ให้บริการเป็นลักษณะของเว็บเซิร์ฟเวอร์ ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Google มีความสามารถในการวิเคราะห์และจัดการข้อมูล ที่ช่วยตอบโจทย์การทำงานในด้านต่างๆได้ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพและมีความยืดหยุ่นสูง ข้อดีของบริการนี้ คือ ผู้พัฒนาระบบไม่จำเป็นต้องซื้อฮาร์ดแวร์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง และตัวระบบมีผู้ดูแล(Admin) ดูแลระบบให้ตลอดเวลา และที่สำคัญคือค่าใช้จ่าย ทางผู้บริการคิดเป็นอัตราการใช้ง่ายจริง ซึ่งทางระบบคลาวด์แพลตฟอร์มนี้มีบริการอย่างมากมาย โดยแยกเป็นประเภท การให้เช่าเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Compute Engine) การเช่าที่เก็บข้อมูล(Storage and Database) การจัดการระบบเครือข่าย (Networking) การประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่(Big Data) รองรับระบบการสร้างปัญญาประดิษฐ์ (Cloud AI) และอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

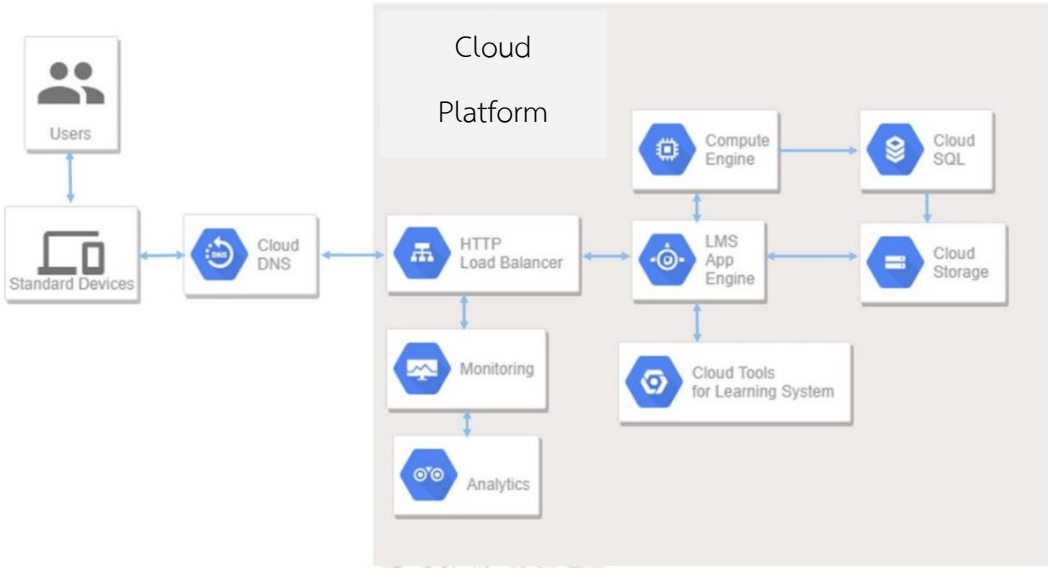
ภาพที่ 29 Cloud Services ให้บริการบนระบบคลาวด์แพลตฟอร์ม

ระบบคลาวด์แพลตฟอร์มของกูเกิล สามารถใช้งานได้ทั่วโลก โดยสามารถเลือกใช้งานได้ตาม “ย่าน”(Regions) และ “โซน” (Zone) โดยพิจารณาจาก latency(การวัดความเร็วจากการใช้เวลารับส่งข้อมูลหรือความเร็วที่ตอบสนองระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของเรา), availability (ความสามารถของเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่คอยให้บริการผู้ใช้บริการ), durability (ความเสถียรทนทานของสัญญาณการรับส่งข้อมูล) โดย Regions จะขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ เช่น US East, US West, US Central, Europe, East Asia, Southeast Asia, South Asia หรือ Australia เป็นต้น และในแต่ละ Regions จะประกอบด้วย Zone เช่นใน Regions ของ Southeast Asia ที่ตั้งอยู่ในสิงค์โปร์ก็จะมี Zone A และ Zone B เป็นต้น



ภาพที่ 30 “ย่าน”(Regions) และ “โซน” (Zone)ที่ระบบคลาวด์แพลตฟอร์มของกูเกิลให้บริการ

โดยผู้วิจัยได้พัฒนาระบบการเรียนรู้ โดยใช้บริการ Cloud Services อาทิเช่น การใช้บริการ Compute Engine (Virtual Machine ที่ทำงานบนโครงสร้างพื้นฐานของ Google Data Center) ร่วมกับการเช่าบริการสำหรับเก็บข้อมูล(Storage and Database) และใช้บริการ App Engine คือ การใช้บริการ Platform as a Service (PaaS) ที่ผู้วิจัยได้ติดตั้ง LMS Moodle 3.5 ลงไปบนระบบที่มีการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน(Infrastructure) เมื่อติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยติดตั้งปลิ๊กอิน Plugin สำหรับระบุตัวตนจากบริการคลาวด์ และเชื่อมโยงบริการคลาวด์ตามขั้นตอนการเรียน และได้ทำการติดตั้งระบบตรวจสอบผู้เข้าเรียนด้วยบริการ Google Analytic เพื่อดูพฤติกรรมของผู้เรียน



ภาพที่ 31 สถาปัตยกรรมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

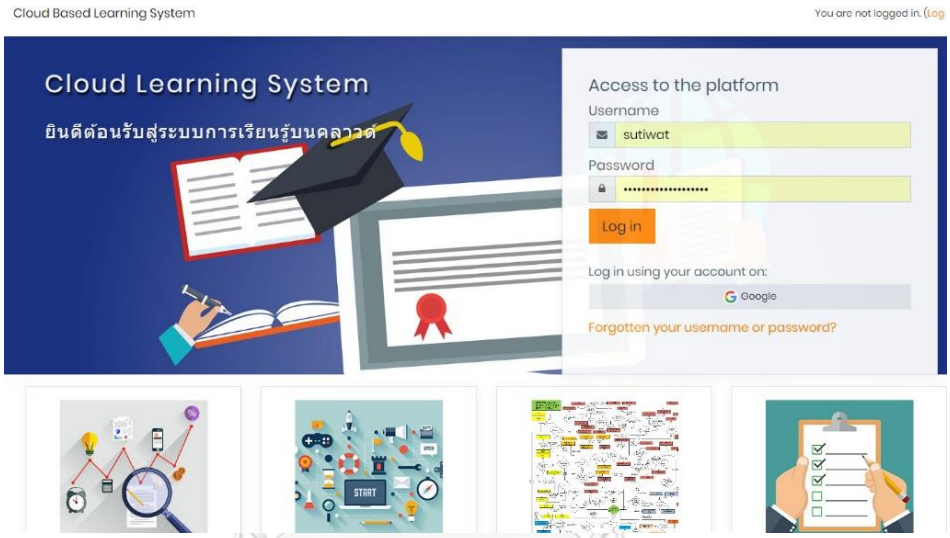
จากภาพที่ 35 อธิบายเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เมื่อผู้ใช้งาน(ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ)เข้าใช้งานระบบผ่านเครื่องมือสื่อสารผ่าน Cloud Domain Name System (Cloud DNS: ทำหน้าที่ควบคุมเว็บไซต์ของชื่อโดเมนในการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์) แล้วส่งสัญญาณมายัง Google Cloud Platform ผ่าน HTTP Load Balancer ที่คอยบริหารจัดการสัญญาณเข้าใช้งานระบบ App Engine ที่ได้ติดตั้ง LMS Moodle โดยตัว App Engine จะทำงานผสานกันระหว่างหน่วยประมวลผล(Compute Engine)ในการป้อนคำสั่ง การแสดงผล การรับส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลบนระบบ (Cloud Storage) และยังทำหน้าที่เรียกใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ บนคลาวด์ได้ (Cloud Tools) อีกทั้งระบบยังฝังระบบการติดตามและวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เข้าใช้งาน (Analytic) เพื่อนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการศึกษาต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 การพัฒนาหน้าจอสำหรับผู้ใช้งานของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 หน้าจอแรกของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

หน้าจอแรกจะแสดงเกี่ยวกับการยืนยันตัวตนของผู้เข้าใช้งานระบบทั้งผู้เรียน ผู้สอนและผู้ดูแลระบบ และยังสามารถเพิ่มผู้เข้าเรียนได้ด้วยการพิสูจน์ตัวตนด้วยบริการคลาวด์ (SSO) เพื่ออำนวยความสะดวกในการลงทะเบียนและการเข้าใช้งานระบบได้



ภาพที่ 32 หน้าแรกของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

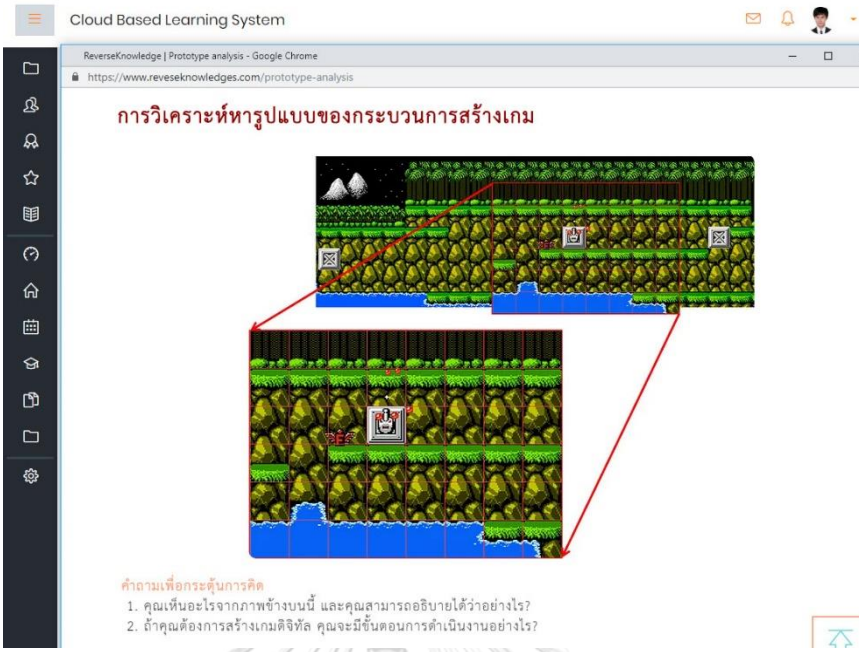
3.3.2 หน้าจอลำดับขั้นตอนการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

โดยจะแสดงเป็นลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนมีจำนวนทั้งสิ้น 6 ลำดับขั้น โดยปรากฏบนเมนูของระบบการเรียนรู้นี้ ภายในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ (1) การเรียนรู้บนระบบฯ เป็นส่วนของการนำเสนอเนื้อหา จัดเตรียมเอกสารการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อนำมาประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (2) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นและฝึกกระบวนการคิด ผ่านเครื่องมือบนคลาวด์ตามขั้นตอนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล และ (3) การประเมินผลการเรียนรู้ โดยการประเมินตนเองและทีม เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน รวมถึงการให้ผู้เรียนประเมินตนเอง

ภาพที่ 33 หน้าจอแสดงขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

จากภาพที่ 37 ระบบจะแสดงขั้นตอนกิจกรรมแต่ละสัปดาห์ โดยจะแบ่งเป็นหัวข้อย่อยๆตามที่ผู้สอนกำหนดเช่น หัวข้อการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูล หัวข้อสื่อวิดีทัศน์สนับสนุนการเรียนรู้ หัวข้อเครื่องมือสนทนาร่วมกัน หัวข้อความรู้ที่ได้หรือความก้าวหน้าของงานภายในคาบเรียนในแต่ละสัปดาห์ และหัวข้อสุดท้ายคือกิจกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียน

ภาพที่ 34 หน้าจอแสดงแหล่งเรียนรู้เพื่อสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ



ภาพที่ 35 หน้าจอแสดงการวิเคราะห์ต้นแบบตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

ภาพที่ 36 หน้าจอแสดงตัวอย่างองค์ประกอบต้นแบบ

จากภาพที่ 38, 39 และ 40 แสดงแหล่งเรียนรู้เพื่อสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ โดยผู้สอนได้ออกแบบมาโดยแบ่งออกเป็นหัวข้อหลักได้ดังนี้

หน้าแรก แสดงเกี่ยวกับหัวข้อรายวิชาแต่ละรายวิชาที่สามารถใช้แนวคิดการเรียนรู้ด้วยวิศวกรรมผันกลับ การเรียนรู้จากต้นแบบแห่งความสำเร็จ รวมไปถึงเกมเสริมทักษะการคิด

หน้าอธิบายเกี่ยวกับวิศวกรรมผันกลับ คือ หน้าที่แสดงความหมายของวิศวกรรมผันกลับ วัตถุประสงค์ของการทำวิศวกรรมผันกลับ เหตุผลและความจำเป็นของวิศวกรรมผันกลับ และประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ

หน้าหัวข้อรายวิชา จะระบุเกี่ยวกับรายวิชาที่สามารถนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

หน้ากระบวนการเรียนรู้ จะแสดงขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ โดยแสดงเป็นลำดับได้แก่ (1) กำหนดจุดประสงค์ (2) การวางแผน (3) การเลือกต้นแบบ (4) การแยกองค์ประกอบและวิเคราะห์ต้นแบบ (5) การออกแบบหรือพัฒนา และ (6) การประเมินผลและสรุปผล

หน้าทรัพยากรการเรียนรู้ จะประกอบด้วย 4 หัวข้อย่อย ได้แก่ (1) เครื่องมือช่วยค้นหา (2)สื่อวิดีทัศน์เสริมการเรียนรู้ (3) เกมเสริมทักษะการเรียนรู้ และ (4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อที่สร้างเพื่อรองรับการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนผังงานด้วยตนเอง

หน้าติดต่อ เป็นหน้าที่แสดงข้อมูลรายละเอียดผู้สอนโดยแสดงทั้งชื่อ-นามสกุล ภาควิชา อีเมลล์และเบอร์โทรศัพท์

3.3.3 หน้าจอแสดงการประเมินผลการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์

การประเมินผลของผู้เรียนบนระบบการเรียนรู้นี้ ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ (1) แบบสังเกตพฤติกรรม (2) แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล และ (3) การประเมินจากแบบวัดความสามารถในกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของแต่ละกิจกรรม โดยแต่ส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

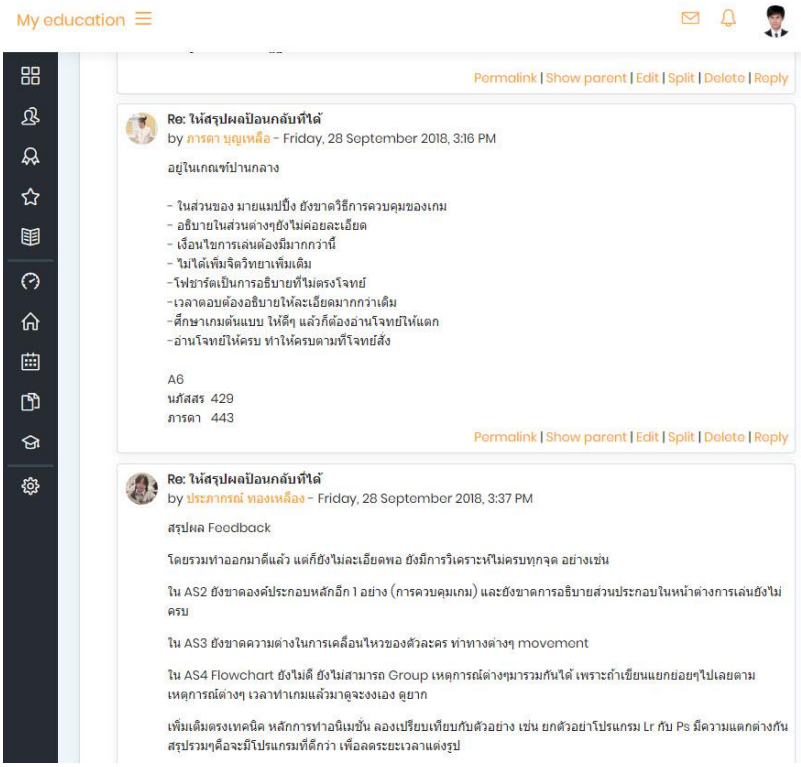
1) การสังเกตพฤติกรรม โดยผู้สอนจะสังเกตพฤติกรรมการเข้าเรียนออนไลน์ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน การสะท้อนผลการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม การสื่อสารกับผู้สอนและเพื่อน หรือการได้รับผลป้อนกลับเพื่อนำมาพัฒนาตนเอง โดยแสดงในภาพที่ 41

2) แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล โดยผู้เรียนจะต้องประเมิน อยู่ 3 ระยะ ได้แก่ (1) ระยะก่อนเรียน เพื่อดูพื้นฐานความเข้าใจที่ติดตัวมากับผู้เรียน (2) ระยะระหว่างเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ความสามารถของตนเองระหว่างเรียนเป็นระยะเพื่อดูพัฒนาการของผู้เรียน และ (3) ระยะหลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ความสามารถของตนเองเพื่อบรรลุ

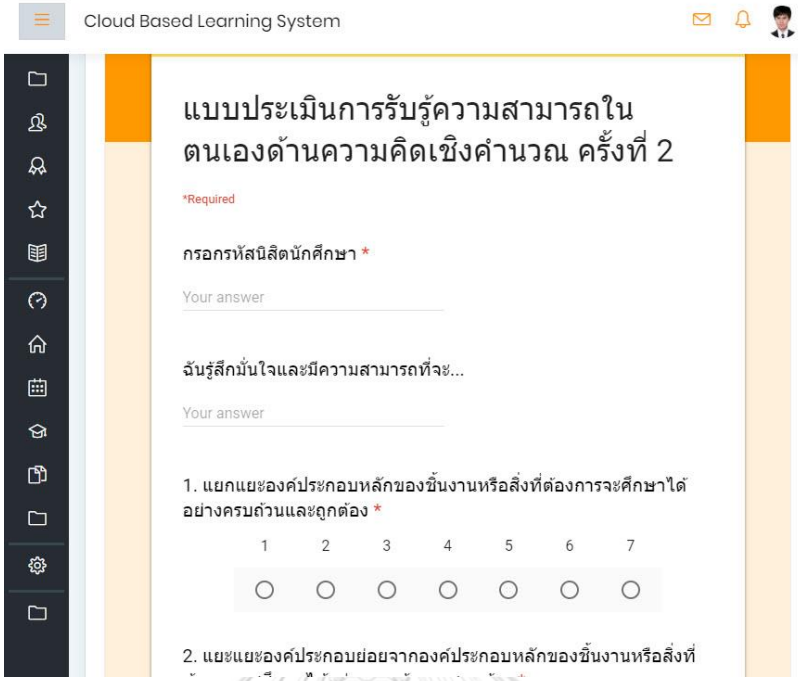
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุดประสงค์ตามตัวชี้วัดของความคิดเชิงประมวลผลบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นี้ โดยตัวอย่างแบบวัดแสดงในภาพที่ 42

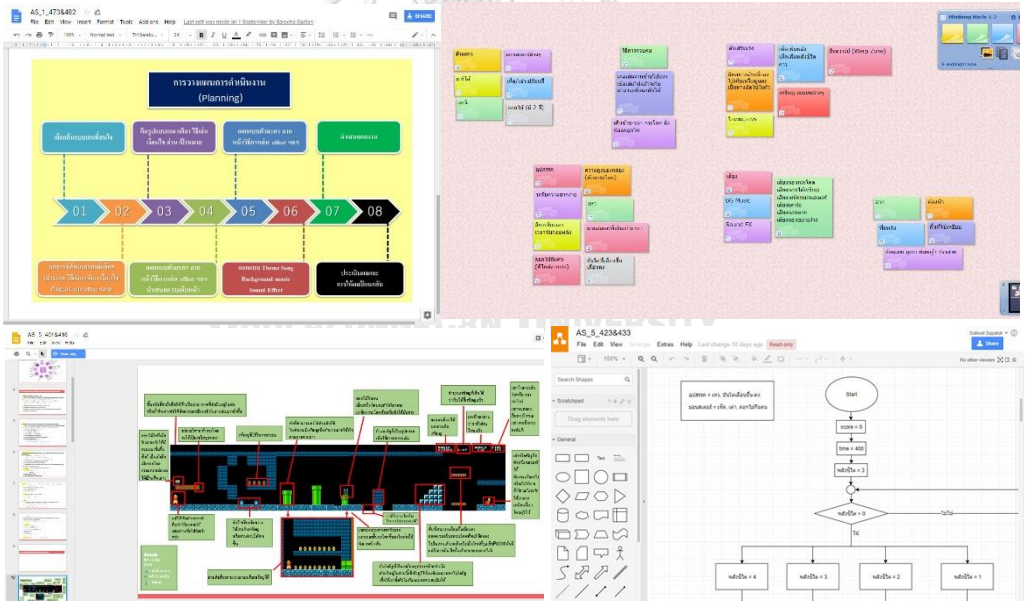
3) การประเมินจากแบบวัดความสามารถในกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของแต่ละกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้การทำงานเป็นทีมในกลุ่มของตนเอง ในการร่วมกันทำงานตามกระบวนการเรียนรู้บนระบบ เมื่อทำเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีผู้สอนเป็นผู้ตรวจคำตอบตามคะแนนเกณฑ์รูบริคที่ได้สร้างไว้ แล้วระบุคะแนนของผู้เรียนเพื่อดูพัฒนาการความก้าวหน้าของตนเองจากการประเมินด้วยผู้สอนได้ แสดงดังภาพที่ 43



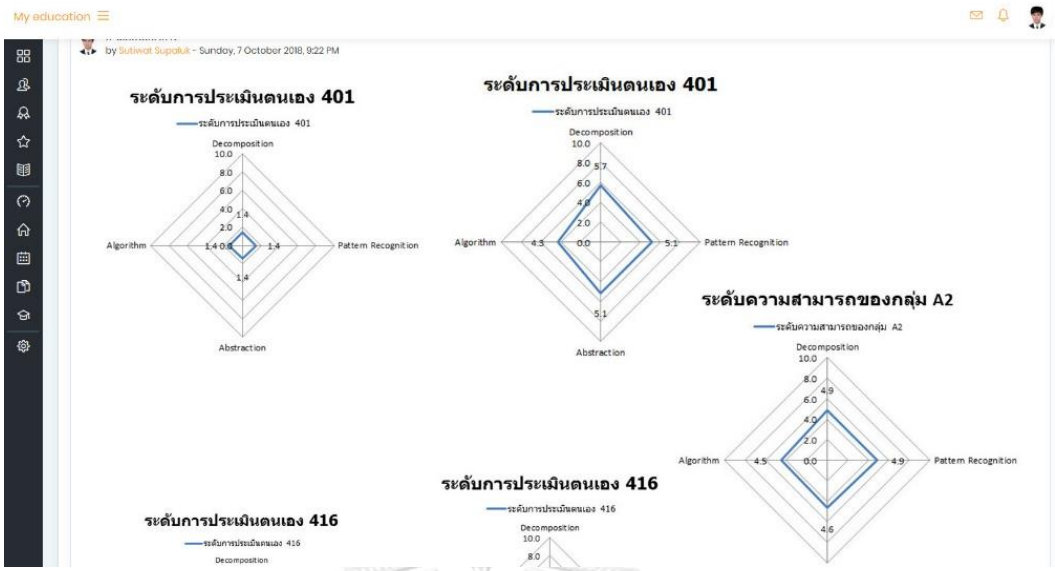
ภาพที่ 37 หน้าจอแสดงการสะท้อนคิดจากการได้รับผลป้อนกลับ



ภาพที่ 38 แสดงแบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล



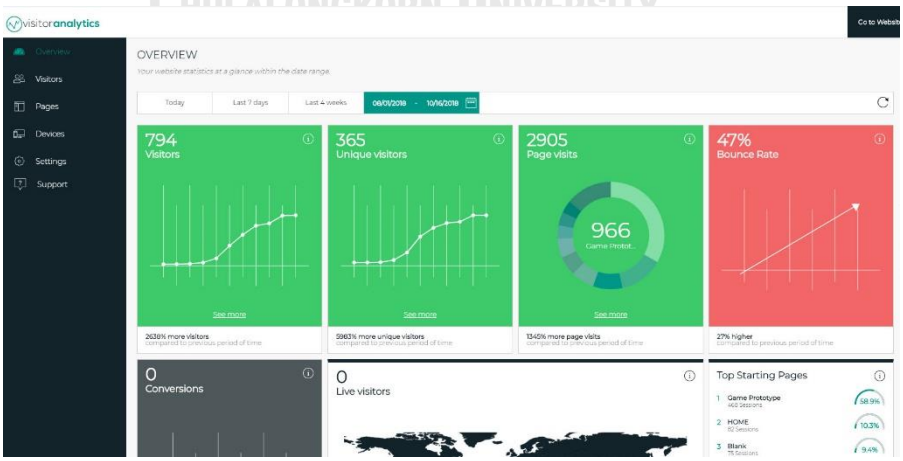
ภาพที่ 39 แสดงแบบวัดความสามารถในกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของแต่ละสัปดาห์

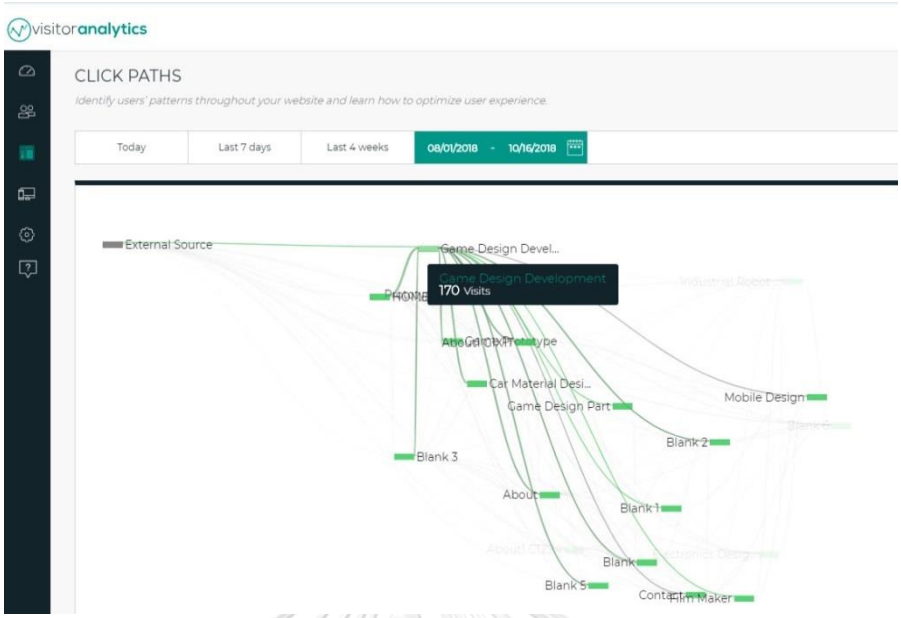


ภาพที่ 40 หน้าจอแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างการประเมินความสามารถด้วยตนเอง และการผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบ

3.3.4 หน้าจอแสดงการติดตามผลพฤติกรรมของผู้เรียน

ผู้สอนและผู้ดูแลระบบสามารถติดตามพฤติกรรมของผู้เรียนได้ด้วยระบบติดตามผลพฤติกรรมนี้ โดยหน้าต่างจะแสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับประวัติการเข้าเรียนรู้ของผู้เรียน หัวข้อที่ผู้เรียนสนใจหรือเข้าเรียนบ่อย หัวข้อลักษณะพฤติกรรมการเข้าเรียนที่ทราบเกี่ยวกับเวลาเข้าเรียน เครื่องมือที่เข้าใช้เรียน ลักษณะหน้าจอที่เหมาะสม และปริมาณความหนาแน่นของการเข้าชมในแต่ละช่วงเวลา โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาพัฒนาทั้งผู้เรียนและระบบการเรียนรู้ให้ดีขึ้นได้

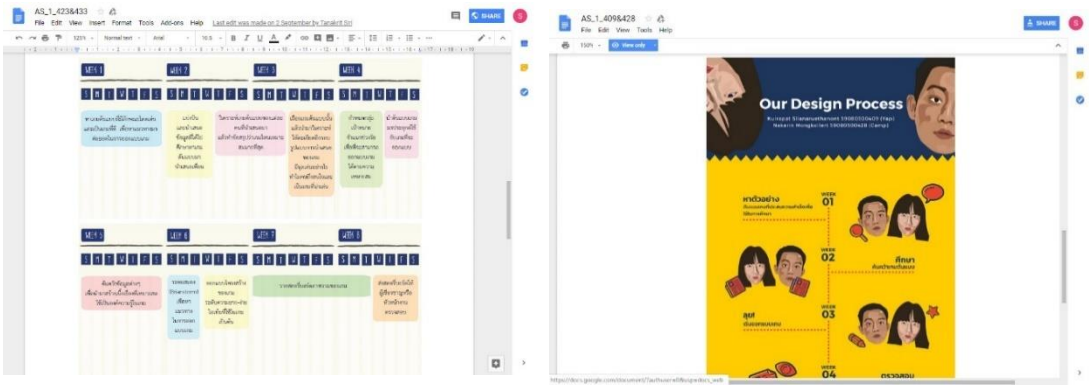




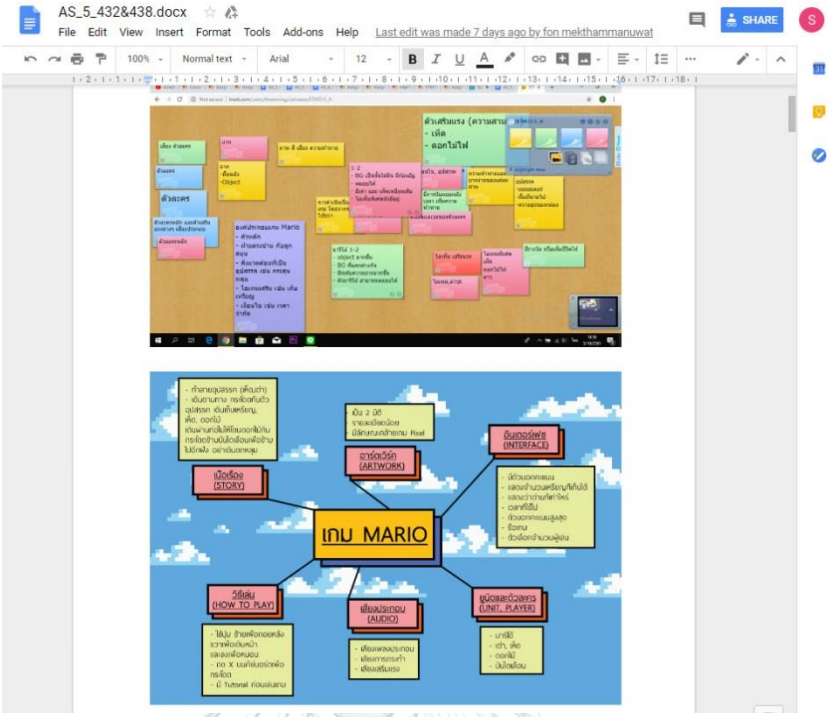
ภาพที่ 41 เครื่องมือแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้บนระบบฯ

3.4 เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับผสานกับกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบฯ

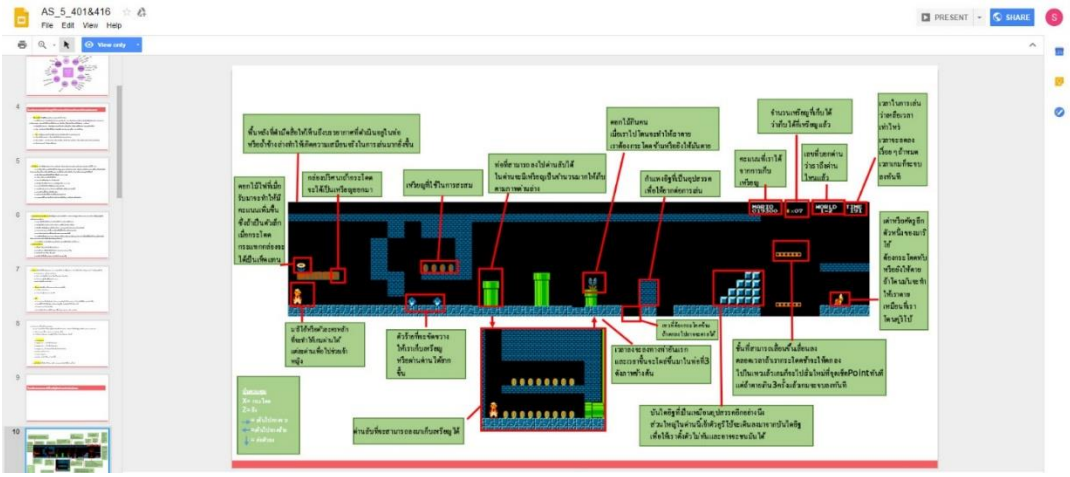
โดยผู้วิจัยได้รวบรวมเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยผู้เรียนสามารถเข้าใช้เครื่องมือได้ด้วยตนเองร่วมกับเครื่องมือที่ติดตั้งบนระบบการเรียนรู้นี้ เพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนรู้ดังกล่าว โดยแสดงตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับเครื่องมือบนคลาวด์ที่ผู้สอนกำหนดให้ดังภาพที่ 46, 47, 48, 49, และ 50



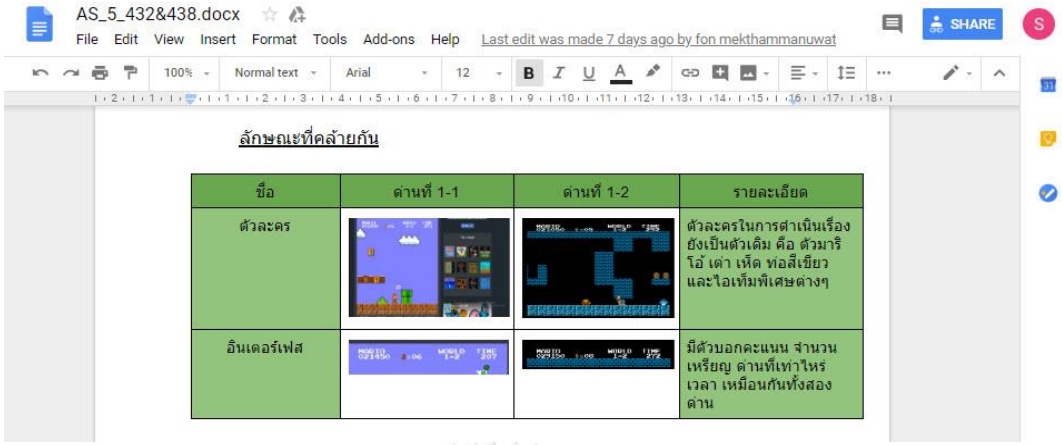
ภาพที่ 42 ตัวอย่างเครื่องมือสนับสนุนการวางแผนงานร่วมกัน



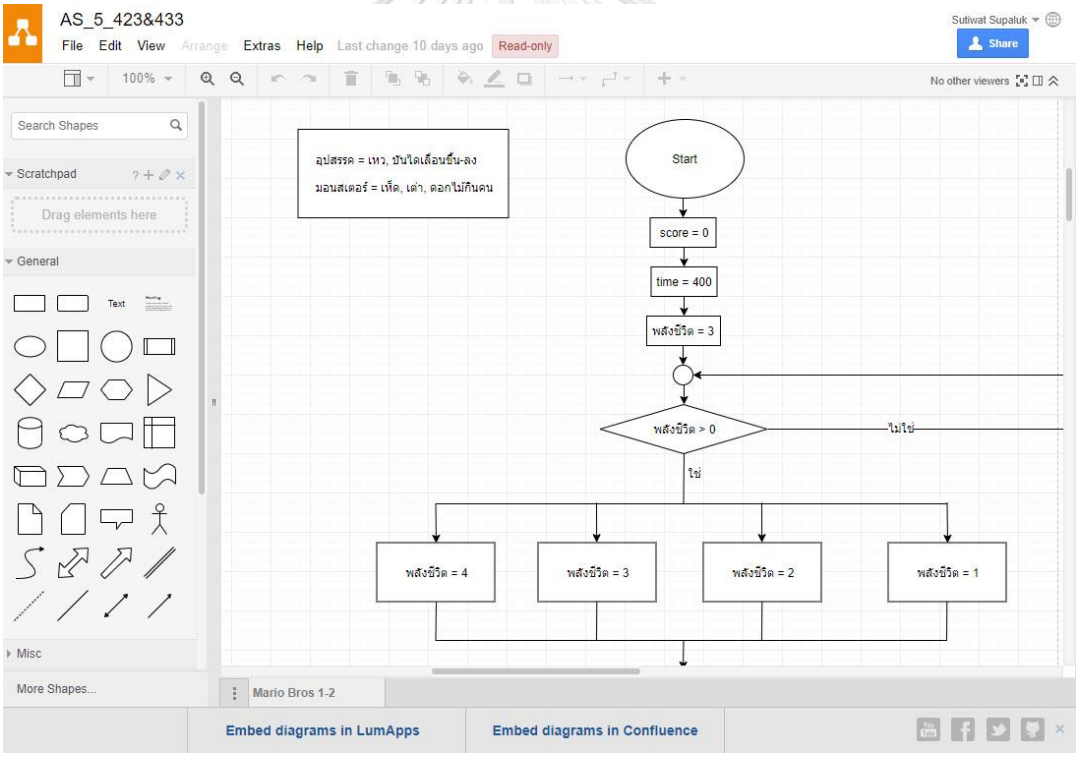
ภาพที่ 43 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือในขั้นตอนการแยกองค์ประกอบร่วมกัน



ภาพที่ 44 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือในขั้นตอนหารูปแบบความสัมพันธ์ร่วมกัน



ภาพที่ 45 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือในขั้นตอนการเปรียบเทียบความคล้ายและความต่างกันของต้นแบบ



ภาพที่ 46 ตัวอย่างการใช้งานเครื่องมือสนับสนุนการออกแบบขั้นตอนอย่างเป็นระบบจากต้นแบบ

4. การนำไปใช้ (Implement)

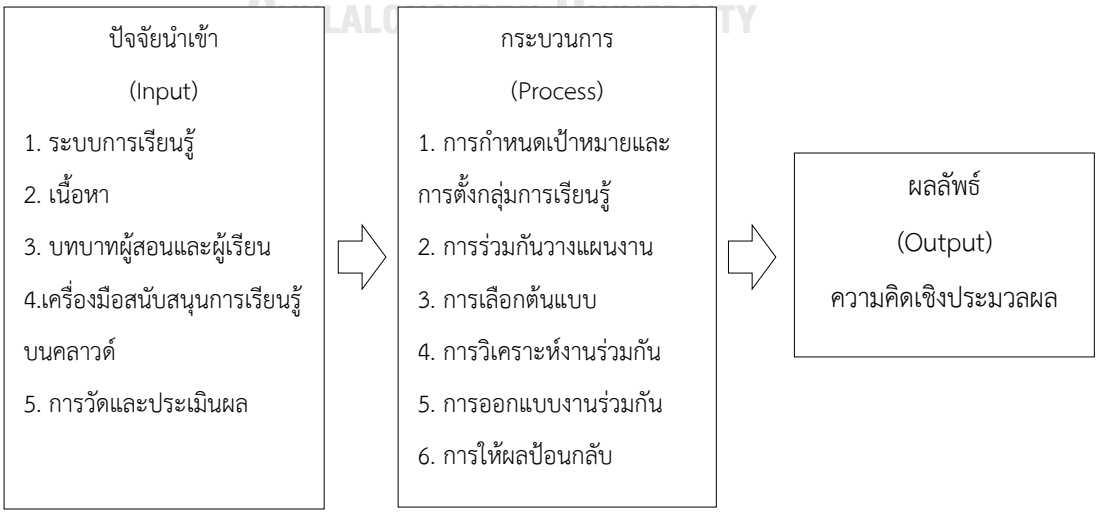
ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบในรายวิชา การออกแบบสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในภาคการศึกษาที่ 1/2561 โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีระยะเวลาดำเนินการทดลองทั้งสิ้น 48 ชั่วโมง โดยในช่วง 1-2 ชั่วโมงแรก เป็นระยะนำเข้าสู่การเรียน และช่วงชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป ซึ่งเป็นระยะการเรียนการสอนและดำเนินไปจนถึงสรุปผลการเรียน โดยผู้เรียนจะต้องทำแบบวัดความสามารถและแบบประเมินตนเอง ก่อนและหลังการทดลองใช้ระบบการเรียน และมีการตรวจให้คะแนนการทำงานระหว่างการเรียนด้วย แบบวัดความสามารถที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล และมีการเก็บข้อมูลความคิดเห็นในการใช้งานระบบการเรียนด้วยแบบสอบถาม โดยข้อมูลแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจจากการใช้งานระบบการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

5. การประเมิน (Evaluation)

5.1 ประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลคะแนนก่อน ระหว่างทำกิจกรรม และหลังการทดลองจากแบบวัดความสามารถเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล และแบบประเมินตนเอง พบว่า ผู้เรียนมีความคิดเชิงประมวลผล และผลการประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 ประเมินรับรองระบบการเรียน ผู้วิจัยนำเสนอระบบการเรียนแก่ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านในการตรวจประเมินรับรองระบบการเรียน โดยผลการประเมินรับรองภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด

5.3 ทบทวนและปรับปรุง ผู้วิจัยทบทวนรายละเอียดของระบบการเรียน พร้อมทั้งนำเอาข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้รับมาปรับปรุงเป็นระบบการเรียนที่พร้อมนำไปเผยแพร่ต่อไป



ภาพที่ 47 แสดงภาพรวมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

ตอนที่ 3 การนำไปใช้และเงื่อนไขการใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ

การนำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลไปใช้ปฏิบัติ ประกอบด้วย (1) วิธีการนำระบบฯ ไปใช้ และ (2) เงื่อนไขของการนำระบบฯ ไปใช้

1. วิธีการนำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ไปใช้

1.1 ระบบการเรียนรู้นี้ได้ถูกออกแบบมาเพื่อบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลเข้าไปในรายวิชาปกติ โดยรายวิชาที่สามารถนำระบบการเรียนนี้ไปใช้ได้จะต้องเป็นรายวิชาในลักษณะที่มีเนื้อหาเป็นแบบปลายเปิด มีกิจกรรมการค้นคว้าให้ผู้เรียนได้เขียนรายงานหรือสร้างองค์ความรู้เป็นของตนเอง

1.2 ผู้สอนและผู้เรียนต้องมีความสามารถเบื้องต้นในการใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต มีประสบการณ์ใช้งานเครื่องมือบนระบบเว็บ และมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานระบบสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล

1.3 ผู้สอนที่นำระบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ ควรมีการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับ วิธีการขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ในระบบที่จะเกิดขึ้นให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวกับการเรียนการสอน และชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำระบบนี้ไปใช้ เพราะการใช้ระบบการเรียนจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้นั้น จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือและการยอมรับจากผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย

1.4 ผู้สอนที่นำระบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ ควรมีการเก็บข้อมูลและตรวจสอบการมีส่วนร่วมของผู้เรียน และประเมินผลที่ได้จากการเรียนเป็นระยะฯ ตลอดระยะเวลาการเรียนในระบบเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จริง และหากมีปัญหาเกิดขึ้นผู้สอนก็จะสามารถแก้ไขสถานการณ์ต่างๆได้ทันท่วงที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ในกรณีที่ผู้สอนมีความสามารถเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลที่จำกัด อาจต้องมีความร่วมมือระหว่างผู้ช่วยสอนที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับความคิดเชิงประมวลผลในสถานศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลหรือดูแลและตรวจสอบคุณภาพร่วมกัน

2. เงื่อนไขในการนำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลไปใช้

2.1 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ระบบการเรียนรู้ (Learning System) (2) เนื้อหา (Contents) (3) บทบาทผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อน (Role) (4) เครื่องมือบนคลาวด์ (Cloud based tools) และ (5) การประเมินผล (Evaluation) รวมทั้งมี

ขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดเป้าหมายและเงื่อนไขในการเรียนรู้ (Goal & Condition Setting) (2) การวางแผนการร่วมกัน (Planning Together) (3) การเลือกต้นแบบ (Choose Prototype) (4) การวิเคราะห์งานร่วมกัน (Co-Analysis) (5) การออกแบบร่วมกัน (Peer-Designing) และ (6) การให้ผลป้อนกลับ (Feedback) ดังนั้น หากนำระบบฯ ไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผู้สอนควรดำเนินกิจกรรมให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 5 และขั้นตอนทั้ง 6 ทั้งในด้านของบุคคลเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เงื่อนไขของเวลาที่ระบุไว้ และหน่วยความรู้ต่าง ๆ

2.2 ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ที่พัฒนาขึ้น เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบคลาวด์ที่เน้นเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน ผู้สอนควรมีความพร้อมทางด้านทักษะคอมพิวเตอร์ด้านเครื่องมือที่จำเป็น เช่น การใช้งานคอมพิวเตอร์ การใช้ บริการคลาวด์บนอินเทอร์เน็ต การดูแลระบบการเรียนรู้นี้ ซึ่งนอกจากผู้สอนแล้ว ผู้ช่วยสอนหรือผู้ดูแลระบบก็ควรมีทักษะทางเทคโนโลยีเช่นเดียวกัน

2.3 ขอบเขตของรายวิชาที่สามารถนำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลไปใช้ควรเป็นรายวิชาที่ตรงตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1) เป็นรายวิชาในสถาบันอุดมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

(2) เป็นรายวิชาสำหรับเปิดสอนนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี

(3) เป็นรายวิชาลักษณะที่มีเน้นการวิเคราะห์ชิ้นงาน สืบค้นข้อมูล การทำโครงงาน และสร้างองค์ความรู้ สามารถบูรณาการเทคโนโลยีลงไปในการเรียนการสอนได้

2.4 ขอบเขตของผู้เรียนที่สามารถใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ควรมีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1) ผู้เรียนที่ลงทะเบียนในรายวิชาเคยมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

(2) ผู้เรียนที่ลงทะเบียนในรายวิชาสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตได้

2.5 การนำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ไปใช้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องคำนึงถึงการทำงานของผู้เรียนทั้งในส่วนที่เป็นงานรายบุคคลและ งานที่ต้องทำร่วมกัน ผู้เรียนควรมีความรับผิดชอบเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันสูงสุด ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องกระตุ้น ติดตามกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างสม่ำเสมอ

2.6 ผู้สอนมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในระบบการเรียนฯนี้ ผู้สอนจำเป็นต้องมี ความสามารถในการสื่อสารเชิงบวก และหมั่นให้กำลังใจผู้เรียน เนื่องจากเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญของ การรู้ความสามารถในตนเองของผู้เรียนเพื่อให้นำไปพัฒนาตนเองได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การสรุปและอภิปรายผล

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล
2. เพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล
3. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล
4. เพื่อนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในระยะที่ 1 การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. ผลจากการศึกษาเอกสารงานและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระบวนการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ระหว่างปี พ.ศ. 2558 – 2561 พบรายละเอียด ดังนี้

1.1 ผลจากการศึกษาเอกสารงานและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจสภาพการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล พบว่า ลักษณะการเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลเป็นได้ทั้งการจัดการเรียนการสอนใน รายวิชาเฉพาะและในรายวิชาปกติที่บูรณาการสอดแทรกกิจกรรมการคิดโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแก้ปัญหาลงไป โดยเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ สื่อการนำเสนอ สื่อวิดีทัศน์ เว็บ สนับสนุนการเรียน และบริการเว็บแอพพลิเคชั่น ซึ่งวิธีจัดการเรียนการสอนจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นทักษะปฏิบัติ ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเองทั้งในและนอกชั้นเรียน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลได้ดีที่สุด นอกจากนี้การสอดแทรกกลยุทธ์จูงใจผู้เรียนในกระบวนวิเคราะห์ชิ้นงานต้นแบบ เพื่อช่วยกระตุ้นศักยภาพในการออกแบบของผู้เรียนได้ดี ทั้งนี้ลักษณะของรายวิชาที่เหมาะกับการนำรูปแบบไปใช้ ควรมีลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการสืบค้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูล สร้างองค์ความรู้ ออกแบบและสร้างสรรค์ ผลงาน และสามารถบูรณาการเทคโนโลยีไปในการเรียนการสอนได้

1.2 วิธีการสอนที่เหมาะสมกับการส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผล จากการศึกษาพบว่า ผู้วิจัยโดยมากเสนอแนะวิธีจัดการเรียนการสอนในลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้แบบปลายเปิดให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดเชิงประมวลผลมากที่สุด

1.3 เนื้อหารายวิชาที่เหมาะสมกับการบูรณาการกิจกรรมการรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล จาก การศึกษาพบว่า รายวิชาที่มีลักษณะที่เน้น การออกแบบ การพัฒนาชิ้นงานด้วยเทคโนโลยี หรือการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีรูปแบบการสอนในลักษณะ ให้ผู้เรียนได้ลองศึกษา โดยนำเทคโนโลยีมาใช้ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ และเป็นลักษณะของรายวิชาที่เหมาะสมในการบูรณาการกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

2. ผลจากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม พบว่า นิสิตนักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 685 คน ส่วนมากที่ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 65.9 และ 34.1 ตามลำดับ) ศึกษาอยู่ในกลุ่มสาขาวิชามนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์มากกว่ากลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 64.8 และ 35.2 ตามลำดับ) และส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยในภาคกลาง (ร้อยละ 38.1) และนักศึกษาทั้งหมดที่ตอบแบบสอบถามนี้ส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์เรียนออนไลน์(ร้อยละ 93.1) บริการเครื่องมือแบบคลาวด์ที่นิสิตนักศึกษาปริญญาตรีผู้ตอบแบบสอบถามเคยใช้บริการมากที่สุด คือ เครื่องมือที่ใช้พบปะพูดคุยกับเพื่อนบนเครือข่าย สังคม และเครื่องมือที่ใช้สนทนาออนไลน์ เช่น Facebook, Google+ เป็นต้น ผลการประเมินเกี่ยวกับลักษณะของระบบการเรียนรู้ออนไลน์ที่เหมาะสม คือ ควรมีพื้นที่ในการติดต่อสื่อสาร ประกาศ ชี้แจงข่าวสารในการเรียนอย่างชัดเจน มีการจัดลำดับขั้นตอนการเรียน อย่างครบถ้วน สามารถเข้าไปเรียนได้อย่างเป็นลำดับจากเมนูการใช้งาน และมีเครื่องมือในการทำกิจกรรมการเรียนถูกจัดไว้อย่างครบถ้วนระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียน

ผลการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนทั้งระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนในกลุ่ม และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ต่างพบว่า ช่องทางการสื่อสารที่เหมาะสมควรเป็นการพูดคุยแบบสดผ่าน (Chat) และพูดคุยแบบเห็นหน้า (Video Call) และวิธีการประเมินการเรียนรู้บนระบบควรจะแสดงข้อมูลความก้าวหน้าของผู้เรียนเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียน(ร้อยละ 40) และในการแนะนำวิธีใช้งานของระบบการเรียนรู้ควรจัดให้มีคู่มือการใช้งาน ระบบเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน

ผลการประเมินที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผลพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่าความคิดเชิงประมวลผลคือทักษะการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (ร้อยละ 53.9) รองลงมือคือการคิดที่เป็นลำดับ (ร้อยละ 20.3) และผู้เรียนคิดว่าวิธีการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลคือ การฝึกฝน

การออกแบบระบบ (ร้อยละ 98.7) และผู้เรียนคิดว่าเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยสนับสนุนเพื่อให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลมากที่สุดคือการใช้คอมพิวเตอร์ สมาร์โฟน (ร้อยละ 53.2) รองลงมาคือ ระบบคลาวด์ที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (ร้อยละ 52.3)

ผลการประเมินเกี่ยวกับวิธีจัดการเรียนการสอน พบว่า รูปแบบการเรียนที่เหมาะสมที่สุด คือ การทำงานเป็นกลุ่มและทำงานเดี่ยว (ร้อยละ 70.4) โดยให้ผู้เรียนจัดกลุ่มกันเองตามความสมัครใจ (ร้อยละ 50.9) และคิดว่าข้อดีของการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนคือการส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (ร้อยละ 80.8) และคุณสมบัติที่สำคัญของเพื่อนที่ดีคือต้องมีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (ร้อยละ 89.6)

ผลจากการประเมินลักษณะวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์ด้านการเลือกต้นแบบแล้วนำมาศึกษา (ร้อยละ81.7) และคิดว่าต้นแบบที่มาศึกษานั้นควรมาจากการเลือกด้วยตนเอง ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ (ร้อยละ 62.3) และคิดว่าเมื่อนำต้นแบบมาศึกษา แล้วผู้เรียนคาดหวังเพื่อที่จะทำได้ดีกว่าต้นแบบ (ร้อยละ45.4) ทักษะที่จำเป็นต่อการแยะองค์ประกอบคือทักษะการวิเคราะห์ (ร้อยละ 85.1) ข้อดีของการนำแนวคิดวิศวกรรมผันกลับไปใช้คือสามารถเข้าใจเนื้อหาและวิธีการได้อย่างตรงประเด็น (ร้อยละ 75) และผู้เรียนส่วนใหญ่คิดว่าแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนี้สามารถนำไปใช้ได้ทุกกลุ่มสาขาวิชา (ร้อยละ 71.2) และสามารถนำไปต่อยอดให้เกิดนวัตกรรมทางเทคโนโลยีได้ (ร้อยละ 97.8)

ผลการประเมินวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนนั้น จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งที่อยากให้ผู้สอนปฏิบัติระหว่างช่วงทำกิจกรรม โดยในช่วงระบุประเด็นที่จะศึกษา ผู้เรียนอยากให้ผู้สอนแจ้งรายละเอียดการทำงานให้ชัดเจน (ร้อยละ 83.4) ช่วงสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับต้นแบบ ผู้เรียนอยากให้ผู้สอนจัดหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินกิจกรรม (ร้อยละ 69.2) ช่วงวิเคราะห์ต้นแบบ ผู้เรียนอยากให้ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 72.6) ช่วงการหารูปแบบหรือการจัดกลุ่มองค์ประกอบของต้นแบบ ผู้เรียนอยากให้ผู้สอนหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมให้กับผู้เรียน (ร้อยละ 67.3) ช่วงกิจกรรมการหาวิธีที่เหมาะสมเคล็ดลับ จุดเด่น จุดสำคัญของต้นแบบ ผู้เรียนอยากให้ผู้สอนช่วยอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 69.9) และช่วงกิจกรรมสุดท้ายคือการหาอัลกอริทึมหรือลำดับขั้นตอนการสร้างงานตามต้นแบบ ผู้เรียนอยากให้ผู้สอนช่วยอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดคำถาม (ร้อยละ 69.3) และลักษณะของผู้สอนควรให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย (ร้อยละ 45.7) และผู้เรียนคิดว่าแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรมการเรียนมากที่สุดคือ ของรางวัลมอบให้เมื่อปฏิบัติงานได้ดี (ร้อยละ 55.8) รองลงมาคือการได้รับคำชมเชยจากผู้สอนเมื่อปฏิบัติงานได้ดี (ร้อยละ 33.6) ในการสรุปผลงานผู้เรียนคิดว่าวิธีการสรุปผลงานที่เหมาะสม

คือ ให้อาจารย์และผู้เรียนสรุปและอภิปรายร่วมกันบนระบบด้วยวิธีการตั้งกระทู้ ทำให้เพื่อนทุกคนได้เห็นข้อบกพร่องของแต่ละกลุ่มและสามารถนำข้อบกพร่องนั้นไปใช้กับงานของกลุ่มตนเองได้ (ร้อยละ 45.7) และการให้คะแนนผลงานที่เหมาะสมคือการให้คะแนนร่วมกันภายในชั้นเรียน (ร้อยละ 46.7)

ผลการประเมินเกี่ยวกับเครื่องมือการจัดการเรียนการสอนแบบคลาวด์ พบว่า เครื่องมือที่นำมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ผู้เรียนคุ้นเคย คือ เครื่องมือผังความคิด (Mind map) (ร้อยละ 56.1) ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการใช้เครื่องมือเหล่านี้อยู่ในระดับมาก(ร้อยละ 40.1) และเครื่องมือที่ช่วยจัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนคือ แผนผังงาน (Flow chart) (ร้อยละ 53.3) ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการใช้เครื่องมือเหล่านี้อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.8) เครื่องมือในการทำงานร่วมกันผู้เรียน ส่วนมากเคยใช้ Google Drive (ร้อยละ 93) ทำงานร่วมกับเพื่อน และ มีความสามารถในการใช้เครื่องมืออยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 40.6) ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการนำเสนอผลงานบนออนไลน์นั้นมีความสามารถในการใช้เครื่องมืออยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 43.8) และบัญชีผู้ใช้งานบนคลาวด์ ที่นิสิตนักศึกษามีมากที่สุดอันดับแรก ได้แก่ Facebook และ Google ส่วนการล็อคอินเข้าสู่ระบบห้องเรียนวิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ เข้าสู่ระบบด้วยบัญชีผู้ใช้ Google (ร้อยละ 85.5) เป็นต้น

ผลการวิจัยในระยะที่ 2 การพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ผลการวิจัยในระยะที่ 2 การร่างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล หลังจากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพร่างระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯด้วยการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน จากนั้นจึงปรับปรุงร่างระบบการเรียนรู้ฯ ตามข้อเสนอแนะ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ (2) เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้แบบคลาวด์ (3) บทบาทของผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อน (4) เนื้อหา และ (5) การประเมินผล แล้วนำร่างระบบฯ ไป ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของร่างระบบการเรียนฯ ก่อนทดลองใช้จริง ผล ประเมินพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.30, S.D.= 0.30) และ ปรับแก้ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำข้อมูลที่ไปพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพของระบบการเรียนรู้นี้ หลังจากนั้นนำมาทดสอบฟังก์ชั่นการใช้งาน (Functional Testing) และทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งาน (Usability Testing) แล้วนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลจำนวน 30 คน โดยผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประสิทธิภาพของสื่อหรือระบบการเรียนรู้นี้ โดยใช้เกณฑ์ E1/E2 ซึ่งใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพที่ 80/80 ซึ่งผลที่ได้คือ 89.39/83.71 และสามารถยอมรับได้ว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยในระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลก่อนและหลังการทดลอง พบว่า คะแนนการคิดเชิงประมวลผลหลังการทดลองของตัวอย่างสูงกว่าคะแนน ความคิดเชิงประมวลผลก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (t = -52.374, Sig. = .000*)

2. ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบวัดความคิดเชิงประมวลผล รอบที่ 1 รอบที่ และ รอบที่ 3 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis) พบว่า คะแนนคะแนนผลงานของกลุ่มทดลองรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ารอบที่ 2 และคะแนนผลงานของกลุ่มทดลองรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ารอบที่ 1 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผลระหว่างการทดลองในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis) พบว่า โดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผล หลังเรียนแต่ละครั้งมีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาแยกการประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผลในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าการประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผลทุกองค์ประกอบหลังเรียนแต่ละครั้งมีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในกิจกรรมรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่3 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way ANOVA with Repeated Measure Analysis) พบว่าคะแนนจากสังเกตพฤติกรรมในกิจกรรมในรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแตกต่างกันกับรอบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมในรอบที่3 กับรอบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลจากการวิเคราะห์ความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล พบว่า กลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจต่อการเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ในทุกด้านเช่นกัน

ผลการวิจัยในระยะที่ 4 การนำเสนอระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

ผลการวิเคราะห์คะแนนการรับรองระบบการเรียนฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พบว่า ภาพรวมของการประเมินรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าระบบการเรียนรู้ฯ มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.98, S.D.= 0.04) ที่จะนำไปใช้ในการส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

อภิปรายผล

จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนเอกสาร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การศึกษาผลของการใช้งานระบบการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยขอนำเสนอการอภิปรายผลการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ดังนี้

จากการศึกษาผลการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดเชิงประมวลผลของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง มีค่าคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่ง สอดคล้องกับค่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนที่ตรวจประเมินในกิจกรรมรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ที่มีค่าคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วคะแนนการประเมินตนเองเมื่อแยกพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล โดยผู้เรียนประเมินตนเองในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบว่า มีค่าคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อระบบการเรียนรู้ฯ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อระบบการเรียนรู้ฯ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ L. D. Johnson (2017) ที่พบว่าเครื่องมือบนคลาวด์มาบูรณาการในกระบวนการเรียนรู้เพื่อช่วยพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มและยังส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้ ส่งผลให้คะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ Songserm, Tosola, and arts (2017) ได้พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบแอคทีฟโดยให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นมีความสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (higher Order thinking)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากผลการศึกษาขั้นต้นแสดงให้เห็นว่า ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล สามารถส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผลให้สูงขึ้นได้ภายในระยะเวลาการทดลองประมาณ 48 ชั่วโมง ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายแบ่ง ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) ลักษณะของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯไปใช้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล และ (2) ผลของระบบการเรียนรู้ฯ ที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผลของกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดของการนำเสนอแต่ละส่วน ดังนี้

1. ลักษณะของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลของกลุ่มตัวอย่าง

ผลของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ เพื่อตอบคำถามวิจัยในข้อที่ 2 ที่ว่า *“ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลฯ มีองค์ประกอบและขั้นตอนอะไรบ้าง”* จากผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้อาศัยแนวคิดและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ โดยใช้ขั้นตอนหลักในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านการวิเคราะห์องค์ประกอบ การหารูปแบบการหาจุดเด่นและนำมาออกแบบเพื่อพัฒนาชิ้นงาน (Becker, 2007; Costa-Soria et al., 2009; Dempere, 2009; Orta et al., 2006; Telea et al., 2009) นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบวิธีการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล พบว่า การเรียนรู้ด้านนี้จำเป็นต้องเรียนรู้ด้วยกันเป็นคู่ โดยทั้งคู่จะต้องช่วยกันระดมสมองหรือวิธีเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น การทำงานเป็นคู่จะลดข้อผิดพลาดและลดระยะเวลาในการทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Willams (2002) ที่ได้นำเทคนิคการเรียนรู้แบบคู่ มาช่วยในการพัฒนาซอฟต์แวร์ของบริษัท โดยเทคนิคนี้ช่วยให้สามารถเพิ่มผลิตที่มีคุณภาพสูงของการเขียนโปรแกรมในระยะเวลาที่น้อยกว่าการเขียนโปรแกรมด้วยตัวคนเดียว ข้อดีของการทำงานเป็นคู่คือ (1) คุณภาพของงานมีความบกพร่องน้อยลง (2) สามารถเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงในระยะเวลาครึ่งหนึ่งของการทำงานเดี่ยว (3) การทำงานแบบคู่รู้สึกมั่นใจมากกว่า (4) ความน่าเชื่อถือและการทำงานเป็นทีม (5) การถ่ายทอดความรู้ สามารถมองภาพของระบบได้ และ (6) การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น การหาเทคนิคการค้นหา การเรียนรู้ทักษะการสื่อสารในภาษาที่เป็นกันเองเข้าใจง่าย การทำงานแบบคู่นั้นส่งผลทำให้ความรู้สึกระหว่างการทำงานดีขึ้น แต่ก็ต้องมีกระบวนการการทำงานที่ชัดเจน การแบ่งหน้าที่ การสลับหน้าที่กัน การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมทีม เป็นวิธีที่จะช่วยฝึกการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนมาช่วยพัฒนากระตุ้นกระบวนการคิดของผู้เรียนระหว่างการดำเนินกิจกรรมในทุกขั้นตอน ถือว่าเป็นวิธีการสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิด จากการศึกษาวิจัย พบว่า องค์ประกอบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ระบบกาเรียนรู้บนคลาวด์ (2) เครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้แบบคลาวด์ (3) บทบาทของผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อน (4) เนื้อหา และ (5) การประเมินผล ส่วนขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ (1) การกำหนดเป้าหมายและการตั้งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ (2) การร่วมกันวางแผนดำเนินงาน (3) การเลือกต้นแบบ (4) การร่วมกันวิเคราะห์ต้นแบบ (5) การร่วมกันออกแบบ และ (6) การให้ผลป้อนกลับและการสรุปผลการเรียนรู้ โดยสามารถนำเสนอผลการอภิปรายได้ดังนี้

1.1 องค์ประกอบของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ประกอบด้วย

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ เป็นระบบการจัดการเรียนรู้ที่ถูกสร้างขึ้นบนคลาวด์ส่วนบุคคล เป็นลักษณะของการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านระบบเครือข่ายที่มีผู้ให้บริการแบ่งปันทรัพยากร ซอฟต์แวร์ และสารสนเทศระหว่างกันได้ทุกที่ทุกเวลาให้มาทำงานร่วมกัน โดยเลือกใช้การให้บริการคลาวด์สาธารณะในระดับการให้บริการ (Software as a Service: SaaS) เสมือนกับการติดตั้งโปรแกรมเสริมที่สามารถใช้งานร่วมกันได้เช่น Google Drive, iCloud ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เน้นการบริหารจัดการเนื้อหาความรู้ ถ่ายโอนและแลกเปลี่ยนความรู้ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง หากนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ทั้งด้านบทเรียนและการจัดกิจกรรมซึ่งส่งผลให้ผู้สอนและผู้เรียนติดต่อสื่อสารโดยไม่จำเป็นต้องอยู่สถานที่เดียวกันหรือในเวลาเดียวกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประดิษฐ์ สงค์แสงยศ และณมน จีรังสุวรรณ (2558) ที่นำระบบคลาวด์มาใช้พัฒนาการเรียนการสอน ในด้านต่างๆเช่นการพัฒนาเว็บไซต์โดยไม่จำเป็นต้องดูแลเซิร์ฟเวอร์เอง การสร้างสรรค์บทเรียนหรือสื่อการสอนโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม ทำให้ลดปัญหาละเมิดลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียน

โดยระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับนี้แบ่งการทำงานหลักออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนของผู้สอน (Instructor Section) เป็นส่วนในการประชาสัมพันธ์ ประกาศข่าวสาร อัพโหลดสื่อการสอน และให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน (2) ส่วนกิจกรรมการเรียน (Activities Section) เป็นส่วนในการดำเนิน กิจกรรมการเรียนการสอนหลัก มีระบบนำทางที่เชื่อมโยงกับเครื่องมือสนับสนุนผู้เรียน ให้สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ (3) ส่วนการประเมินผล (Evaluation Section) เป็นส่วนในการแสดง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ

ประเมินผลการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถติดตามการส่งงานของตนเอง ตรวจสอบ และผู้สอนสามารถดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้ได้ และ (4) ส่วนการบริหารจัดการ (Management Section) เป็นส่วนสำหรับ ผู้ดูแลระบบ ผู้ช่วยผู้สอน หรือผู้สอน ใช้ในการบริหารจัดการระบบการเรียนรู้ ดูสถิติการเข้าใช้งาน ปรับแต่งระบบนำทาง เพิ่มลดเมนูต่าง ๆ เป็นต้น โดยเครื่องมือทั้งหมดนี้สามารถนำมาใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยรูปแบบของกิจกรรมจะเป็นการทำโครงงานกลุ่ม การประเมินโดยเพื่อนและการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Denton (2012) ที่ได้เขียนแผนกิจกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสม์ร่วมกับเครื่องมือบนคลาวด์เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดขั้นสูง โดยให้ผู้เรียนร่วมกันสร้างองค์ความรู้ ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมและเครื่องมือที่กำหนดให้ โดยผลที่ได้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้และทักษะการคิดขั้นสูงได้

จากผลการวิจัย พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีขึ้นไป และประเมินความเหมาะสมว่าสามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับการประเมินความเหมาะสมและความพึงพอใจจากการใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ พบว่า ระบบมีส่วนช่วยสนับสนุนกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ผู้เรียนประเมินความเหมาะสมและความพึงพอใจจากการใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตรงกับความต้องการในระดับมากที่สุดอีกด้วย ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมากจากการนำระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นี้มาใช้ในการเรียนรู้ มีส่วนช่วยสนับสนุนขั้นตอนการเรียนได้อย่างสะดวก รวดเร็ว มีเครื่องมือติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอน ผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกัน โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ โดยในระบบมีการแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการเรียนรู้ล่วงหน้า สอดคล้องกับผลการศึกษาของจินตวีร์ คล้ายสังข์ และประกอบ กรณีกิจ (2559) ที่กล่าวว่า การนำเครื่องมือติดต่อสื่อสารออนไลน์มาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แล้ว ยังช่วยพัฒนาการคิด ทักษะการสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและผู้สอนอีกด้วย

บทบาท เป็นการกำหนดหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์เพื่อดำเนินตามกิจกรรม และส่งเสริมสนับสนุนให้การดำเนินการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามกระบวนการและดำนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยบทบาทในระบบนี้แบ่งออกเป็น 3 บทบาทคือ บทบาทของผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อน โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) บทบาทของผู้สอน (Instructor Role) เป็นผู้ทำหน้าที่ผู้สอนต้องทำหน้าที่ดูแลผู้เรียน การให้ความช่วยเหลือระหว่างการดำเนินกิจกรรมตามความเหมาะสม โดยมีกลวิธีในการกระตุ้นการเรียนรู้ เช่นการให้กำลังใจ คำชมเชย การให้รางวัลแก่ผู้เรียน เป็นต้น และเป็นตัวอย่างที่ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สามารถสาธิต ยกตัวอย่างในการดำเนินกิจกรรมได้ ผู้สอนจะต้องมีบทบาทในการรวบรวมแหล่งข้อมูลความรู้ที่เหมาะสม ที่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน และในฐานะที่เป็นผู้มีประสบการณ์จะต้องทำหน้าที่เป็นผู้คอยพิจารณาความเหมาะสมของแหล่งความรู้และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิพิมล ประพินพงศกร (2560) ที่กล่าวเกี่ยวกับบทบาทผู้สอนว่า ผู้สอนมีบทบาทที่สำคัญอย่างมากในการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆตามขั้นตอนและสร้างผลงานได้บรรลุเป้าหมาย เป็นผู้คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดเห็น และเกิดความมุ่งมั่นในการทำงานเพื่อให้บรรลุความสำเร็จได้ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ใจทิพย์ ณ สงขลา (2550) ที่กล่าวว่า ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ และจัดสภาพแวดล้อมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีการกำหนดเนื้อหา การจัดลำดับการเรียน การเลือกใช้สื่อประกอบ และการสร้างกิจกรรมเพื่อเกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน รวมถึงคอยดูแลการเรียนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้

2) บทบาทของผู้เรียน (Learner Role) เป็นผู้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดความสามารถด้านการคิดเชิงประมวลผล เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน และท้าทายอยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง แล้วสามารถสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับฯ แล้วนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานกาณ์ได้อย่างเหมาะสมผู้เรียนสามารถแสวงหาและเข้าถึงแหล่งความรู้ที่มีความหลากหลายทั้งในระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นี้และนอกระบบ สามารถสร้างองค์ความรู้ (Construct) ด้วยตนเอง และเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีทักษะในการสื่อสาร และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีระหว่างเพื่อนในกลุ่ม เพื่อนในกลุ่มอื่นๆและกับผู้สอนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Al Kawas and Hamdy (2017) สรุปไว้ว่า ในการเรียนรู้ของผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างองค์ความรู้จากการค้นคว้า ศึกษาและหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และผู้เรียนต้องสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาอื่นได้

3) บทบาทของเพื่อน (Peer Role) คือร่วมกันศึกษา ค้นคว้า ปฏิบัติในงานที่ได้รับเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล รวมถึงการพูดคุย อภิปรายให้คำแนะนำช่วยเหลือซึ่งกันและกันเมื่อเกิดปัญหาหรือมีข้อสงสัยในการทำกิจกรรมบนระบบการเรียนรู้ฯ และรู้จักตนเอง รู้ถึงจุดแข็ง จุดอ่อน ความขัดแย้งภายในใจ แรงจูงใจและความต้องการของตนในการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้ฯ และมองโลกในแง่ดี มีทัศนะต่อชีวิตและโลกในแง่ดี มองเห็นถึงคุณค่าในตัวสมาชิกและตนเอง ช่วยให้เกิดการพัฒนาในสัมพันธภาพของการปรึกษาทั้งต่อหน้าและบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ และสามารถทำงานร่วมกันต้องมีความอดทน เมื่อเกิดอุปสรรคหรือปัญหาจะต้องใช้สติในการแก้ไขปัญหานั้น ไม่ใช้อารมณ์ในการจัดการปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิวนิต อรรถวฒิกุล (2551) ที่กล่าวว่าบทบาทของเพื่อนในกลุ่มจำเป็นต้องมีการพูดคุย

อภิปราย ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และช่วยส่งเสริมให้สมาชิกมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยแต่ละคนต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะการสื่อสาร การสร้างสัมพันธภาพ เข้าใจความรู้สึก และปัญหาความต้องการของบุคคล เพื่อจะส่งเสริมกำลังใจแก่กันและกันภายในกลุ่มได้เกิดการพัฒนาตนเอง และศักยภาพที่มีอยู่ในตนเอง นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Altintas et al. (2016) ที่สรุปเกี่ยวกับบทบาทของเพื่อนในการจัดการเรียนการสอนทางด้านพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมและการทำงานที่ซับซ้อน โดยบทบาทของเพื่อนต้องมีทักษะในการสื่อสาร และให้คำแนะนำในภาษาที่เป็นกันเอง และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และร่วมกันศึกษาค้นคว้าในการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้

เนื้อหา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเสริมความรู้ และสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียน ประกอบด้วยเนื้อหา สาระความรู้ ตัวอย่างทั้งที่เป็นเอกสาร องค์ความรู้ หรือเนื้อหารายวิชาที่นำมาบูรณาการ เพื่อประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์กับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ให้ความรู้กับผู้เรียนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยเนื้อหาที่นำมานั้นต้องเป็นรายวิชาลักษณะที่มีการส่งเสริมการวิเคราะห์ชิ้นงาน สืบค้นข้อมูล การทำโครงงาน สร้างองค์ความรู้ และสามารถบูรณาการเทคโนโลยีลงไปในการเรียนการสอนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Becker (2007) ที่กล่าวว่า การนำเนื้อหาวิชาเรียนด้านการออกแบบและพัฒนาเกมนั้นเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและซับซ้อน การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับเข้ามาเป็นบูรณาการกับเนื้อหาการเรียนการสอนโดยการเลือกต้นแบบของเกม นำมาใช้วิเคราะห์ หากระบวนการสร้างเกม แล้วพยายามปฏิบัติตาม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและประสบความสำเร็จได้

เครื่องมือบนคลาวด์ เป็นองค์ประกอบสำคัญองค์ประกอบหนึ่งของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ เนื่องจากเป็นระบบที่นำมาใช้สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบฯ โดยแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ ดังนี้ (1) เครื่องมือกำหนดเป้าหมายร่วมกัน (2) เครื่องมือระดมสมอง (3) เครื่องมือช่วยเสริมการเรียนรู้ 4) เครื่องมือสนับสนุนทางปัญญา (5) เครื่องมือช่วยค้นหา (6) เครื่องมือการประเมินผล (7) เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล และ (8) เครื่องมือติดตามการเข้าใช้งานผู้เรียน จากผลการวิจัย พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือบนคลาวด์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีขึ้นไป และประเมินความเหมาะสมว่าสามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับการประเมินความเหมาะสมและความพึงพอใจจากการนำเครื่องมือบนคลาวด์มาช่วยสนับสนุนกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกุลชัย กุลตวนิช (2557) ที่กล่าวว่าเครื่องมือบนคลาวด์สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และทำงานร่วมกันได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ ส่งผลให้คะแนนทางการเรียนรู้สูงขึ้น และผู้เรียนมีความพึงพอใจในการใช้เครื่องมือบนคลาวด์อยู่ในระดับมากเช่นกัน

การประเมินผล เป็นการวัดและประเมินความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลบนระบบการเรียนรู้ฯ โดยผู้เรียนจะต้องแสดงถึงความสามารถตามที่จุดประสงค์กำหนด โดยเป็นวิธีการประเมินระหว่างการเรียนรู้บนระบบเพื่อตรวจสอบพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ระหว่างเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือตัวชี้วัด ที่ระบุในแผนการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ได้แก่ (1) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม โดยใช้วิธีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม ผู้สอนจะสังเกตพฤติกรรมการเข้าเรียนออนไลน์ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ การแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน การสะท้อนผลการเรียนรู้แต่ละสัปดาห์ การสื่อสารกับผู้สอนและเพื่อน เป็นต้น (2) การประเมินผลผู้เรียนจากแบบวัดความสามารถจากกิจกรรม ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถในการทำงานของผู้เรียนภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยจะวัดวิธีการที่ผู้เรียนปฏิบัติในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ (3) แบบประเมินตนเอง ซึ่งเป็นการประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล ทำให้ผู้เรียนได้รู้ความสามารถและพัฒนาการด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับบทความของ LEGO Education (2017) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลนั้นจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยครูผู้สอนต้องกำหนดวิธีการ และเกณฑ์การวัดผลที่ชัดเจน การวัดและประเมินผลเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลนั้น มีการประเมินผลทั้งการประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน (Formative assessment) และการประเมินผลหลังเรียน (Summative assessment) โดยการประเมินผลระหว่างเรียนนั้นผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างเรียนรู้ การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การทำแบบวัดความสามารถกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ และการประเมินผลหลังเรียน โดยตัวผู้เรียนสามารถสะท้อนหรือประมวลความรู้ที่ได้ ด้วยการทำแบบวัดความสามารถ การสร้างชิ้นงานตามที่กำหนดไว้ หรือการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆได้ และสุดท้ายผู้เรียนต้องรู้จักประเมินตนเองเพื่อให้ทราบถึงความสามารถและพัฒนาการของตัวผู้เรียนในด้านต่างๆของความคิดเชิงประมวลผลได้ ซึ่งการประเมินผลนั้นสอดคล้องกับหนังสือของชนาธิป พรกุล (2557) ที่กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญที่มีส่วนเสริมสร้างความสำเร็จให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เนื่องจากเป็นการเน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ แล้วสามารถนำไปใช้ในการทำงานจริงได้

1.2 ขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ (1) การกำหนดเป้าหมายและการตั้งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ (2) การร่วมกันวางแผน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดำเนินงาน (3) การเลือกต้นแบบ (4) การร่วมกันวิเคราะห์ต้นแบบ (5) การร่วมกันออกแบบ และ (6) การให้ผลป้อนกลับและการสรุปผลการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลดังนี้

จากการนำขั้นตอนการเรียนรู้ตามระบบการเรียนรู้ฯ ทั้ง 6 ขั้นตอนไปทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี รวมทั้งสิ้นจำนวน 16 ชั่วโมง ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับเป็นขั้นตอนหลัก ข้อสังเกตในภาพรวมพบว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้สำเร็จตามเป้าหมายของกิจกรรมการเรียนรู้และมีผลการเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการเรียนรู้ตามระบบการเรียนรู้ฯ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ พบว่า

ระยะที่ 1 การกำหนดเป้าหมาย และการวางแผนงานร่วมกัน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องร่วมกันตั้งเป้าหมายและวางแผนงาน โดยเริ่มจากการพิจารณาจากหลักการของการกำหนดเป้าหมายที่ดี โดยเป้าหมายที่ดีนั้นต้องมีลักษณะที่เฉพาะเจาะจง ไม่ควรระบุให้กว้างจนเกินไป เป็นเป้าหมายที่สามารถวัดหรือเปรียบเทียบได้ และต้องมีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์ของการเรียนรู้นั้นๆการกำหนดเป้าหมายนั้นต้องมีกรอบของเวลาที่ชัดเจนแน่นอน และบางกรณีจะพิจารณาเงื่อนไขของค่าใช้จ่ายด้วย การวางแผนจะต้องกำหนดวิธีการหรือรูปแบบการดำเนินการอย่างไรเพื่อให้บรรลุผล โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอก และสิ่งที่จะแทรกซ้อนระหว่างการดำเนินงานได้ ฉะนั้นการวางแผนจำเป็นต้องละเอียดรอบคอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Calderon (2010) ที่กล่าวว่า การนำกระบวนการวิศวกรรมผันกลับไปใช้ในอุตสาหกรรม จำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายและการวางแผนที่รอบคอบ โดยต้องคำนึงถึงเงื่อนไขของเวลาและค่าใช้จ่าย การลงทุนในการทำงานที่ต้องพิจารณาถึงจุดคุ้มทุนของการดำเนินการ ฉะนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญก่อนการปฏิบัติงานจริง

ระยะที่ 2 เป็นขั้นตอนการเลือกต้นแบบ และการร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์ต้นแบบ เป็นขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการวิศวกรรมผันกลับ เพราะการพิจารณาต้นแบบนั้นต้องกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินการทำงานที่ชัดเจนขึ้นกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้สอนจะต้องเป็นผู้กำหนดกรอบเพื่อการเรียนรู้ให้สามารถบรรลุเป้าหมายและดำเนินการภายใต้เงื่อนไขด้านเวลาและค่าใช้จ่าย การเลือกต้นแบบนั้นผู้สอนอาจจะเป็นผู้กำหนดให้ หรือสามารถกำหนดต้นแบบร่วมกันกับผู้เรียนได้ ขั้นตอนต่อไปคือการร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์ต้นแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ที่ใช้เวลานานที่สุด เพราะนอกจากจะต้องแยกชิ้นส่วนออกมาอย่างละเอียดแล้ว ผู้เรียนต้องศึกษาองค์ประกอบแต่ละชิ้นส่วนเกี่ยวกับส่วนประกอบและกลไกการทำงาน การหารูปแบบของการทำงาน การหาจุดสำคัญที่ต้องคำนึง หรือหากลยุทธ์การทำงานได้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และฝึกฝนตามกิจกรรมตามขั้นตอนบนระบบการเรียนรู้ฯ โดยได้ฝึกปฏิบัติทั้งรูปแบบของการทำงานเดี่ยวและการทำงานคู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Costa-Soria et al. (2009) ที่กล่าวว่า การเลือกต้นแบบเพื่อการเรียนรู้จำเป็นต้องพิจารณาหลายปัจจัย โดยต้องกำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น ผู้สอนต้องการฝึกผู้เรียน

ให้เรียนรู้การปรับปรุงซอฟต์แวร์ระบบฐานข้อมูลธนาคาร ซึ่งระบบนี้เป็นระบบที่มีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่มาก การจัดการซ่อมบำรุงปรับปรุงเพิ่มเติมจึงเป็นไปได้ยาก ผู้สอนจึงกำหนดต้นแบบจำลองระบบฐานข้อมูลธนาคารให้ผู้เรียนร่วมกันศึกษา ค้นคว้า หาวิธีการแก้ไข ก่อนอื่นผู้เรียนต้องเข้าใจหลักการทำงานของระบบ และสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของต้นแบบ และหาวิธีการดำเนินการด้วยกระบวนการวิศวกรรมผันกลับเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

ระยะที่ 3 การร่วมกันออกแบบและการให้ผลป้อนกลับ เป็นขั้นตอนของการนำองค์ความรู้ที่ได้มาออกแบบหรือเขียนแบบแปลนเพื่อนำไปทำงานจริง เช่นผังงานระบบ ผังงานการทำงาน แบบพิมพ์เขียว หรือการออกแบบสามมิติ หลังจากนั้นผู้สอนจะให้ผลป้อนกลับ คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะและการเสริมแรงเกี่ยวกับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ฝึกฝน และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน การให้ความช่วยเหลือ ตอบข้อซักถามหรือข้อสงสัยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถ หรือการใช้กรณีตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ผู้เรียนได้พบ ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้นได้ และสุดท้ายคือการสรุปผลด้วยการนำความรู้ที่ได้มาจัดทำข้อมูล การสรุปผลการดำเนินงาน การหาแนวทางข้อเสนอแนะที่ทำให้ดีขึ้นด้วยหลักการและเหตุผล การพิจารณาข้อจำกัด และการนำเสนอสิ่งที่ค้นพบจากการดำเนินงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dempere (2009) โดยได้สรุปผลเกี่ยวกับการออกแบบและการให้ผลป้อนกลับตามกระบวนการวิศวกรรมผันกลับว่า ขั้นตอนการออกแบบเป็นการสะท้อนความคิดทั้งหมดของผู้เรียน โดยได้สร้างออกมาเป็นแบบแปลนหรือกระบวนการทำงานที่สามารถนำไปใช้ได้จริง แล้วนำผลงานนั้นมาร่วมกันอภิปรายแล้วให้ผลป้อนกลับ โดยผู้เรียนได้ทราบข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดในการทำงานเพื่อนำมาปรับปรุงงานให้ดีขึ้น ยังพบอีกว่า การเรียนด้วยวิศวกรรมผันกลับ ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเห็นไปในแนวทางเดียวว่า การเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้นี้มีความน่าสนใจ เพราะผู้เรียนได้ร่วมกันปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้จากต้นแบบที่ดี ได้ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และเห็นผลลัพธ์จากการดำเนินกิจกรรม ยกตัวอย่างผลการสะท้อนความคิดเห็นของผู้เรียน *“ช่วงแรกไม่รู้จักคำว่าวิศวกรรมผันกลับหรือ Reverse engineering แต่พอได้เรียนบนระบบและได้ทำกิจกรรมที่อาจารย์สอน ทำให้เข้าใจกระบวนการหรือแนวคิดนี้มากขึ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ง่ายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง”*

จากข้อมูลงานวิจัยข้างต้นจะพบว่า ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ทุกขั้นตอน และผลการวิจัยพบว่า นอกเหนือจากผู้เรียนมีความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผลจากการที่เรียนรู้ตามขั้นตอนแล้ว ผู้เรียนยังได้ฝึกกระบวนการคิด ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย การตั้งคำถาม วางแผน รวบรวมข้อมูล ศึกษาและสังเกตจากต้นแบบ การวิเคราะห์ต้นแบบ การออกแบบ และการให้ผลป้อนกลับ กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันใช้เครื่องมือบนคลาวด์เพื่อเรียนรู้และพัฒนาความสามารถทางการคิด

เชิงประมวลผลซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่สามารถนำไปสอดแทรกในทุกรายวิชาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นทักษะที่ติดตัวผู้เรียน สอดคล้องกับกับการศึกษาของ Barr and Stephenson (2011) ที่สรุปว่า การพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลนั้นสามารถนำไปใช้และบูรณาการได้หลายวิชา โดยต้องแทรกซึมเข้าไปในแต่ละวิชา ดังนั้นแนวทางจำเป็นต้องบูรณาการขั้นตอนและการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนจากต้นแบบ และพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่องเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

2. ผลของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลที่มีต่อความคิดเชิงประมวลผลของกลุ่มตัวอย่าง

2.1 การคิดเชิงประมวลผลด้านการแยะแยะองค์ประกอบ จากผลการวิจัยพบว่าค่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลองมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับคะแนนจากแบบวัดความสามารถระหว่างเรียนด้านการแยกแยะองค์ประกอบในกิจกรรมรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าระบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการแยกแยะองค์ประกอบเพิ่มมากขึ้น กระบวนการในขั้นตอนที่ 1 ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถด้านนี้อย่างเป็นระบบผ่านลำดับขั้น โดยเริ่มต้นจากผู้เรียนได้รับมอบหมายใบงานกิจกรรมรายชั่วโมงตามที่ได้กำหนดไว้ในระบบการเรียนรู้ หลังจากได้รับมอบหมายใบงานที่เป็นโจทย์รายชั่วโมงผู้เรียนสามารถศึกษาหน่วยความรู้เบื้องต้นที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ แล้วจึงดำเนินการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม การทำงานร่วมกับเพื่อนสมาชิกภายในกลุ่ม โดยใช้เครื่องมือระดมสมองและเครื่องมือผังความคิด (Mind map) บนระบบการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการระดมสมอง และการจัดกลุ่มขององค์ประกอบ โดยการระดมสมองนั้นเป็นการแสดงความคิดเห็นร่วมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การวางแผนการดำเนินการ การวิเคราะห์สาเหตุ หรือวิธีการแก้ไข เพื่อให้สมาชิกในกกลุ่มเสนอความคิดใหม่ ๆ ขึ้นมา ฉะนั้นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการระดมสมองบนระบบคลาวด์จึงมีประโยชน์มาก เพราะสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา และสามารถเข้าใช้งานพร้อมกันได้แบบทันกาล สอดคล้องกับงานวิจัยของกุลชัย กุลตวนิช (2557) ที่สรุปว่าการระดมสมองนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เป็นขั้นตอนการรวบรวมความคิด หาไอเดียใหม่ การนำเทคโนโลยีบนคลาวด์มาใช้จะช่วยให้เกิดการระดมสมองที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อผ่านกระบวนการระดมสมองแล้ว นำข้อมูลความคิดที่ได้นั้นมาจัดกลุ่มด้วยการเขียนผังความคิด ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการระบบความคิดที่มีประสิทธิภาพ และเป็นเทคนิคที่ทำให้สมองสามารถจดจำข้อมูลต่างๆได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Ausubel (1963) ที่อธิบายเกี่ยวกับการใช้ Advance Organizer ซึ่งเป็นวิธีการสร้างองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้

เรียนรู้แล้ว กับความรู้ใหม่ที่ได้รับ โดยใช้ขั้นตอนการจัดเรียงข้อมูลเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอออกมาเป็นหัวข้อที่สำคัญหรือความคิดรวบยอดที่ต้องการจะศึกษา เพื่อทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาและสามารถจดจำได้ดีขึ้น สรุปได้ว่า กิจกรรมในขั้นตอนที่ 4 การแยกแยะองค์ประกอบนี้เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ การจัดกลุ่มองค์ประกอบของเนื้อหาตามประเด็นที่กำหนดให้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจองค์ประกอบของต้นแบบอย่างถ่องแท้ โดยใช้เครื่องมือผังความคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pennebaker (2017) และ Buran and Filyukov (2015) ที่พบว่า ในการเรียนรู้และวิเคราะห์สิ่งต่างๆในชีวิตประจำวัน ด้วยวิธีการใช้เครื่องมือผังความคิด สามารถส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจ และเห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหรือสิ่งที่ต้องการศึกษานั้นได้

2.2 การคิดเชิงประมวลผลด้านการหารูปแบบ จากผลการวิจัยพบว่า ค่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลองมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับคะแนนจากแบบวัดความสามารถระหว่างเรียนด้านการหารูปแบบ ในกิจกรรมรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าระบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการหารูปแบบเพิ่มมากขึ้น กระบวนการในขั้นตอนที่ 4 ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถการหารูปแบบด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะการเล่นและรูปแบบของเกมดิจิทัล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Grunz, Memmert, and Perl (2012) และงานวิจัยของ Spiliopoulos (2012) ที่พบว่าทักษะการหารูปแบบ เกิดจากการเรียนรู้ในเกมดิจิทัลเป็นประจำ ส่งผลทำให้สามารถเข้าใจรูปแบบ เคล็ดลับหรือกลยุทธ์การเล่นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ ต่อมาผู้เรียนจะได้รับมอบหมายใบงานกิจกรรมรายชั่วโมงตามที่ผู้สอนได้กำหนดไว้บนกิจกรรมการเรียนรู้บนระบบ ผู้เรียนสามารถศึกษาหน่วยความรู้เบื้องต้นที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ แล้วจึงดำเนินการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม การทำงานร่วมกับเพื่อนสมาชิกภายในกลุ่ม โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาบนระบบการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นวิธีการหารูปแบบ สรุปได้ว่า กิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 การหารูปแบบนี้มีความเชื่อมโยงกัน การเพิ่มบทบาทของผู้สอนและเครื่องมือ กำหนดประเด็นลงไปในกิจกรรมทำให้ผู้เรียนรู้จำรูปแบบได้ดีขึ้น เนื่องจากได้เรียนรู้วิธีการเพิ่มเติมจากสื่อวีดิทัศน์และสื่อมัลติมีเดีย จนในที่สุดสามารถรู้จำรูปแบบของชิ้นงานต้นแบบหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

2.3 การคิดเชิงประมวลผลด้านการคิดเชิงนามธรรม จากผลการวิจัยพบว่า ค่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลองมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับคะแนนจากแบบวัดความสามารถระหว่างเรียนด้านการคิดเชิงนามธรรม ในกิจกรรมรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าระบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการคิดเชิงนามธรรมเพิ่มมากขึ้น กระบวนการในขั้นตอนที่ 3 ของกิจกรรมการ

เรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ โดยขั้นนี้ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถด้วยวิธีการเล่นเกมดิจิทัลเพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Feldman, Monteserin, and Amandi (2016) ที่พบว่าวิธีการส่งเสริมความคิดเชิงนามธรรมนั้นสามารถฝึกฝนด้วยวิธีการเล่นเกม โดยตัวอย่างประเภทของเกมคือ เกมประเภทพัซเซิล (Puzzle game) เกมทดสอบความจำ (Memory game) เกมที่เน้นการคิด ลอจิกการคำนวณ (Concrete game) และเกมฟิสิกส์ (Physics) เป็นต้น หลังจากที่ได้เล่นเกมดิจิทัลบนระบบที่ผู้วิจัยเตรียมให้ ต่อมาผู้เรียนจะได้รับมอบหมายใบงานกิจกรรมรายชั่วโมง ตามที่ผู้สอนได้กำหนดไว้บนระบบการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถศึกษาหน่วยความรู้เบื้องต้นที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ แล้วจึงดำเนินการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมแล้วร่วมกับเพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มสามารถพัฒนาการคิดเชิงนามธรรม โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาบนระบบการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นวิธีการพัฒนาความคิดเชิงนามธรรม สรุปได้ ว่ากิจกรรมในขั้นตอนที่ 4 การคิดเชิงนามธรรมนี้มีความเชื่อมโยงกัน การเพิ่มบทบาทของผู้สอนและเครื่องมือ กำหนดประเด็นลงไปในกิจกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงนามธรรมได้ดีขึ้น เนื่องจากได้เรียนรู้วิธีการเพิ่มเติมจากสื่อวีดิทัศน์และสื่อมัลติมีเดีย จนในที่สุดสามารถเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเชิงนามธรรมของชิ้นงานต้นแบบหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

2.4 การคิดเชิงประมวลผลด้านการเขียนอัลกอริทึม จากผลการวิจัยพบว่าค่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลองมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับคะแนนจากแบบวัดความสามารถระหว่างเรียนด้านการเขียนอัลกอริทึม ในกิจกรรมรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าระบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการเขียนอัลกอริทึมเพิ่มมากขึ้น กระบวนการในขั้นตอนที่ 4 ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถด้านนี้อย่างเป็นระบบผ่านลำดับขั้น ด้วยวิธีการเรียนรู้ผ่านการเขียนผังงานตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tiwari and Prasad (2015) ที่พบว่าการศึกษาต้นแบบของซอฟต์แวร์ที่มีความซับซ้อน จำเป็นต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับร่วมกับการเขียนผังงาน จะทำให้สามารถรู้และเข้าใจโครงสร้างอัลกอริทึมของต้นแบบนั้น และงานวิจัยของ Dol (2015) ที่พบว่าการเขียนผังงานสามารถส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อัลกอริทึมได้ ต่อมาผู้เรียนได้รับมอบหมายใบงานกิจกรรมรายชั่วโมงตามที่ผู้สอนได้กำหนดไว้บนระบบการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถศึกษาหน่วยความรู้เบื้องต้นที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ แล้วจึงดำเนินการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม แล้วร่วมกับเพื่อนสมาชิกภายใน

กลุ่มสามารถการเขียนอัลกอริทึม โดยใช้กิจกรรมและเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาบนระบบการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ ผู้เรียนได้เห็นวิธีการพัฒนาการเขียนอัลกอริทึม สรุปได้ว่า กิจกรรมในขั้นตอนที่ 5 การเขียนอัลกอริทึมนี้มีความเชื่อมโยงกัน การเพิ่มบทบาทของผู้สอนและเครื่องมือกำหนดประเด็นลงไปในกิจกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการเขียนอัลกอริทึมได้ดีขึ้น เนื่องจากได้เรียนรู้วิธีการเพิ่มเติมจากสื่อวีดิทัศน์และสื่อมัลติมีเดีย จนในที่สุดสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนอัลกอริทึมการพัฒนาของชิ้นงานต้นแบบหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sutiwat Supaluk (2017) ที่พบว่าการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเรื่องการเขียนผังงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการออกแบบอัลกอริทึมซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดเชิงประมวลผลได้

นอกจากนี้ระหว่างการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ผู้วิจัยสังเกตว่าในครั้งแรกผู้เรียนส่วนมาก สามารถทำกิจกรรมของตนเองได้แต่ยังไม่มีความชัดเจน ถูกต้อง และตรงประเด็นในการศึกษามากนัก รวมถึงยังต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนในช่วง 3 สัปดาห์แรกอยู่บ่อยครั้ง แต่เมื่อเริ่มเข้าสัปดาห์ที่ 4 ผู้เรียนสามารถทำงานได้ด้วยตนเองและผลงานมีความชัดเจน ตรงประเด็นและมี ความหลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้การทดลองในครั้งแรกผู้เรียนส่วนมาก ยังสามารถใช้งานเครื่องมือคลาวด์แต่ละตัวไม่คล่องแคล่วซึ่งจากการประเมินผลเบื้องต้นอยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อเข้าสู่การเรียนการสอนในสัปดาห์ที่ 4 พบว่าผู้เรียนสามารถใช้งานระบบได้โดยไม่ต้องขอความช่วยเหลือใด ๆ จากผู้สอนอีก ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างบางรายที่ให้ความคิดเห็นในแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนไว้ ดังนี้

> *“ตอนแรกใช้งานลำบากมาก เพราะยังไม่คุ้นชินกับตัวระบบ แต่เมื่อทำไปสักระยะทำให้เกิดความคุ้นเคย และสามารถใช้งานได้”*
>
> *นักศึกษากลุ่มทดลอง*

> *“ช่วงแรกยังงงกับการใช้งาน แต่เมื่อทำกับเพื่อน แล้วเพื่อนช่วยสอน ทำให้ตนเองสามารถทำได้”*
>
> *นักศึกษากลุ่มทดลอง*

> *“ดีแล้วอาจารย์ให้แบ่งทำงานกลุ่ม ถ้าทำเดี่ยวคงแย่แน่เลย”*
>
> *นักศึกษากลุ่มทดลอง*

“ได้เทคนิคการเรียนรู้จากเพื่อนในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

“ในช่วงของการให้ผลป้อนกลับ และการแลกเปลี่ยนความรู้ การให้เพื่อนกลุ่มอื่นที่ทำได้คะแนนดีมาสอน ทำให้ได้รู้วิธีการคิดและเทคนิคการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

จากความคิดเห็นดังกล่าว สอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978 อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ, 2545) คือ Zone of Proximal Development ที่กล่าวว่าขอบเขตการเรียนรู้ของผู้เรียนมี 2 อย่าง อย่างที่หนึ่งคือขอบเขตที่ผู้เรียนสามารถทำได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ และอีกอย่างหนึ่งคือ สามารถทำได้แต่ต้องได้รับการแนะนำหรือการช่วยเหลือจากผู้ที่มีประสบการณ์ ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้ด้วยตนเองในเวลาต่อมา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Altintas et al. (2016) พบว่าการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เป็นการส่งผ่านความรู้ด้วยตัวผู้เรียน โดยการให้ความช่วยเหลือจากเพื่อนโดยอาศัยการกระทำการการมีส่วนร่วมกัน ช่วยพัฒนาระดับความมั่นใจในการทำงานหรือการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Al Kawas and Hamdy (2017) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพื่อที่จะพัฒนาเป็นมืออาชีพ และให้ผู้เรียนสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง ร่วมกับการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันตัดสินใจในการแก้ปัญหา ซึ่งงานวิจัยแสดงให้เห็นผู้เรียนที่มีความเห็นและทัศนคติทางบวก และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีศักยภาพหลาย ๆ ด้านได้

จากการสังเกตการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนภายในกลุ่ม พบว่า ผู้เรียนให้ความช่วยเหลือกัน โดยผู้ที่มีความสามารถเก่งกว่าจะให้คำแนะนำและช่วยเหลือผู้ที่มีความสามารถอ่อนกว่า โดยให้ผู้ที่ถูกสอนจะเลียนแบบการทำเรียนรู้ของผู้ที่เก่งกว่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bandura (1963) ที่ว่า การเรียนรู้ของมนุษย์ส่วนมากเป็นการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบ และเนื่องจากมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ (Interact) กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวอยู่เสมอ บันดูราอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมในสังคม ซึ่งทั้งผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อกันและกัน

“การใช้เครื่องมือต่างๆ ส่วนใหญ่จะให้เพื่อนสอน เพราะจะดูวิธีการใช้งานของเพื่อนแล้วทำตาม”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

“สังเกตจากวิธีการทำงานของเพื่อน การค้นหาคำ (keyword) สำหรับหาข้อมูลหรือหาคำตอบ แล้วลองไปทำตาม”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบจากการสังเกตเกรดของผู้เรียนก่อนเข้าเรียนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เมื่อเทียบกับผลการเรียนจากคะแนนหลังเรียนแต่ละรอบจากแบบวัดความคิดเชิงประมวลผล และร่องรอยการเรียนรู้ สามารถพบได้ 2 ประเด็นคือ

1. การเปรียบเทียบเกรดผลการเรียนที่ผ่านมาและผลหลังจากการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยแบ่งออกเป็นประเด็นย่อยได้ 4 ข้อ ดังนี้

1.1 ผู้เรียนที่มีเกรดเกรดสูงกว่า 3.0 เมื่อเรียนรู้บนระบบเสร็จแล้ว ผลการเรียนมีระดับคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดในระบบฯ เนื่องจากผู้เรียนมีลักษณะที่ตั้งใจเรียน มีความขยัน และค้นคว้าที่จะเรียนรู้ จึงทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนบนระบบฯส่งผลให้เกิดความคิดเชิงประมวลผลที่สูงขึ้น โดยผู้เรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับนี้(ร้อยละ 50) ให้ความคิดเห็นว่า

“ระบบส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจง่าย ใช้งานได้ง่าย”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

“เนื้อหาเข้าใจง่าย ระบบมีสื่อทำให้สามารถเข้าไปทบทวนได้ตลอดเวลา”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

“ระบบสามารถติดตามการทำงานภายในกลุ่มได้ และรู้ผลคะแนนความก้าวหน้าในแต่ละรอบของการเรียน”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

1.2 ผู้เรียนที่มีเกรดต่ำกว่า 3.0 เมื่อเรียนรู้บนระบบเสร็จแล้ว ผลการเรียนมีระดับคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดในระบบฯ โดยผู้เรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับนี้(ร้อยละ12.5) ให้ความคิดเห็นว่า

“ระบบและเนื้อหามีผลทำให้เกิดการกระตุ้นในการเรียนรู้”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องเกม ซึ่งเป็นสิ่งที่ชอบและเล่นอยู่
แล้วจึงอยากเข้าใจและสามารถออกแบบเกมให้ได้”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

1.3 ผู้เรียนที่มีเกรดเกรดสูงกว่า 3.0 เมื่อเรียนรู้บนระบบเสร็จแล้ว ผลการเรียนมีระดับคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดในระบบฯ โดยผู้เรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับนี้(ร้อยละ22.5) ให้ความคิดเห็นว่า

“ไม่ค่อยเข้าใจเพราะปกติไม่ชอบเล่นเกมมาตั้งแต่เด็ก”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

1.4 ผู้เรียนที่มีเกรดเกรดต่ำกว่า 3.0 เมื่อเรียนรู้บนระบบเสร็จแล้ว ผลการเรียนมีระดับคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดในระบบฯ เนื่องจากผู้เรียนมีลักษณะที่ไม่ตั้งใจเรียน มีพฤติกรรมที่ไม่เข้าเรียนรู้และร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนเท่าที่ควร จึงทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนบนระบบนี้เท่าที่ควร โดยผู้เรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับนี้ (ร้อยละ 15) ให้ความคิดเห็นว่า

“เพราะคนเก่งๆก็จับคู่กับคนเก่งหมดแล้ว รู้สึกท้อ และก็จะ
พยายามทำให้เต็มที่”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

2. การเปรียบเทียบลักษณะการจัดกลุ่มของผู้เรียน และผลการเรียนหลังจากการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โดยให้คำนิยามของคำว่าคนเก่ง-คนอ่อน ว่า

- คนเก่งคือผู้เรียนที่มีเกรดเฉลี่ยทุกวิชาสูงกว่าค่าเฉลี่ยของเกรดภายในชั้นเรียน
- คนอ่อนคือผู้เรียนที่มีเกรดเฉลี่ยทุกวิชาต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของเกรดภายในชั้นเรียน

โดยแบ่งการจัดกลุ่มและการอภิปรายผลออกเป็น 3 ข้อดังนี้

2.1 คนเก่งกับคนเก่ง การเรียนรู้ภายในกลุ่มระหว่างผู้เรียนที่เรียนเก่งทั้งคู่ จะมีลักษณะการเรียนแบบต่างคนต่างช่วยกันเรียน แบ่งหน้าที่มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย จึงทำให้คะแนนด้านความคิดเชิงประมวลผลสูงทั้งคู่

2.2 คนเก่งกับคนอ่อน การเรียนรู้ภายในกลุ่มระหว่างผู้เรียนที่เรียนเก่งกับผู้เรียนที่เรียนอ่อน ผู้วิจัยค้นพบอยู่ 2 ประเด็นคือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1 คนเก่งสอนคนอ่อน ผู้เรียนที่เก่งกว่าจะสอนวิธีการเรียนรู้ให้กับผู้ที่อ่อนกว่า เทคนิคการทำงาน การค้นคว้า คอยบริหารจัดการงานต่างๆภายในกลุ่ม และคอยช่วยเหลือในสิ่งที่ผู้เรียนอ่อนกว่ามีปัญหา

“อยากให้เพื่อนให้คะแนนดีและผ่านไปด้วยกัน”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

2.2.2 คนอ่อนสอนคนเก่ง ผู้เรียนที่อ่อนกว่า จะร่วมกันเรียนรู้กับผู้ที่เก่งกว่า ผู้วิจัยสังเกตได้จากร่องรอยการเรียนรู้บนระบบฯ และได้เข้าไปสอบสัมภาษณ์ผู้ที่อ่อนกว่า โดยผู้ที่อ่อนกว่าให้ความคิดเห็นว่า

“เนื่องจากเป็นเนื้อหาเกม ทำให้ชอบและรู้สึกอยากจะทำ เพราะปกติเป็นคนชอบเล่นเกม เลยมีแรงจูงใจที่อยากจะทำหรือออกแบบเกมให้ได้”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

2.3 คนอ่อนกับคนอ่อน เป็นการเรียนรู้ภายในกลุ่มระหว่างผู้เรียนที่เรียนอ่อนทั้งคู่ โดยผู้วิจัยค้นพบอยู่ 2 ประเด็นคือ

2.3.1 คนอ่อนทั้งสองคน มีพฤติกรรมไม่ตั้งใจเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯเท่าที่ควร โดยผู้เรียนให้ความคิดเห็นว่า

“รู้สึกกดดัน เพราะเพื่อนแต่ละกลุ่มมีแต่คนเรียนเก่ง ต่างกับกลุ่มของหนู”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

2.3.1 คนอ่อนทั้งสองคน จากการสังเกตร่องรอยและการมีปฏิสัมพันธ์บนระบบฯ พบว่าทั้งคู่มีความพยายามที่จะตั้งใจเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้ ส่งผลให้คะแนนความคิดเชิงประมวลผลสูงขึ้น โดยผู้เรียนให้ความคิดเห็นว่า

“เรื่องเกมเป็นเรื่องที่ชอบ อยากรู้อยากเข้าใจ และอยากออกแบบเกมที่เป็นของตัวเองให้ได้”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“การเรียนบนระบบฯมีเนื้อหาและสื่อที่สามารถส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการทำงานเป็นกลุ่ม”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

“เมื่อมาอยู่กลุ่มเดียวกันแล้ว ต้องทำให้เต็มที่ พิสูจน์ความสามารถว่าเราก็เก่งได้เหมือนกัน”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

จากอภิปรายผลเกี่ยวกับข้อค้นพบเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบเกรดผลการเรียนที่ผ่านมาและผลหลังจากการเรียนรู้บนระบบฯ โดยองค์ประกอบที่มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ คือ ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯและเนื้อหาภายในระบบฯ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Becker (2007) ที่กล่าวว่า การนำเนื้อหาวิชาเรียนด้านการออกแบบและพัฒนาเกมนั้น เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายใน มีความรู้สึกอยากศึกษาค้นคว้า ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและประสบความสำเร็จได้

และการเปรียบเทียบลักษณะการจัดกลุ่ม และผลการเรียนหลังจากการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้ฯ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้การจัดกลุ่มตามสมัครใจ โดยให้สมาชิกเลือกเข้ากลุ่มกับคนที่ตนเองพอใจ ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีม เรียนรู้ด้วยความสมัครใจ เต็มใจและคุยกันในภาษาที่เป็นกันเอง แต่ก็มีข้อเสียคือ สำหรับผู้เรียนที่ไม่ถูกเลือกหรือไม่มีกลุ่มจะทำให้หมดกำลังใจในการเรียนได้ แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับผู้สอนที่คอยให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายได้ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์นั้นรองรับการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับเอกสารทางวิชาการของ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546) ที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนเป็นกลุ่มจะมีอิทธิพลต่อการเรียนของสมาชิกแต่ละคน เกิดการมีปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยลักษณะการแบ่งกลุ่มผู้สอนจำเป็นต้องกำหนดลักษณะการทำงาน และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายที่ต้องการได้ และยังมีข้อค้นเพิ่มเติมจากงานวิจัยของ ฉัตรชัย ไชยวุฒิ (2552) และงานวิจัยของ เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา (2557) กล่าวว่า การจัดกลุ่มของผู้เรียนในการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนคือ จะต้องมีลักษณะที่เก่งช่วยอ่อน แต่ในงานวิจัยนี้ค้นพบว่า การจัดกลุ่มในการเรียนรู้มีผลต่อความสำเร็จส่วนหนึ่ง และควรต้องเพิ่มแรงจูงใจหรือสิ่งจูงใจในการเรียนรู้ด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น เนื้อหาที่ผู้เรียนสนใจ ของรางวัล คะแนน ความชมเชยและกำลังใจจากผู้สอน เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อผู้สอนได้ทราบถึงปัญหาของผู้เรียน ต่อมาได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำผู้เรียนในช่องทางต่างๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อตัวผู้สอนหลังจากใช้งานระบบการเรียน โดยให้ความคิดเห็น ดังนี้

“อาจารย์ไม่ทิ้งพวกหนู คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำเมื่อพวกหนูมีปัญหาหรือไม่เข้าใจโจทย์”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของบทบาทผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Keller (1987) ที่อธิบายว่า ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการทำงานด้วยการได้รับการเสริมแรงทางวาจาหรือของรางวัลจากผู้สอน ทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการปฏิบัติงานให้ลุล่วงได้

นอกจากนี้ เครื่องมือการเรียนรู้แบบคลาวด์บนระบบฯ ยังช่วยให้ผู้เรียนร่วมกันทำงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เกิดปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อระบบการเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ได้รู้จักเครื่องมือบนคลาวด์ที่ช่วยในการเรียนรู้บนระบบนี้และคิดว่าในอนาคตจะนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่นๆ”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

ซึ่งผลลัพธ์จากการทดลองและความคิดเห็นของผู้เรียนสอดคล้องกับ กุลชัย กุลตวนิช (2557) และ L. D. Johnson (2017) ที่มีความเห็นว่านำเครื่องมือแบบคลาวด์สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ทั้งการรวบรวมข้อมูล การทำกิจกรรม การสร้างและเชื่อมโยงองค์ความรู้ของผู้เรียน และระบบการเรียนรู้ฯและกิจกรรมจะช่วยกระตุ้น ให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน การวิเคราะห์ชิ้นงาน การร่วมกันการแบ่งปันความรู้ และการสร้างสรรค์ผลงานของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กระบวนการที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเชิงประมวลผลเพิ่มมากขึ้นเกิดจากการที่ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมบนระบบ และมีโอกาสทำงานร่วมกับเพื่อน ได้รับผลป้อนกลับจากผู้สอน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในความสามารถของตนเอง ดังที่ในกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นต่อการใช้ระบบการเรียนไว้ ดังนี้

“ระบบนี้ทำให้เข้าใจงานได้มากขึ้น มีแหล่งเรียนรู้ที่ครบถ้วน รองรับการเรียนกับเพื่อน ทำให้การเรียนนั้นไม่ยากอย่างที่คิด”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“ก่อนเรียนวิชานี้ ไม่ค่อยรู้เรื่องการออกแบบเกม หลังจากที่เรียนตัวเองทำให้มีความเข้าใจมากขึ้น ทำให้รู้ว่าการออกแบบเกมไม่ยากอย่างที่คิด”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

นอกจากนี้ผู้เรียนจะได้รับการเสริมแรงด้วยวาจาหรือการให้รางวัลจากผู้สอน ร่วมกับการฝึกกิจกรรมเป็นรอบวนซ้ำกันหลายรอบ ทำให้ผู้เรียนมีความเชื่อในความสามารถของตนเองเพิ่มขึ้น เนื่องจากได้รับผลสำเร็จของการปฏิบัติ โดยผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นที่มีต่อระบบการเรียนไว้ ดังนี้

“เป็นการเรียนรูปแบบใหม่ รู้สึกสนุกกับการเรียน ไม่เครียด อาจารย์ก็ให้กำลังใจตลอด การเรียนบนระบบได้รู้พัฒนาการของตนเอง”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

“การได้ฝึกทำกิจกรรมแล้วได้รับคำคอมเมนต์ ทำให้ตัวผมที่มีความละเอียดและรอบคอบมากขึ้น และสามารถนำไปปรับกรุงแก้ไขทำให้งานดีขึ้นได้”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

“ตอนแรกรู้สึกกดดัน และต้องคอยตามเพื่อนอยู่ตลอด เพราะตนเองไม่ชอบเล่นเกม และบางกิจกรรมอ่านโจทย์และไม่เข้าใจ จึงได้คอยถามอาจารย์ตลอด ซึ่งอาจารย์ก็ให้คำแนะนำได้ดี คอยบอกจุดที่ต้องสังเกต และควรปรับแก้ไปในทิศทางใด และให้กำลังใจพวกหนูตลอดเวลา”

นักศึกษากลุ่มทดลอง

จากความคิดเห็นแสดงให้เห็นถึงความรู้สึกภาคภูมิใจ ประทับใจ และภาวะทางอารมณ์ที่ดีของ กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการใช้งานระบบการเรียน และมีผลการประเมินตนเองด้วยแบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงประมวลผลเพิ่มมากขึ้นในทุกด้าน ซึ่งสอดคล้องกับ Bandura (1986)

และ Pressley, Goodchild, Fleet, Zajchowski, and Evans (1989) ที่นำเสนอว่า การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอยู่ด้วยกัน 4 วิธีคือ

1. ประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จ (Mastery Experiences) ซึ่งเป็นวิธีการพัฒนาความสามารถตนเองเนื่องจากเป็นประสบการณ์โดยตรง ซึ่งผลที่ได้จะทำให้เพิ่มขีดความสามารถของตนเอง การที่เขาได้รับรู้ความสามารถจากการกระทำ จะทำให้เขาใช้ทักษะที่ได้รับจากการฝึกฝนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. โดยการใช้ตัวแบบ (Modeling) การใช้ตัวแบบจะส่งผลต่อความรู้สึกของผู้เรียนว่าสามารถทำได้ โดยผู้เรียนสังเกตวิธีการเรียนรู้และฝึกฝน ปฏิบัติตามเพื่อให้ประสบความสำเร็จตามตัวแบบ

3. การใช้คำพูดชักจูง (Verbal Persuation) การใช้คำพูดจูงใจ มีส่วนช่วยให้สามารถพัฒนาตนเอง แต่ถ้าจะได้ผลนั้นจำเป็นต้องให้ผู้ที่มีประสบการณ์คอยให้คำแนะนำอย่างค่อยเป็นค่อยไป เป็นลำดับขั้นตอนร่วมกับคำพูดชักจูงเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองได้

4. การกระตุ้นทางอารมณ์ (Emotional Arousal) วิธีการนี้เป็นการกระตุ้นทางอารมณ์ที่ต้องไม่อยู่ในสภาพที่ถูกข่มขู่หรือกดดัน ซึ่งส่งผลทำให้ผู้เรียนรู้สึกเครียด ความกลัว ซึ่งอาจจะส่งให้ผู้เรียนนั้นเกิดความล้มเหลวทางการเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

จากการสรุปและอภิปรายผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้ มีดังนี้

1.1 เนื่องจากการวิจัยนี้ใช้แผนการวิจัยแบบแบบ Repeated measured design ซึ่งจากการทดลองรอบที่ 1 ผลที่ได้ทำให้คะแนนของความคิดเชิงประมวลผลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สามารถนำระบบนี้ไปใช้ได้ โดยการทำเพียงแค่รอบเดียว แต่ถ้าต้องการได้ผลคะแนนความคิดเชิงประมวลผลที่ดีขึ้นอาจจะต้องเพิ่มจำนวนรอบการเรียน

1.2 ระบบการเรียนรู้ฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้เป็นระบบการเรียนสำหรับบูรณาการกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงประมวลผลลงในรายวิชาเรียนปกติ ผู้สอนที่ต้องการ นำผลการวิจัยนี้ไปใช้งานควรคำนึงถึงลักษณะของวิชาที่มีความเหมาะสมกับระบบการเรียนด้วย

1.3 ระบบการเรียนรู้ฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ในกรณีผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในรายวิชาที่มีผู้เรียนกลุ่มใหญ่ผู้สอนอาจต้องจัดเตรียมหาผู้ช่วยสอนมาเพื่อช่วยตรวจผลงานและให้ความช่วยเหลือผู้เรียน

1.4 ระบบการเรียนรู้ฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใช้ระบบ LMS สร้างระบบการเรียนรู้ขึ้นตาม หลักการที่ผู้วิจัยได้ศึกษา แต่ไม่ได้มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือในการพัฒนาแบบเดียวกับผู้วิจัย ผู้สอนที่ต้องการนำผลงานวิจัยไปใช้สามารถใช้ระบบอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติการทำงาน ตรงตามหลักการที่ผู้วิจัยได้ระบุไว้มาพัฒนาเพื่อใช้งานทดแทนกันได้

1.5 ระบบการเรียนฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเป็นระบบการเรียนรู้ที่มีเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ผู้สอนที่ต้องการนำผลงานไปใช้ควรศึกษาสภาพความพร้อมทางเทคโนโลยีของสถาบัน และระดับความสามารถในการใช้งานคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วย ในกรณีที่ผู้เรียนยังมีความสามารถเหล่านี้น้อย ระยะเวลาในการใช้งานระบบการเรียนฯ ควรเพิ่มระยะเวลาขึ้นไปอีก 3 - 6 ชั่วโมง โดยที่ในช่วง 6 ชั่วโมงแรกผู้สอนควรคอยให้คำแนะนำและสาธิตวิธีการทำงานอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยและพร้อมกับการทำงานเสียก่อน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป มีดังนี้

2.1 จากการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้พบว่า รายวิชาการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีนั้นมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศด้วย การออกแบบระบบในครั้งต่อไปอาจศึกษาในตัวแปรที่สามารถนำความคิดเชิงประมวลผลไปใช้ร่วมกันได้ เช่น คณิตศาสตร์ ดนตรี การเรียนวิทยาศาสตร์ และอื่น ๆ อีกมากมาย

2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความสามารถและการรับรู้ความสามารถของตนเอง เพื่อนำเอาผลลัพธ์มากำหนดกลยุทธ์ในการสอนที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีค่าความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน

2.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความคิดเชิงประมวลผล กับตัวแปรรูปแบบการเรียนที่แตกต่าง (Learning Style) แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน

2.4 เนื่องจากการคิดเชิงประมวลผลเป็นตัวแปรซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการเรียนรู้ตลอดชีวิตของมนุษย์ทุกเพศทุกวัยในยุคไทยแลนด์ 4.0 การทดลองใช้ระบบในครั้งต่อไปอาจนำไปปรับปรุงเพื่อใช้พัฒนาหรือบูรณาการในการเรียนการสอน การฝึกอบรมกับองค์กรที่มีบริบทที่ต่างออกไปจากสถาบันอุดมศึกษา เพื่อให้ ได้ผลการทดลองใช้มาปรับปรุงให้ระบบมีความเหมาะสมและมีขอบเขตการนำไปใช้ที่กว้างมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้เชี่ยวชาญและทรงคุณวุฒิในระยะที่ 1

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล พิภพมงคล
   อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา เชื้อทอง
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรกฤช มณีวรรณ
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. อาจารย์ ดร.ปกรณ์ สุปินานนท์
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. อาจารย์ ดร.กุลชัย กุลวนิช
   อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. อาจารย์ ดร.รักศักดิ์ เลิศคงคาทิพย์
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
7. อาจารย์ ดร.กฤษณพล จันทร์พรหม
   อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
   มหาวิทยาลัยทักษิณ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ พรหมขันธ์
   อาจารย์ประจำ สาขาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์
   มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
9. อาจารย์ ดร.ชยาภรณ์ เคารพไทย
   อาจารย์ประจำสำนักวิชาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
10. อาจารย์ กิตติธัช พาพลเพ็ญ
    อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
    มหาวิทยาลัยศิลปากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

11. อาจารย์ นัฏฐพันธ์ นาคพงษ์
    อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีสาระสนเทศคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (วิทยาเขตปราจีนบุรี)
12. อาจารย์ ประพันธ์ จันทร์เสมา
    อาจารย์ประจำ ภาควิชาการจัดการทั่วไป คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัย สยาม
13. อาจารย์ เกษศิริ การะเกด
    อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
14. นายพิษณุ มีแก้ว
    กรรมการผู้จัดการ บริษัท ยูดับบลิวซี จำกัด
15. นายชิษณุพงศ์ ธนูทอง
    ข้าราชการนักวิชาการคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ สำนักงานปลัดกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
16. นายธีรภัทร เฉลยวุฒิ
    ผู้จัดการกลุ่มงานเทคโนโลยี บริษัท อินฟราพลัส จำกัด
17. อาจารย์ ชัชรินทร์ เลิศยศบดินทร์
    อาจารย์ประจำ โรงเรียนเตรียมทหาร นครนายก
18. นายภาณุพงศ์ ธนูทอง
    วิศวกรปฏิบัติงาน การประปานครหลวง
19. นายนนทวัตร จันเสน
    นักคอมพิวเตอร์ สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้เชี่ยวชาญและทรงคุณวุฒิในระยะที่ 2 และ 3

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญานันท์ นิลสุข
   อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวนิต อรรถวุฒิกุล
   ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. อาจารย์ ดร.กุลชัย กุลวนิช
   อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศยามน อินสะอาด
   ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์
   มหาวิทยาลัยรามคำแหง
5. รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรรค์ แย้มพินิจ
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา เชื้อทอง
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรกฤช มณีวรรณ
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
8. รองศาสตราจารย์ ดร.โสพล มีเจริญ
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภัสสร วงษ์ดี
   อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง
    อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11. อาจารย์ ดร. เพียงเพ็ญ จิรชัย
    อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
    มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
12. อาจารย์ ดร. ไพฑูรย์ กาญต์ธัญลักษณ์
    อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
    มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล พิภพมงคล

อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

14. อาจารย์ ดร.ปกรณ์ สุปินานนท์
อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
15. อาจารย์ ดร.รัตตมา รัตนวงศา
อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ทรงคุณวุฒิในระยะที่ 4

1. ศาตราจารย์กิตติคุณ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง
รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยสยาม
2. รองศาตราจารย์ ดร.เสกสรรค์ แย้มพินิจ
อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. รองศาตราจารย์ ดร.ณัฐชา เดชดำรง
อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมิน (ร่าง)

ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้

แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

****

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

A CLOUD BASED LEARNING SYSTEM USING REVERSE ENGINEERING APPROACH AND PEER TO PEER TECHNIQUE TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

ผู้วิจัย นายสุธิวัชร ศุภลักษณ์ นิสิตระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อผู้รับรองรูปแบบ .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน .....

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมิน จะนำไปปรับปรุงแก้ไขรูปแบบฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนจริง

คำแนะนำการประเมินความคิดเห็นระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. การประเมิน(ร่าง)ระบบ หมายถึง การประเมิน(ร่าง)ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

2. การประเมินความเหมาะสมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล โปรดทาเครื่องหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

√ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	5	
ด้านองค์ประกอบ						
1. ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์						
2. เครื่องมือช่วยส่งเสริมการเรียนรู้บนคลาวด์						
3. บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน						
4. เนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้						
5. การประเมินผล การให้ผลป้อนกลับ						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
ด้านขั้นตอนการเรียนรู้ แบ่งเป็น						
1. การเตรียมความพร้อม						
1.1 ชี้แจงและแนะนำเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้ฯ						
1.2 กำหนดเงื่อนไขและกิจกรรม						
1.3 การกำหนดกลุ่มของผู้เรียน						
2. การกำหนดวัตถุประสงค์และการวางแผน						
2.1 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.2 การร่วมกันวางแผน						

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	5	
2.3 การศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล						
2.4 การกำหนดกรอบของผลลัพธ์หรือประเด็นที่ต้องการศึกษา						
3. การเลือกต้นแบบ						
3.1 การเลือกต้นแบบ						
3.2 การมุ่งหาผลลัพธ์						
4. การดำเนินงาน						
4.1 การพิจารณา วิเคราะห์ นำมาไตร่ตรองเป็นขั้นตอน						
4.2 การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ						
4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบย่อย						
4.4 การคัดแยก จำแนก จัดกลุ่ม การให้เหตุผล						
4.5 การออกแบบ						
4.6 การนำเสนอความก้าวหน้า						
4.7 การให้ผลป้อนกลับและการเสริมแรง						
5. การประเมินผลและสรุปผล						
5.1 การนำเสนองาน						
5.2 การประเมินผลการเรียนรู้						
5.3 การสรุปผลการเรียนรู้						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
ด้านเครื่องมือบนคลาวด์						
1. เครื่องมือในการทำงานร่วมกัน						
2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล						
3. เครื่องมือในการสร้างเนื้อหา						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	5	
4. เครื่องมือในการนำเสนอ						
5. เครื่องมือในการสื่อสาร						
6. เครื่องมือเสริมการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือ						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
ด้านการประเมินการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคิดเชิงประมวลผล						
1. ด้านการแยกแยะองค์ประกอบของต้นแบบ (Decomposition)						
2. ด้านการรู้จำแบบ (Pattern Recognition)						
3. ด้านคิดแบบนามธรรม (Abstraction)						
4. ด้านอัลกอริทึม (Algorithm)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
ด้านการใช้งานระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ						
1. ระบบการเรียนรู้นี้สามารถนำไปใช้ได้จริง						
2. สถานที่ในการจัดการเรียนรู้บนระบบออนไลน์						
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม (8 สัปดาห์)						
4. ระบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลได้จริง						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

☐ ระบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้

☐ ระบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้

☐ ระบบยังไม่มีความเหมาะสม

ลงชื่อ .....

(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้

นายสุธิวัชร ศุภลักษณ์ (086-7186123)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินรับรองรูปแบบ

สำหรับการวิจัยเรื่อง ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

****

ชื่อผู้รับรองรูปแบบ .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน .....

คำแนะนำการรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. การรับรองระบบ หมายถึง การรับรองระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

2. โปรดรับรองรูปแบบตามระดับที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ข้อคำถาม	ระดับการประเมิน				
	เหมาะสมน้อยที่สุด	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมมาก	เหมาะสมมากที่สุด
	1	2	3	4	5
1. ท่านมีความคิดเห็นว่า **องค์ประกอบ**ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล **มีความเหมาะสมในระดับใด**					
1.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของการเรียนรู้					
1.2 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้					
1.3 ระบบการเรียนบนห้องเรียนเสมือน					
1.4 เครื่องมือสื่อสารและการทำงานร่วมกัน					
1.5 เนื้อหา สื่อ แหล่งเรียนรู้เวลาเรียน					
1.6 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน					
1.7 การจัดกิจกรรมการเรียน					
1.8 การวัดและประเมินผล					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	ระดับการประเมิน				
	เหมาะสมน้อยที่สุด	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมมาก	เหมาะสมมากที่สุด
	1	2	3	4	5
2. ท่านมีความคิดเห็นว่า **ขั้นตอน**ของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล **มีความเหมาะสมในระดับใด**					
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการดำเนินการก่อนการเรียน					
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นดำเนินการระหว่างการเรียน					
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นประเมินผลการเรียน					
3. การนำไปปฏิบัติใช้จริง					
3.1 ท่านมีความคิดเห็นว่าระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับร่วมกับเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผล					
3.2 ท่านมีความคิดเห็นว่า โดยภาพรวมของระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับร่วมกับเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล สามารถนำไปฝึกใช้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลได้ในระดับใด					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับร่วมกับเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผลและการนำรูปแบบการวิจัยนำไปใช้กับการพัฒนาความคิดเชิงประมวลผลในสถานการณ์จริง

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง
ที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้

นายสุธิวัชร ศุภลักษณ์ (086-7186123)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

แผนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้บนระบบออนไลน์ (รายชั่วโมง)

ที่	หัวข้อ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	หน้าที่ผู้สอน
1.	การเตรียมความพร้อมในการใช้งานระบบฯ	2	1. ผู้สอนบรรยายเกี่ยวกับรายวิชา แล้วเกริ่นนำเข้าระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ (ในชั้นเรียน) 2. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น การใช้เครื่องมือพื้นฐานเพื่อส่งเสริมกระบวนการจัดการเรียนการสอน (ในชั้นเรียน) 3. ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับการใช้งานระบบเบื้องต้น (ในชั้นเรียน) 4. ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับการใช้งานโมดูลต่างๆบนระบบการเรียนรู้ฯ (ในชั้นเรียน) 5. ผู้สอนอธิบายพร้อมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือบนคลาวด์ฯ (ในชั้นเรียน) 6. ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับรายวิชาที่สอน จุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล (ในชั้นเรียน) 7. ผู้สอนให้ผู้เรียนทั้งห้อง ได้ฝึกใช้งานเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯพร้อมกัน เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารหรือการมีปฏิสัมพันธ์บนระบบ (ออนไลน์)
2.	การกำหนดเป้าหมายและตั้งกลุ่มในการเรียนรู้ (Goal & Group Setting)	1	1. ผู้สอนบรรยายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและตั้งกลุ่มในการเรียนรู้(Goal & Group Setting) (ในชั้นเรียน) 2. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน (ในชั้นเรียน) 3. ผู้สอนได้ทำการแบ่งกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนจับคู่กัน เงื่อนไขตามที่ได้ตกลงระหว่างผู้สอนและผู้เรียน (ในชั้นเรียน) 4.ผู้สอนให้ผู้เรียนที่จับคู่กันแล้ว ได้ฝึกใช้งานเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม (ออนไลน์) 5. ผู้สอนอธิบายการกำหนดเป้าหมาย โดยใช้หลักการของ SMART แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดให้ (ออนไลน์) 6.ท้ายคาบให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ที่ได้ในคาบ ของบล็อกแต่ละคน (ออนไลน์) 7. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมโดยเว้นระยะเวลาให้ดำเนินการประมาณ 3-4 วัน (ออนไลน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่	หัวข้อ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	หน้าที่ผู้สอน
			8. ผู้สอนตรวจงานที่ผู้เรียนส่ง ตามกำหนดเวลา (ออนไลน์)
3.	การวางแผนการร่วมกัน (Planning Together)	1	1. ผู้สอนบรรยายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 การวางแผนงานร่วมกัน (Planning Together) (ในชั้นเรียน) 2. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน (ในชั้นเรียน) 3. ผู้สอนให้ผู้เรียนที่จับคู่กันแล้ว ได้ฝึกใช้งานเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม (ออนไลน์) 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนวางแผน กำหนดลำดับ เวลาการทำงาน เพื่อดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด (ออนไลน์) 5. ท้ายคาบให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ที่ได้ในคาบ ของบล็อกแต่ละคน (ออนไลน์) 6. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมโดยเว้นระยะเวลาให้ดำเนินการประมาณ 3-4 วัน (ออนไลน์) 7. ผู้สอนตรวจงานที่ผู้เรียนส่ง ตามกำหนดเวลา(ออนไลน์)
4.	การเลือกต้นแบบ (Choose Prototype)	3	1. ผู้สอนบรรยายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 การเลือกต้นแบบ (Choose Prototype) (ในชั้นเรียน) 2. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน (ในชั้นเรียน) 3. ผู้สอนให้ผู้เรียนที่จับคู่กันแล้ว ได้ฝึกใช้งานเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม (ออนไลน์) 4. ผู้สอนและผู้เรียนตกลงกันในการเลือกต้นแบบเพื่อให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (ออนไลน์) 5. ท้ายคาบให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ที่ได้ในคาบ ของบล็อกแต่ละคน (ออนไลน์) 6. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมโดยเว้นระยะเวลาให้ดำเนินการประมาณ 3-4 วัน (ออนไลน์) 7. ผู้สอนตรวจงานที่ผู้เรียนส่ง ตามกำหนดเวลา(ออนไลน์)
5.	การวิเคราะห์งานร่วมกัน (Co-Analysis)	4	1. ผู้สอนบรรยายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 การวิเคราะห์งานร่วมกัน (Co-Analysis) (ในชั้นเรียน) 2. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน (ในชั้นเรียน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่	หัวข้อ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	หน้าที่ผู้สอน
			3. ผู้สอนให้ผู้เรียนที่จับคู่กันแล้ว ได้ฝึกใช้งานเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม (ออนไลน์) 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์ต้นแบบ แล้วฝึกแยกองค์ประกอบทั้งองค์ประกอบหลักและย่อย พร้อมอธิบายหน้าที่และความสัมพันธ์นั้น (ออนไลน์) 5. ผู้สอนให้ผู้เรียนของเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานที่จะมาซึ่งต้นแบบที่ศึกษา (ออนไลน์) 6. ผู้สอนให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความเหมือนกันและความต่างกันของกระบวนการหรือวิธีการที่ได้มาซึ่งต้นแบบ (ออนไลน์) 7. ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ลองฝึกอ้างอิงทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาเพื่อช่วยในการศึกษาต้นแบบ (ออนไลน์) 8. ผู้สอนให้ผู้เรียนหากลวิธีหรือเคล็ดลับในการทำงานหรือวิธีการที่ได้มาซึ่งต้นแบบ (ออนไลน์) 9. ท้ายคาบให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ที่ได้ในคาบ ของบล็อกแต่ละคน (ออนไลน์) 10. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมโดยเว้นระยะเวลาให้ดำเนินการประมาณ 3-4 วัน (ออนไลน์) 11. ผู้สอนตรวจงานที่ผู้เรียนส่ง ตามกำหนดเวลา (ออนไลน์)
6.	การออกแบบร่วมกัน (Peer-Designing)	3	1. ผู้สอนบรรยายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 การออกแบบร่วมกัน (Peer-Designing) (ในชั้นเรียน) 2. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน (ในชั้นเรียน) 3. ผู้สอนให้ผู้เรียนที่จับคู่กันแล้ว ได้ฝึกใช้งานเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม (ออนไลน์) 4. ผู้สอนให้ผู้เรียนนำข้อมูลจากกระบวนการเรียนรู้ครั้งที่แล้วมาเขียนเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้การเขียนผังงาน เพื่อช่วยให้แสดงถึงลำดับการทำงานที่เป็นสากล (ออนไลน์) 5.ท้ายคาบให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ที่ได้ในคาบ ของบล็อกแต่ละคน (ออนไลน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่	หัวข้อ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	หน้าที่ผู้สอน
			6. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมโดยเว้นระยะเวลาให้ดำเนินการประมาณ 3-4 วัน (ออนไลน์) 7. ผู้สอนตรวจงานที่ผู้เรียนส่ง ตามกำหนดเวลา (ออนไลน์)
7.	การให้ผลป้อนกลับและสรุปผล	2	1. ผู้สอนบรรยายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ในขั้นที่ 6 ผลป้อนกลับ (Feedback) (ในชั้นเรียน) 2. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน (ในชั้นเรียน) 3. ผู้สอนให้ผู้เรียนที่จับคู่กันแล้ว ได้ฝึกใช้งานเครื่องมือบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันภายในกลุ่ม (ออนไลน์) 4. ผู้สอนให้ผลป้อนกลับ เพื่อตรวจสอบดูความก้าวหน้าของผู้เรียน แล้วให้เสริมแรงเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ (ออนไลน์) 5. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการเรียนรู้บนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ (ออนไลน์)
รวม		16	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดความสามารถบนระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ

และเทคนิคแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล

1. จากต้นแบบเกมที่เลือกมา (ระบุด่านหรือส่วนที่ต้องการวิเคราะห์) ให้ผู้เรียนแยกองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยในองค์ประกอบหลักของเกมแต่ละส่วนมาอย่างละเอียด โดยเขียนออกมาเป็น mind map ให้ใส่ชื่อเกมลงไปในวงกลม ?

แนวคำตอบ

1) ผู้เรียนสามารถแสดงให้เห็นว่าสามารถแยกองค์ประกอบหลักได้ครบถ้วน ซึ่งประกอบด้วย 1.1)ตัวละคร 1.2)ฉากหลัง 1.3) เสียง 1.4) เงื่อนไขและอุปสรรค 1.5) วิธีการควบคุม และ 1.6)ระดับเลเวล (Level)
2) ผู้เรียนสามารถแสดงให้เห็นว่าสามารถแยกองค์ประกอบย่อยในองค์ประกอบหลักได้ครบถ้วน ยกตัวอย่างการแยกองค์ประกอบย่อยของตัวละครโดยแบ่งได้ดังนี้ 2.1) พระเอก 2.2) นางเอก 2.3) ผู้ช่วย 2.4) ศัตรู และ 2.5) หัวหน้า
3) ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ออกมาเป็นลักษณะของ Mind map ได้ดี โดยลักษณะของเกณฑ์การสร้าง Mind map ประกอบด้วย 3.1) การเขียน Mind map ได้เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน 3.2) การใช้สัญลักษณ์และลูกศรเชื่อมโยงที่ถูกต้อง 3.3)การจัดกลุ่มและจัดหมวดหมู่องค์ประกอบได้ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน

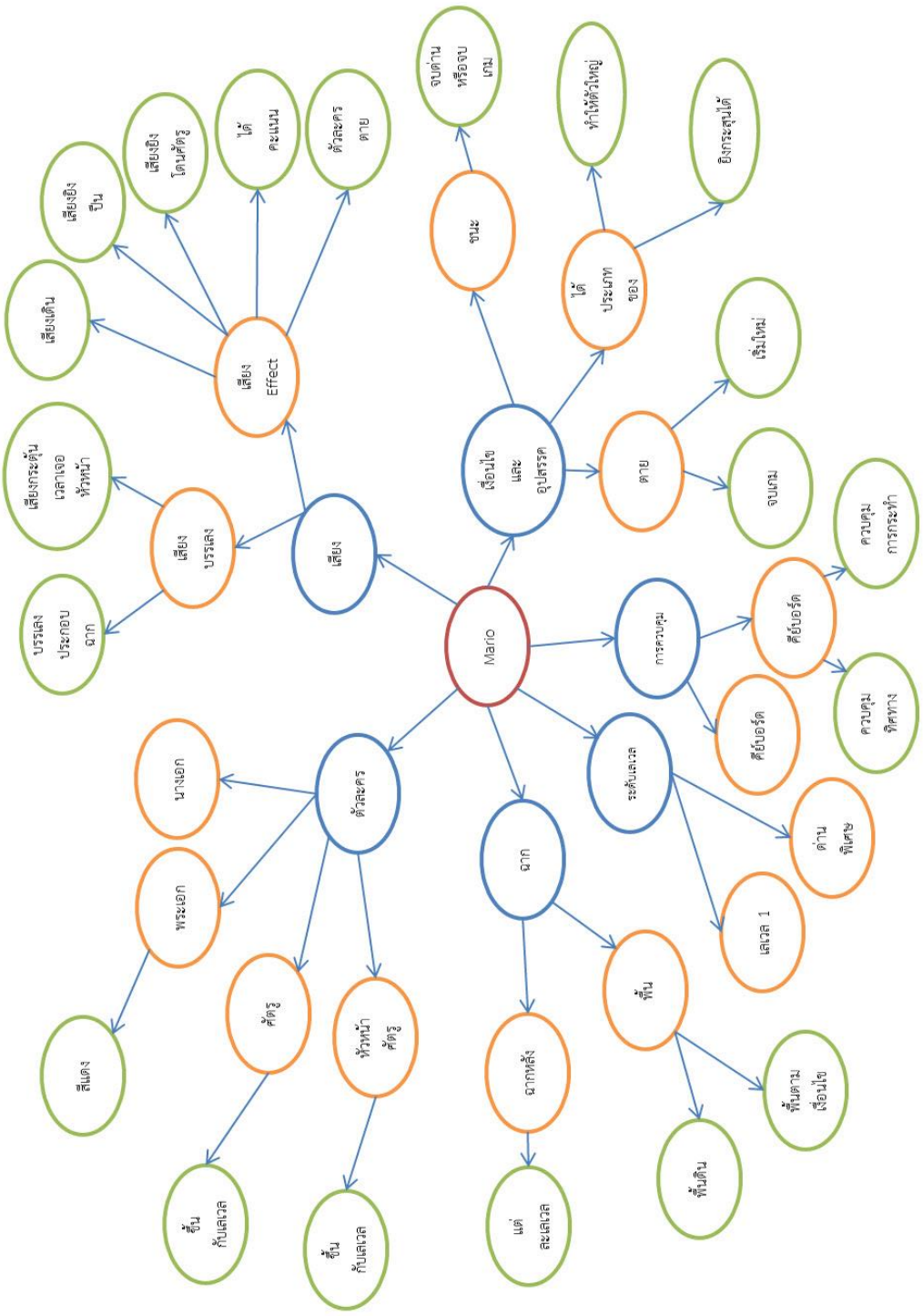
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	3	2	1	0
1. ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้	สามารถแยกแยะองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ทั้ง 6 องค์ประกอบ	สามารถแยกแยะองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้เป็นส่วนใหญ่ ประมาณ 4-5 องค์ประกอบ	สามารถแยกแยะองค์ประกอบหลักของต้นแบบได้เพียง 1-3 องค์ประกอบเท่านั้น	ไม่ปรากฏร่องรอย / ตอบผิด
2. ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยจาก	สามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยจากองค์ประกอบ	สามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยได้เป็นส่วนใหญ่ ประมาณ	สามารถแยกแยะองค์ประกอบย่อยจากองค์ประกอบ	ไม่ปรากฏร่องรอย / ตอบผิด

	3	2	1	0
องค์ประกอบหลักของต้นแบบได้	หลักของต้นแบบได้มากกว่า 80% จากคำตอบที่กำหนดให้	50-80% จากคำตอบที่กำหนดให้	หลักของต้นแบบได้บางส่วนประมาณต่ำกว่า 50 % จากคำตอบที่กำหนดให้	
3.ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ออกมาเป็นลักษณะของ Mind map ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	สามารถถ่ายทอดความรู้ออกมาเป็นลักษณะของ Mind map ได้ครบ โดยตรงตามเกณฑ์ทั้ง 3 เกณฑ์ที่กำหนดให้	สามารถถ่ายทอดความรู้ออกมาเป็นลักษณะของ Mind map ได้เพียง 2 เกณฑ์	สามารถถ่ายทอดความรู้ออกมาเป็นลักษณะของ Mind map ได้เพียง 1 เกณฑ์	ไม่ปรากฏร่องรอย / ตอบผิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>เฉลยคำตอบ</u>



ภาพแสดงผังความคิด (Mind map) องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยของเกมต้นแบบ

ถ้าต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถติดต่อผู้วิจัย ได้ที่อีเมลล์

thearming@hotmail.com

บรรณานุกรม

Abedini, M., Mortazavi, F., Javadinia, S. A., & Moonaghi, H. K. (2013). A new teaching approach in basic sciences: Peer assisted learning. *Procedia-Social Behavioral Sciences,* 83, 39-43.

AbuSeileek, A. F. (2007). Cooperative vs. individual learning of oral skills in a CALL environment. *Computer Assisted Language Learning,* 20(5), 493-514.

Ahmadi, N., Jazayeri, M., & Landoni, M. (2012). *Helping novice programmers to bootstrap in the cloud: Incorporating support for computational thinking into the game design process.* Paper presented at the Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on.

Aho, A. (2012). Computation and computational thinking. *V %J The Computer Journal,* 55(7), 832-835.

Al Kawas, S., & Hamdy, H. (2017). Peer-assisted Learning Associated with Team-based Learning in Dental Education. *Health Professions Education,* 3(1), 38-43.

Ali, M. R. (2005). Why teach reverse engineering? *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes,* 30(4), 1-4.

Altintas, T., Gunes, A., & Sayan, H. (2016). A peer-assisted learning experience in computer programming language learning and developing computer programming skills. *Innovations in EducationTeaching International,* 53(3), 329-337.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). *How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities.* Paper presented at the Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education.

Ausubel, D. P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning.

Bandura, A. (1986). Fearful expectations and avoidant actions as coeffects of perceived self-inefficacy.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads,* 2(1), 48-54.

Baytak, A., Land, S. M., & Smith, B. K. (2011). Children as Educational Computer Game Designers: An Exploratory Study. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET,* 10(4), 84-92.

Becker, K. (2007). Digital game-based learning once removed: Teaching teachers. *British Journal of Educational Technology,* 38(3), 478-488.

Bower, M., Lister, R., Mason, R., Highfield, K., & Wood, L. J. A. J. o. E. (2015). Teacher conceptions of computational thinking: implications for policy and practice.

Breeding, M. (2012). *Cloud computing for libraries* (Vol. 11): American Library Association.

Buran, A., & Filyukov, A. (2015). Mind mapping technique in language learning. *Procedia-Social Behavioral Sciences,* 206, 215-218.

Calderon, M. (2010). *Application of Reverse Engineering Activities in the Teaching of Engineering Design.* Paper presented at the DS 60: Proceedings of DESIGN 2010, the 11th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia.

Chang, C.-K. (2011). *Integrate social simulation content with game designing curriculum to foster computational thinking.* Paper presented at the Digital Content, Multimedia Technology and its Applications (IDCTA), 2011 7th International Conference on.

Chikofsky, E. J., & Cross, J. H. (1990). Reverse engineering and design recovery: A taxonomy. *IEEE software,* 7(1), 13-17.

Cohen, P. A., Kulik, J. A., & Kulik, C.-L. (1982). Educational outcomes of tutoring: A meta-analysis of findings. *American educational research journal,* 19(2), 237-248.

Computational thinking for educators. (2015). Computational Thinking. from https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/unit?lesson=8&unit=1

Costa-Soria, C., Llavador, M., & del Carmen Penades, M. (2009). *An approach for teaching software engineering through reverse engineering.* Paper presented at the EAEEIE Annual Conference, 2009.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking-A guide for teachers.

Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2014). Developing computational thinking in the classroom: a framework.

Czerkawski, B. (2013). *Instructional design for computational thinking.* Paper presented at the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference.

Czerkawski, B., & Xu, L. (2012). *Computational thinking and educational technology.* Paper presented at the EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology.

Daily, S. B., Leonard, A. E., Jörg, S., Babu, S., Gundersen, K., & Parmar, D. (2015). Embodying computational thinking: Initial design of an emerging technological learning tool. *Technology, KnowledgeLearning,* 20(1), 79-84.

Dempere, L. A. (2009). *Reverse engineering as an educational tool for sustainability.* Paper presented at the Sustainable Systems and Technology, 2009. ISSST'09. IEEE International Symposium on.

Denner, J., & Werner, L. (2011). *Measuring computational thinking in middle school using game programming.* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.

Denning, P. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *J %J Communications of the ACM,* 52(6), 28-30.

Denton, D. W. (2012). Enhancing instruction through constructivism, cooperative learning, and cloud computing. *TechTrends,* 56(4), 34-41.

Dol, S. M. (2015). *Fe. g.: An Animated Flowchart with Example to Teach the Algorithm Based Courses in Engineering.* Paper presented at the Technology for Education (T4E), 2015 IEEE Seventh International Conference on.

Eilam, E. (2011). *Reversing: secrets of reverse engineering*: John Wiley & Sons.

Feldman, J., Monteserin, A., & Amandi, A. (2016). Can digital games help us identify our skills to manage abstractions? *Applied Intelligence,* 45(4), 1103-1118.

Genuis, S., & Genuis, S. (2005). Internet interactions: adolescent health and cyberspace. *Canadian Family Physician,* 51(3), 329.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Giordano, D., & Maiorana, F. (2015). *Teaching algorithms*: *Visual language vs flowchart vs textual language.* Paper presented at the Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2015 IEEE.

González-Martínez, J. A., Bote-Lorenzo, M. L., Gómez-Sánchez, E., & Cano-Parra, R. (2015). Cloud computing and education: A state-of-the-art survey. *Computers Education,* 80, 132-151.

Grunz, A., Memmert, D., & Perl, J. (2012). Tactical pattern recognition in soccer games by means of special self-organizing maps. *Human movement science,* 31(2), 334-343.

Harasim, L. M., Hiltz, S. R., Teles, L., & Turoff, M. (1995). *Learning networks: A field guide to teaching and learning online*: MIT press.

He, W. (2012). A Computational Thinking-oriented Online Lesson Planning System, 7 (1), 27–30. *Ieee TechnologyEngineering Education,* 7(1), 27-30.

Hendrickson, J. M., Strain, P. S., Tremblay, A., & Shores, R. E. J. (1982). Interactions of behaviorally handicapped children: Functional effects of peer social initiations. *Behavior modification,* 6(3), 323-353.

Hsu, S., Marques, O., Hamza, M. K., & Alhalabi, B. (1999). How To Design a Virtual Classroom: 10 Easy Steps To Follow!

Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., Reese, G. J. C., & Education. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. 82, 263-279.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2000). Cooperative learning methods: A meta-analysis.

Johnson, L. D. (2017). Exploring Cloud Computing Tools to Enhance Team-Based Problem Solving for Challenging Behavior. *Topics in Early Childhood Special Education,* 37(3), 176-188.

Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code. org. *Computers in Human Behavior,* 52, 200-210.

Kalelioglu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing,* 4(3), 583.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kamps, D. M., Barbetta, P. M., Leonard, B. R., & Delquadri, J. J. (1994). Classwide peer tutoring: An integration strategy to improve reading skills and promote peer interactions among students with autism and general education peers. *Journal of applied behavior analysis,* 27(1), 49-61.

Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development,* 10(3), 2.

KIM, S.-H., SONG, K.-S., & PARK, S. Y. (2014). Exploring the Technological Factors Affecting Creativity in Computational Thinking-centered Learning Context.

Kuruvada, P., Asamoah, D., Dalal, N., & Kak, S. J. a. p. a. (2010). The Use of Rapid Digital Game Creation to Learn Computational Thinking.

Kutsumi Nishimura. (2549). *Logical Thinking* คิดอย่างมีตรรกะ ชนะทุกเงื่อนไข กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

Lee, T. Y., Mauriello, M. L., Ahn, J., & Bederson, B. B. J. I. J. o. C.-C. I. (2014). CTArcade: Computational thinking with games in school age children. 2(1), 26-33.

LEGO Education. (2017). LEGO® Education WeDo 2.0 Computational Thinking. from https://le-www-live-s.legocdn.com/wedo/pdfs/computationalthinkingteacherguide/computationalthinkingteacherguide-en-au-v1.pdf

Lin, Y.-T., Wen, M.-L., Jou, M., & Wu, D.-W. (2014). A cloud-based learning environment for developing student reflection abilities. *Computers in Human Behavior,* 32, 244-252.

Lu, J. J., & Fletcher, G. H. J. A. S. B. (2009). Thinking about computational thinking. 41(1), 260-264.

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior,* 41, 51-61.

Maheady, L. (1998). Advantages and Disadvantages of Peer-Assisted. *Peer-assisted learning*, 45.

McDougal, B. M. (1981). A COMPARISON OF PEER COUNSELING VERSUS FACULTY COUNSELING IN THE RETENTION OF COLLEGE FRESHMEN.

Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Messler, R. W. (2014). *Reverse engineering: Mechanisms, structures, systems, and materials*: McGraw-Hill Education.

Morelli, R., De Lanerolle, T., Lake, P., Limardo, N., Tamotsu, E., & Uche, C. (2011). *Can android app inventor bring computational thinking to k*-12. Paper presented at the Proc. 42nd ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE'11).

Moreno-León, J., & Robles, G. (2015). *Analyze your Scratch projects with Dr. Scratch and assess your computational thinking skills.* Paper presented at the Scratch conference.

Murah, M. Z. (2012). Teaching and learning cloud computing. *Procedia-Social Behavioral Sciences,* 59, 157-163.

Murphy, J. J., & Wiese, H. C. (2015). *Quintilian on the Teaching of Speaking and Writing: Translations from Books One, Two, and Ten of the" Institutio Oratoria"*: SIU Press.

Naik, N. V., & Madhavi, K. (2015). *Cloud computing architecture for collaborative e-learning system.* Paper presented at the Applied and Theoretical Computing and Communication Technology (iCATccT), 2015 International Conference on.

Orta, P., Ramírez-Mendoza, A., R., Elizalde, H., Guerra-Zubiaga, & David. (2006). Use of Reverse Engineering As a Teaching Tools In Mechanical Engineering Education. *American Society for Engineering Education*.

Paolitto, D. P. (1976). The effect of cross-age tutoring on adolescence: An inquiry into theoretical assumptions. *Review of Educational Research,* 46(2), 215-237.

Pennebaker, J. (2017). Mind mapping: Using everyday language to explore social & psychological processes. *Procedia Computer Science,* 118, 100-107.

President Obama. (2016). President Obama Announces Computer Science For All Initiative. from https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2016/01/30/fact-sheet-president-obama-announces-computer-science-all-initiative-

Pressley, M., Goodchild, F., Fleet, J., Zajchowski, R., & Evans, E. (1989). The challenges of classroom strategy instruction. *The Elementary School Journal,* 89(3), 301-342.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Raja, V., & Fernandes, K. J. (2007). *Reverse engineering: an industrial perspective*: Springer Science & Business Media.

Relan, A., & Gillani, B. (1997). Web-based instruction and the traditional classroom: Similarities and differences. *Web-based instruction,* 62, 41-46.

Riahi, G. (2015). E-learning systems based on cloud computing: a review. *%J Procedia Computer Science,* 62, 352-359.

Roscoe, J. F., Fearn, S., & Posey, E. (2014). *Teaching computational thinking by playing games and building robots.* Paper presented at the Interactive Technologies and Games (iTAG), 2014 International Conference on.

Ruthmann, A., Heines, J. M., Greher, G. R., Laidler, P., & Saulters II, C. (2010). *Teaching computational thinking through musical live coding in scratch.* Paper presented at the Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education.

Selby, C., Dorling, M., & Woollard, J. (2014). Evidence of assessing computational thinking.

Shorey, A. (1982). Peer counseling and achievement motivation: a comparison of two counseling approaches in an urban middle school.

Shorfuzzaman, M., Alelaiwi, A., Masud, M., Hassan, M. M., & Hossain, M. S. J. C. i. H. B. (2015). Usability of a cloud-based collaborative learning framework to improve learners' experience. 51, 967-976.

Songserm, U., Tosola, C., & arts. (2017). Active Learning Instruction for higher order thinking skill development. *Veridian e-Journal International Humanities, Social Sciences,* 10(5), 594-600.

Spiliopoulos, L. (2012). Pattern recognition and subjective belief learning in a repeated constant-sum game. *Games economic behavior,* 75(2), 921-935.

Subramaniam, N. K., & Kandasamy, M. J. A. j. o. e. t. (2011). The virtual classroom: A catalyst for institutional transformation. 27(8).

Sutiwat Supaluk. (2017). The development of computer assisted instruction: flowchart lesson to encourage computational thinking for undergraduate students. *Third International Conference on Education and Distance Learning. Sri Lanka*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Swaid, S. I. J. P. M. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. 3, 3657-3662.

Telea, A., Byelas, H., & Voinea, L. (2009). A framework for reverse engineering large C++ code bases. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science,* 233, 143-159.

The National Science Foundation. (2013). Computational thinking. from https://www.nsf.gov/events/event_summ.jsp?cntn_id=114985&org=NSF

Tiwari, N., & Prasad, L. (2015). Reverse engineering tools for simplifying programming environment through flowcharting. *Int. Journal of Eng. Trends Technology,* 26, 65-71.

Topping, K. J., & Ehly, S. W. (2001). Peer assisted learning: A framework for consultation. *Journal of Educational*

Psychological Consultation, 12(2), 113-132.

Wang, J., Lv, Y., Jou, M., & Zhang, J. J. C. i. H. B. (2016). Research on the effects of cloud-based pedagogy for creative talents: A case study on Chinese High School. 63, 229-239.

Werner, L., Denner, J., & Campe, S. (2014). *Using computer game programming to teach computational thinking skills.* Paper presented at the Learning, education and games.

Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. C. (2012). *The fairy performance assessment: measuring computational thinking in middle school.* Paper presented at the Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education.

Williams, B., & Reddy, P. (2016). Does peer-assisted learning improve academic performance? A scoping review. *Nurse education today,* 42, 23-29.

Williams, L., & Kessler, R. (2002). *Pair programming illuminated*: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM,,* 49(3), 33-35.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physicalengineering sciences,* 366(1881), 3717-3725.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Wongsa, B., Dachakupt, P., & Sakolrak, S. (2010). Development of an instructional process based on Ennis approach and peer coaching technique to enhance critical thinking ability-Rajabhat Unversity students.

Wu, G., Vachtsevanos, F., Lewis, M., Roemer, A., & Hess, B. (2006). *Intelligent fault diagnosis and prognosis for engineering systems*: Wiley, Hoboken, NJ.

Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education,* 14(1), 5.

Zhang, Y., Gao, Y., Zou, J., & Bao, A. (2014). Research on Multimedia Teaching and Cultivation of Capacity for Computational Thinking *Frontier and Future Development of Information Technology in Medicine and Education* (pp. 2779-2783): Springer.

Zin, N. A. M., Jaafar, A., & Yue, W. S. (2009). Digital game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history. *WSEAS transactions on computers,* 8(2), 322-333.

กมล หลีกภัย. (2525). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยี. from http://www.mua.go.th/users/tqf-hed/news/data6/Bachelor%20of%20Technology_r.pdf

กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา. (2017). พิมพ์เขียว Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน. from https://www.nstda.or.th/th/nstda-doc-archives/thailand-40/11625-blueprint-thailand-4

กุลชัย กุลตวนิช. (2557). ระบบการเรียนบนห้องเรียนเสมือนแบบคลาวด์ตามแนวคิดการเรียนรู้คอนเน็คติวิสม์ เพื่อส่งเสริมการรู้สารสนเทศและการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการรู้สารสนเทศสำหรับนิสิตนักศึกษาปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). การคิดเชิงวิเคราะห์ = *Analytical thinking* (2 ed.): กรุงเทพฯ: บริษัทซัคเซส มีเดีย จำกัด.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จักรภพ ธาตุสุวรรณ. (2545). สถิติวิเคราะห์. from http://cmuir.cmu.ac.th/handle/6653943832/33482

จินตวีร์ คล้ายสังข์ และประกอบ กรณีกิจ. (2559). การออกแบบเว็บเพื่อการเรียนการสอน: แนวทางการประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนแบบผสมผสานอีเลิร์นนิง และออนไลน์เลิร์นนิง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2550). *E-Instructional Design* วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). การออกแบบการเรียนแนวดิจิทัล = *Digital learning design*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉัตรชัย ไชยวุฒิ. (2552). การใช้กระบวนการนิเทศแบบเพื่อนช่วยเพื่อนในโรงเรียนอนุบาลสภาพร. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พี บาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.

เชิดวงศ์ หงษ์ศรีจินดา. (2557). การพัฒนาระบบจัดการความรู้ส่วนบุคคลที่ใช้สัญญาการเรียนรู้และเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำงานวิชาการของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา. (วิทยานิพนธ์นี้ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาติ คำปลิว. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิทยาการการคำนวณชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัทอักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด.

ทิศนา แขมมณี. (2558). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนพล ลิ่มอรุณ. (2554). ผลของการฝึกอบรมออนไลน์แบบโครงงานด้วยเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนที่มีต่อความสามารถในการเขียนแผนการการจัดการการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการไอซีทีในการสอนของครูมัธยมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรวดี ถังคบุตร. (2552). การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้แผนผังทางปัญญา เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์นี้ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2548). สถิติชวนใช้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิพนธ์ นิลคง. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประคอง กรรณสูตร. (2525). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บรรณกิจ.

ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ และณมน จีรังสุวรรณ. (2558). การประมวลผลกลุ่มเมฆกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. บทความวิชาการ พัฒนาเทคนิคศึกษา.

ราชกิจจานุเบกษา พระราชบัญญัติ ลิขสิทธิ์ ฉบับที่ 2. (2558). from https://ictlawcenter.etda.or.th/files/law/file/52/9b3da7a8a28d49b9d78fd88171695e8b.pdf

วัชราภรณ์ เขียนแม้น. (2557). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ วิชาการสร้างเว็บ เพจด้วยภาษา *HTML* ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยใช้ใบประลอง. (วิทยานิพนธ์หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิจารณ์ พานิช. (2548). การจัดการความรู้ ฉบับนักปฏิบัติ: กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). เอกสารประกอบการสอนวิชา 0506703 พัฒนาการเรียนการสอน: มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วีระ สุดสังข์. (2550). การคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดสร้างสรรค์. . กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

ศศิพิมล ประพินพงศกร. (2560). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามทฤษฎีกิจกรรมโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ห้องสมุด สำหรับนิสิตวิชาชีพสารสนเทศ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ศิวนิต อรรถวุฒิกุล. (2551). การพัฒนากระบวนการ แลกเปลี่ยน เรียนรู้โดยใช้ คอมพิวเตอร์สนับสนุนการ เรียนรู้อย่าง ร่วมมือตามแนวคิดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อสร้างพฤติกรรมการสร้างความรู้ของนิสิตนักศึกษาระดับ บัณฑิตศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). การเลือกใชสถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: บุญศิริการพิมพ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. (2015). เปลี่ยนประเทศไทยสู่ Industry 4.0. from https://www.ftpi.or.th/download/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. .

สรัญญา เชื้อทอง. (2553). การพัฒนารูปแบบห้องเรียนเสมือนโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกันและการเรียนการสอนแบบซินเนคติกส์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน from http://schoolmis.obec.expert/v51_4.pdf

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาอุดมศึกษา. (2558). กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ. from http://www.mua.go.th/users/tqf-hed/

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). สถิติการศึกษาประจำปี 2559. from http://www.en.moe.go.th/enMoe2017/images/PDF/statistics2559.pdf

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2557). Cloud computing. from https://www.nstdaacademy.com/webnsa/index.php/advancedtraining/practitioner/css2018-1

สำนักส่งเสริมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2556). เทคโนโลยีคลาวด์. from http://www.mdes.go.th/view/1/

สุปรีย์ บูรณะกนิษฐ์. (2556). ผลของการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). เทคโนโลยีการศึกษา: หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

สุรชัย มีชาญ. (2547). ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน. ว.สงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 10(2).

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). 20 วิธีจัดการเรียนรู้ (Vol. 4): กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์

โสภณ เสรีเสถียรทรัพย์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โมเดลธุรกิจด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม *5W1H* ร่วมกันบนเว็บ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์

อรนุช ศรีสะอาด. (2554). การประเมินตนเอง (Self-Assessment) วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 17(2).

อาณัติ รัตนถิรกุล และกฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2557). การพัฒนารูปแบบการบริการจัดการความรู้ผ่านเทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ. บทความวิชาการพัฒนาเทคนิคศึกษา.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุธิวัชร ศุภลักษณ์
วัน เดือน ปี เกิด	17 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	อุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา	ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ที่อยู่ปัจจุบัน	0660 สวนธนคอนโด ซ 9 ถ พุทธบูชา47 แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
ผลงานตีพิมพ์	A Proposed Model of a Cloud Based Learning System Using P2P Reverse Engineering Approach To Enhance Computational Thinking of undergraduate students .Veridian E-Journal, Silpakorn University.International (Humanities, Social Sciences and Arts) Volume 11 Number 5 July-December 2018.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University