นวัตกรรมฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง

น.ส.ณัฐธภา พงษ์พานิช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา) สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและ
การจัดการนวัตกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Innovation of Block-Based Programming Hardware in The Form of A Robotic Pet

Miss Nattapa Pongpanich

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Technopreneurship and Innovation Management
Inter-Department of Technopreneurship and Innovation Management
GRADUATE SCHOOL
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นวัตกรรมฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง
โดย	น.ส.ณัฐธภา พงษ์พานิช
สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน อัศวานันท์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ฉัพพรรณรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.จารุณี วงศ์ลิมปิยะรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน อัศวานันท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิเลิศ ภูริวัชร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ เจตธำรงชัย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐธภา พงษ์พานิช : นวัตกรรมฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง. (Innovation of Block-Based Programming Hardware in The Form of A Robotic Pet) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.กวิน อัศวานันท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาฯ 2) เพื่อศึกษาวิธีการนำไปใช้ฯ และ 3) ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาฮาร์ดแวร์และการนำไปใช้ คือ ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการประเมินการใช้งานของฮาร์ดแวร์ต้นแบบ และ ด้านการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาจำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้งในด้านฮาร์ดแวร์ฯ และ ในด้านการนำไปจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมิน Scoring Rubric ทั้งก่อนและหลังเรียน ทั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อศึกษาผลการพัฒนาหลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบเปรียบเทียบ คะแนนแบบ Paired-samples T-Test ร่วมกับการอธิบายผล

ผลการวิจัยพบว่า ฮาร์ดแวร์ฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนประถมศึกษา ผลการทดลองนำฮาร์ดแวร์ฯไปใช้ พบว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษามีพัฒนาการด้านหลักการคิดเชิงคำนวณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา)	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

6380162320 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT
KEYWORD: Coding, Early Childhood, Educational Technology, Problem Solving, Programming

Nattapa Pongpanich : Innovation of Block-Based Programming Hardware in The Form of A Robotic Pet. Advisor: Asst. Prof. KAVIN ASAVANANT, Ph.D. Co-advisor: Prof. Jintavee Khlaisang, Ph.D.

The purpose of this research were (1) to develop the block-based programming hardware, (2) to create the lesson plan using block-based programming hardware as an instructional tool, (3) to try out the block-based programming hardware. The subjects in hardware development and lesson plan creation process consisted of specialists in 2 fields including specialists in hardware development and lesson plan creation for elementary. The subjects in the experiment are 5 elementary school students. The research instruments consisted of a specialist interview form. The data gathering instruments consisted of a rubric scoring form which was an analysis of statistical information to compare by using a Paired-samples T-Test together with the result description.
The development of the block-based programming hardware shows that the hardware is suitable to use with elementary school students as an instructional tool. The experimental result indicated that the elementary school students developed computational thinking concepts after the experiment was significantly higher than the pre-experiment at the .05 level of significance.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Technopreneurship and Innovation Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษาจากท่านผู้มีพระคุณหลายท่านรอบตัวข้าพเจ้า

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กวิน อัศวานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ที่ให้ความรู้ แนะนำแนวทาง และผลักดันจนได้รับความสำเร็จตลอดมา ทุกกำลังใจล้วนส่งเสริมให้เป็นแรงกำลังใน การก้าวสู่สิ่งที่มุ่งหวังไว้ร่วมกัน รวมถึงการที่เป็นแรงบัลดาลใจในการพัฒนาตนเอง และไม่หยุดที่จะเรียนรู้ ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่อยู่ ภายหน้า เพื่อจะได้มีโอกาสสำเร็จไปสู่อีกขั้นทางด้านวิชาการในอนาคต

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง รวมทั้งให้คำแนะนำองค์ความรู้ แนวทางในการศึกษาค้นคว้ามาโดยตลอด และให้ความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. จารุณี วงศ์ลิมปิยะรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร. วิเลิศ ภูริวัชร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ เจตธำรงชัย ที่กรุณาเป็นเกียรติเป็น ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ นายอภิชาติ พูลสวัสดิ์ นายธีร์ธวัช กำทอง นางสาวพิมลมุก มิสรัตน์ และนายนวภัทร ลาจันทะ ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณน้า คุณยายและครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสนับสนุน ดูแลเป็นอย่างดีมาตลอด

ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวถึงและผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ได้มีส่วนช่วยเหลือในการสนับสนุนให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ และขอมอบคุณประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นกตเวทิตาคุณแด่ บิดามารดา ครู อาจารย์ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา ขอน้อมคารวะแด่ผู้เขียนตำราวิชาการที่ได้ศึกษาค้นคว้าและใช้อ้างอิงทุกท่าน

ณัฐธภา พงษ์พานิช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย 1

1.2 คำถามของงานวิจัย 7

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 7

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 8

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร 8

1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ 8

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา 8

1.4.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา 8

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย 8

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 9

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 10

1.8 Technology Innovation Management (TIM) 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
2.1 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการทำเกมเพื่อการศึกษา 12
2.2 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) 15
2.3 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็ก 22
2.4 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับสอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ 32
2.5 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญา 35
2.6 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงที่สอดคล้องกับพัฒนาการเด็ก 39
2.7 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) 41
2.8 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดล TPACK 43
2.9 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับทักษะสำคัญในอนาคต 48
2.10 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) 50
2.11 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) 51
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 55
3.1 การวิจัยระยะที่ 1 59
3.2 การวิจัยระยะที่ 2 60
3.3 การวิจัยระยะที่ 3 60
3.3.1 ประชากร 60
3.3.2 กลุ่มตัวอย่าง และ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 60
3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 61
3.3.4 วิธีดำเนินการ 61
3.3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 62
3.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ 64
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์ สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา... 71
ตอนที่ 3 ผลการทดลองการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์ สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 91
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 102
สรุปผลการวิจัย 102
อภิปรายผลการวิจัย 105
ข้อเสนอแนะ 107
บทที่ 6 ศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ 109
วิเคราะห์สภาพธุรกิจโดย BCG Matrix (Boston Consulting Group) 109
วิเคราะห์สภาพการแข่งขันและคู่แข่งด้วย Five Forces Model 110
วิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยใช้ PEST Analysis 112
วิเคราะห์ SWOT Analysis 113
การแบ่งส่วนตลาดและการวางตำแหน่งทางการตลาด (STP) 114
ส่วนประสมทางการตลาด 7Ps (7Ps of Marketing Mix) 116
แผนการเงิน 119
บรรณานุกรม 123
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานวิจัย 127
ภาคผนวก ข 129
ประวัติผู้เขียน 138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดหลักสูตรวิทยาการคำนวณของระดับชั้นประถมศึกษา 54

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน 100

ตารางที่ 3 ผลการประเมินแบบ Scoring Rubric จำแนกตามองค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณ 100

ตารางที่ 4 ตารางประมาณการในการขายสินค้าและรายได้รายปี 119

ตารางที่ 5 ตารางประมาณการต้นทุนขาย 120

ตารางที่ 6 ตารางประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหาร 120

ตารางที่ 7 งบแสดงฐานะทางการเงิน 121

ตารางที่ 8 งบกำไรขาดทุน 121

ตารางที่ 9 งบกระแสเงินสด 122

ตารางที่ 10 ตารางบทสรุปทางการเงิน 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ โดย Let's Talk Science)..... 2

ภาพที่ 2 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ Traditional Model และ Gamified Model..... 3

ภาพที่ 3 ตารางแสดงประเภทของการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการสอนเขียนโปรแกรม 3 ประเภท.. 4

ภาพที่ 4 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ในด้านซ้าย (a) ชื่อว่า Code-a-pillar และ ในด้านขวา (b) ชื่อว่า Bee-Bot..... 5

ภาพที่ 5 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual Kits) ที่มีชื่อว่า ScratchJr..... 6

ภาพที่ 6 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid Kits) ที่มีชื่อว่า Thymio Robot..... 6

ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 8

ภาพที่ 8 ภาพแสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ Traditional Model และ Gamified Model..... 12

ภาพที่ 9 ภาพแสดงภาพรวมของการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมทั้ง 3 แนวทาง และแสดงถึงเกมที่ถูกสร้างขึ้น..... 14

ภาพที่ 10 กรอบแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Framework)..... 15

ภาพที่ 11 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ โดย Let's Talk Science..... 16

ภาพที่ 12 รายละเอียดแนวทางการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Approaches) และตัวอย่างของผลผลิตหรือแนวทางการแก้ปัญหาจากการคิดเชิงคำนวณ (Computational Solutions and Products)..... 20

ภาพที่ 13 ตารางแสดงคุณลักษะที่แตกต่างกันของชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical) ชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual) และ ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid)..... 22

ภาพที่ 14 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีการออกแบบให้คล้ายสัตว์ ในด้านซ้าย (a) ชื่อว่า Code-a-pillar และ ในด้านขวา (b) ชื่อว่า Bee-Bot..... 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีการออกแบบให้มีลักษณะภายนอกเหมือนรถยนต์ ชื่อว่า Pro-Bot 23

ภาพที่ 16 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีแยกส่วนบล็อกตัวต่อและหุ่นยนต์ออกจากกัน ในด้านซ้าย (a) ชื่อว่า Cubetto ในส่วนตรงกลาง (b) เป็นส่วนบล็อกตัวต่อของหุ่นยนต์ชื่อว่า Kibo และ ในด้านขวา (c) ชื่อว่า Plobot 24

ภาพที่ 17 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีแยกส่วนบล็อกตัวต่อและหุ่นยนต์ออกจากกัน ในด้านซ้าย (a) แผนที่การผจญภัยทางกายภาพของ Cubetto ในส่วนขวา (b) การตกแต่งหุ่นยนต์เพื่อสร้างตัวละครในแบบที่ต้องการด้วย Kibo 25

ภาพที่ 18 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพบางรูปแบบที่ไม่มีส่วนประกอบของอิเล็กทรอนิกส์ ชื่อว่า Robot Turtles 25

ภาพที่ 19 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์เสมือน ในส่วนซ้าย (a) ชื่อว่า LightBot และ ในส่วนขวา (b) ชื่อว่า ScratchJr 26

ภาพที่ 20 ชุดอุปกรณ์เสมือนแบบเกม ชื่อว่า Run Marco! ในส่วนซ้าย (a) คือสถานการณ์การเล่นที่แตกต่างกัน และ ในส่วนขวา (b) คือระดับการเล่น 27

ภาพที่ 21 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid Kits) ที่มีชื่อว่า Thymio Robot 27

ภาพที่ 22 ประเภทของอินเทอร์เฟซ 28

ภาพที่ 23 ตัวอย่างการใช้ของเล่น Coding Awbie 30

ภาพที่ 24 ตัวอย่างของของเล่น Kibo 31

ภาพที่ 25 ภาพภายในโปรแกรม Scratch ซึ่งเป็นโปรแกรมสอนเขียนโค้ดแบบตัวต่อ 32

ภาพที่ 26 ตัวอย่างภายในโปรแกรม Scratch ซึ่งเป็นโปรแกรมสอนเขียนโค้ดแบบตัวต่อ 34

ภาพที่ 27 “Blockly” หุ่นยนต์ที่สั่งการได้โดยเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ 35

ภาพที่ 28 องค์ความรู้ของครูที่ประกอบรวมเป็นโมเดล TPACK 43

ภาพที่ 29 การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง ที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา อย่างมีประสิทธิภาพ 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 30 การศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา 57

ภาพที่ 31 การศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ หลักการคิดเชิงคำนวณ 58

ภาพที่ 32 โครงร่างฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงด้วยโปรแกรม Cinema4D 67

ภาพที่ 33 โครงร่างต้นแบบฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง..... 67

ภาพที่ 34 โครงร่างฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงด้วยโปรแกรม Solidworks 68

ภาพที่ 35 ต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เสร็จสมบูรณ์ 69

ภาพที่ 36 การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเข้ากับคอมพิวเตอร์ . 69

ภาพที่ 37 เกมกระดานขนาด A0 (ปรับปรุงหลังนำส่งผู้เชี่ยวชาญ)..... 83

ภาพที่ 38 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณกับนักเรียนคนที่ 1 (นักเรียนเสื้อดำ) และ 2 (นักเรียนเสื้อขาว) 92

ภาพที่ 39 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณกับนักเรียนคนที่ 3 (นักเรียนเสื้อสีน้ำเงิน) และ 4 (นักเรียนเสื้อสีขาว) 93

ภาพที่ 40 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณกับนักเรียนคนที่ 5 94

ภาพที่ 41 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 1 95

ภาพที่ 42 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 2 96

ภาพที่ 43 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 3 97

ภาพที่ 44 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4 98

ภาพที่ 45 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 5 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 46 ตราสัญลักษณ์ TAMACODEJI (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) 109
ภาพที่ 47 ภาพ BCG Matrix ที่มีการวาง TAMACODEJI ในตำแหน่ง Question Marks 109
ภาพที่ 48 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ Makeblock 110
ภาพที่ 49 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ LEGO 111
ภาพที่ 50 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ Micro:bit 111
ภาพที่ 51 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ KidBright 111
ภาพที่ 52 การวางตำแหน่งของ TAMACODEJI เมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง 115
ภาพที่ 53 TAMACODEJI (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) .. 116
ภาพที่ 54 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ ของ TAMACODEJI 117
ภาพที่ 55 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่าน Facebook Fanpage ของ TAMACODEJI 117
ภาพที่ 56 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่าน Shopee ของ TAMACODEJI 118
ภาพที่ 57 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่าน Lazada ของ TAMACODEJI 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

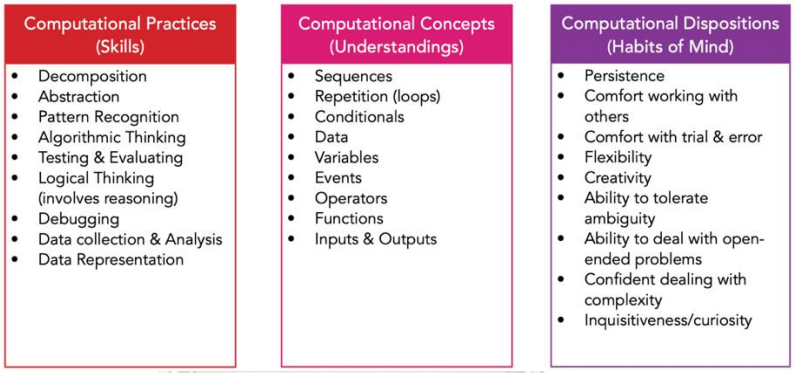
ปัจจุบันการเติบโตอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นวงกว้างทั่วโลก เป็นเหตุให้ทุกประเทศและทุกภาคส่วนนอกจากจะต้องปรับตัวให้เท่าทันต่อเทคโนโลยีอยู่ตลอดเวลาแล้ว ยังต้องมุ่งสู่การพัฒนานวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดเกิดวิสาหกิจเริ่มต้น (Startup) ขึ้นมาทั่วโลกเป็นจำนวนมากเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้คน ในทุกวินาทีมีอุปกรณ์ใหม่ 127 อุปกรณ์เชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ต (McKinsey & Company, 2561) และมีผู้ใช้กว่า 4 พันล้านคนกำลังใช้อินเทอร์เน็ตอยู่ (DataReportal, 2564) กล่าวได้ว่า เทคโนโลยีดิจิทัลอยู่ในทุกช่วงเวลาของการใช้ชีวิต

ท่ามกลางกระแสเทคโนโลยีที่เติบโตอย่างก้าวกระโดดส่งผลให้โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงก็จำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าที่เกิดขึ้น ซึ่งหนึ่งในสิ่งสำคัญที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างมากจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำคือ “ทักษะที่จำเป็นในการเรียน การทำงาน และการดำรงชีวิต” โดยถูกรวมและเรียกว่า “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st-Century Skill)” ซึ่งจำแนกได้เป็น “3Rs และ 8Cs” ดังนี้ (วัชระ จตุพร, 2561)

1) ทักษะ 3Rs เป็นทักษะจำเป็นพื้นฐาน ประกอบด้วย สามารถอ่านออกได้ (Reading) สามารถเขียนได้ (Writing) และ สามารถคิดเลขเป็น (Arithmetic)
2) ทักษะ 8Cs เป็นทักษะที่ทำให้สามารถมีความรู้ความเข้าใจทั้งในด้านการเรียน การทำงาน และ การดำรงชีวิต มีตรรกะทางความคิดพิจารณารายละเอียดได้ดีและการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย ทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ปัญหาได้ (Critical thinking and problem solving) ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงนวัตกรรม (Creativity and innovation) ความเข้าใจในความแตกต่างและกระบวนการคิดของแต่ละวัฒนธรรม (Cross-cultural understanding) ความสามารถในการร่วมมือกันทำงานเป็นทีมและมีภาวะความเป็นผู้นำ (Collaboration teamwork and leadership) ทักษะในการสื่อสารข้อมูลและการรู้เท่าทันสื่อ (Communication information and media literacy) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และความเข้าใจในเทคโนโลยี (Computing and IT literacy) ทักษะด้าน

อาชีพและความสามารถในการเรียนรู้ (Career and learning skills) และ ความรู้เห็นอกเห็นใจผู้อื่น (Compassion)

การมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จะส่งผลให้ผู้มีทักษะสามารถพัฒนาตนเองนำไปสู่ความสำเร็จได้ทั้งด้านการเรียน การเงิน และการดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยหนึ่งในการเรียนรู้สำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้คือ “การเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Concept)” หมายถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาและคิดอย่างมีระบบ ซึ่งสามารถแบ่งออกมาเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การฝึกคิดเชิงคำนวณ (Computational Practices) ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะ แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Concepts) ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจ และ คุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Dispositions) ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการคิด โดยมีรายละเอียด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ โดย Let’s Talk Science)[1]

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณจึงทำการค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องช่วงวัยที่เหมาะสำหรับเริ่มต้นในการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งจากผลศึกษาเรื่อง “Kids Block Coding Game: A game to introduce programming to kids” (Forquesato, L. E. T. และ Borin, J. F., 2018) พบว่า “ยิ่งนักเรียนเริ่มต้นเรียนรู้แนวคิดทฤษฎีที่มีลักษณะเป็นแบบนามธรรมได้เร็วเพียงใด ก็จะยิ่งผลให้นักเรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาและเรียนรู้ได้ง่ายมากขึ้น รวมถึงสามารถนำไปใช้ต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ในขั้นที่สูงขึ้นได้โดยง่าย” ดังนั้นงานวิจัยเล่มนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาหรือวัยเด็กที่มีอายุระหว่าง 6 – 12 ซึ่งเป็นช่วงวัยที่เริ่มสมาธิจดจ่อและทำกิจกรรมได้นานขึ้น ดังนั้นการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนประถมศึกษาจึงเป็นเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญทำจะ

[1] Let’s Talk Science. (2018). Computational thinking framework 2018. https://letstalkscience.ca/sites/default/files/2019-10/LTS-Computational_Thinking_Framework-2018.pdf

ทำให้นักเรียนมีพื้นฐานในการคิดและจัดการปัญหาได้อย่างมีระบบ อันจะนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดไปสู่ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และ อาชีพที่ต้องการในอนาคตได้

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเกมเพื่อการศึกษา (Gamification in Education) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนโดยมีแรงจูงใจในรูปแบบเสมือนการเล่นเกม โดยมีแนวคิดดังนี้

เกมเพื่อการศึกษาถูกใช้ในห้องเรียนมาเป็นเวลานานสอดแทรกอยู่ในกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียน ยกตัวอย่างเช่น การมอบเหรียญตราให้กับนักเรียนที่เรียนดีเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนฝึกฝนและตั้งใจเรียน ซึ่งถือเป็นหนึ่งในการทำเกมที่ให้ประโยชน์มากแก่ทั้งครูและนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนได้รับแรงบันดาลใจ มีกำลังใจในการศึกษาและมุ่งมั่นในการเรียนของตนเองมากขึ้น โดยที่การจัดการเรียนรู้แบบเกมเพื่อการศึกษานั้นมีความแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ดังภาพที่ 2

Traditional model	Gamified model
Teacher teach students	Self learning
Marks to evaluate students	Points to evaluate students
Text (books and board)	Design (more attractive)
Topics to define course contents	Levels (more competition)
Increased complexity	Stages (more complexity)
Test	Master level
Grade	Rank

ภาพที่ 2 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ Traditional Model และ Gamified Model[2]

เมื่อทำการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมกับการจัดการเรียนรู้แบบเกมเพื่อการศึกษา จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเกมเพื่อการศึกษาจะมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้แต้มคะแนนเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ มีการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่น่าดึงดูดกว่า มีการจัด วัด และเลื่อนลำดับขั้นของนักเรียนขึ้นไปเรื่อย ๆ ส่งผลให้เกิดแรงจูงใจในการมุ่งมั่นเพื่อไปไปสู่ระดับที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเพื่อการศึกษาจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่มีความยากได้ ซึ่งข้อดีของเกมเพื่อการศึกษามีดังนี้

1) สามารถกระตุ้นความรู้สึกที่หลากหลายของนักเรียนได้ ตั้งแต่การสร้างความอยากรู้อยากเห็นไปจนถึงความท้าทายไปจนถึงความปิติยินดี ตลอดจนการตอบสนองทางอารมณ์ในเชิงบวก เช่น การมองโลกในแง่ดีและความภาคภูมิใจ

[2] Elshiekh, R., & Butgerit, L. (2017). Using Gamification to Teach Students Programming Concepts. *Open Access Library Journal*. https://doi.org/https://doi.org/10.4236/oalib.1103803

2) ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจของนักเรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้
3) นักเรียนจะมีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นและปัญหาต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาคำตอบผ่านการพูด การฟัง และ การวิเคราะห์อย่างกระตือรือร้น
4) เปิดโอกาสให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออก ได้มีโอกาสแสดงออก ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสที่จะเปิดเผยตัวตนต่อสาธารณะ
5) จากการต้องเรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการและวางแผนการเรียนของตนเองได้ นักเรียนจะสามารถล้มเหลวและลองใหม่อีกครั้งโดยไม่ต้องกลัวผลกระทบด้านลบ และยังได้รับข้อเสนอแนะทันที

นอกจากการศึกษาในด้านการนำเกมเพื่อการศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณแล้ว เมื่อกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นประถมศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งเป้าไปที่การทำอุปกรณ์ที่สามารถช่วงส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยทั่วไปแล้วชุดอุปกรณ์ที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของเด็กจะประกอบได้ด้วย ตัวต่อคำสั่ง หุ่นยนต์หรือตัวละครสมมติที่ถูกควบคุมได้โดยตัวต่อคำสั่ง และ อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ ซึ่งสามารถจำแนกเป็นประเภทของการออกแบบชุดอุปกรณ์สำหรับการสอนเขียนโปรแกรมได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical) ที่จับต้องได้ ชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual) เช่น แอปพลิเคชั่น และ ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid) โดยเป็นการรวมให้มีทั้งส่วนที่จับต้องได้และส่วนที่เป็นแบบเสมือน ดังตารางที่ 3

The main design features of the three category kits: physical, virtual, and hybrid kits.

Kit categories	Major design features
Physical kits	• All components are tangible • Typically consist of a physical robot, a set of coding blocks, and some supporting materials • All robots move around using wheels • Some robots include sensors, lights, and sound devices • Most kits separate the coding blocks and the robot • The design of coding blocks primarily uses tangible tiles or cubes • Many kits provide supporting materials such as adventure maps, craft materials, storybooks, or coding cards to help scaffold children's play experience. • A few kits are based on board games or storybook • Puzzle piece is a common form for the coding block design • Different colors are utilized to make different-command blocks more distinguishable • Most programming commands involve motion
Virtual kits	• Mobile or PC-based applications • Most kits are in the form of video games that typically include game characters, game or story scenes, and a set of graphical coding blocks • Most video-game-based kits have rich scenes and different playing levels, more complex computational ideas will be involved as the game levels go up • A few kits are designed for children to create interactive stories and animations • Virtual kits generally include various coding blocks of operations • Puzzle piece and square are a common form for the coding block design • Different colors are utilized to make different-command blocks more distinguishable • Most programming commands involve motion

Hybrid kits	• Including both tangible parts and virtual parts
	• Kits with physical robots and graphical programming environments usually consist of a physical robot, a mobile-based coding application, and some supporting materials:
	  • The robots use wheels to move
	  • The robots usually include sensors, light and/or sound devices
	  • Graphical programming environments that ask children to create programs by dragging and dropping the blocks together
	  • Some kits provide some supporting materials, such as adventure maps and craft materials
	• Kits with virtual sprites and tangible programming environment generally consist of a virtual game or animation application and a set of tangible programming blocks:
	  • Ask children to create a sequence of code by connecting tangible blocks to control a virtual sprite
	  • The virtual game parts of these kits usually have rich scenes and different playing levels for children to explore
	• Puzzle piece is a common form for the coding block design
	• Different colors are utilized to make different-command blocks more distinguishable
	• Most programming commands involve motion

ภาพที่ 3 ตารางแสดงประเภทของการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการสอนเขียนโปรแกรม 3 ประเภท[3]

[3] Yu, J., & Roque, R. (2019). A review of computational toys and kits for young children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *21*, 17-36. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.04.001

ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ดังภาพที่ 4 คือชุดอุปกรณ์ที่ส่วนประกอบทั้งหมดสามารถจับต้องได้ ซึ่งจะประกอบไปด้วยหุ่นยนต์ที่จะเป็นตัวหลัก ชุดตัวต่อคำสั่ง และอุปกรณ์เสริมบางอย่าง โดยทั่วไปแล้วหุ่นยนต์ทุกตัวจะสามารถเคลื่อนที่โดยใช้ล้อได้ หุ่นยนต์บางตัวอาจมีส่วนพิเศษเพิ่มเติมเช่น เซนเซอร์ แสง และ เสียง ส่งผลให้สามารถตอบสนองกับนักเรียนได้มากกว่าเดิม สำหรับรูปแบบกายภาพนั้น ชุดตัวต่อคำสั่งจะเป็นแบบจับต้องได้ โดยอาจจะมีลักษณะเป็นกล่อง หรือแผ่นจิ๊กซอว์ นอกจากนี้ในส่วนของอุปกรณ์เสริมอาจประกอบได้ด้วย แผนที่การผจญภัย หนังสือนิทาน การ์ดเกม หรืออื่น ๆ เพื่อเสริมแรงจูงใจให้กับนักเรียนมากขึ้น ส่วนมากการจัดการเรียนรู้ผ่านชุดอุปกรณ์แบบกายภาพจะเน้นในการใช้คำสั่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์จริง และ สามารถเห็นภาพและเข้าใจได้จริง

ภาพที่ 4 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ในด้านซ้าย (a) ชื่อว่า Code-a-pillar และ ในด้านขวา (b) ชื่อว่า Bee-Bot[4]

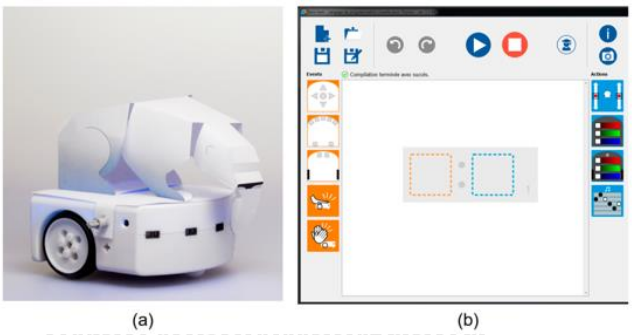
ชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual Kits) ดังภาพที่ 5 เป็นแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือคอมพิวเตอร์อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมภายในไม่มีชิ้นส่วนที่จับต้องได้ ชุดอุปกรณ์เสมือนส่วนมากจะอยู่ในรูปแบบที่นักเรียนเคยชินซึ่งคือ “เกม” ประกอบด้วย ตัวละครหลักของผู้เล่น และด่านต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องใช้การเขียนโปรแกรมเข้ามาช่วยให้ผ่านด่าน เนื่องจากกิจกรรมทั้งหมดเป็นแบบเสมือนทำให้ผู้สร้างสามารถออกแบบเนื้อหาและกิจกรรมได้ซับซ้อนกว่าชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การที่นักเรียนจะได้ฝึกฝนและได้เรียนบทเรียนที่มีความยากและความซับซ้อนสูง โดยเป็นการเน้นให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวละครหลักของผู้เล่นกับเนื้อเรื่องต่าง ๆ และยังคงเน้นในด้านการใช้คำสั่งเพื่อเคลื่อนที่เช่นเดียวกับชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ อย่างไรก็ตามการใช้เพียงชุดอุปกรณ์เสมือนเพียงอย่างเดียวอาจไม่เหมาะสมกับการจัดการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาเนื่องจากนักเรียนจะสามารถจดจ่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น มือถือ ได้ในเวลาอันสั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[4] Ibid.

ภาพที่ 5 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual Kits) ที่มีชื่อว่า ScratchJr[5]

ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid Kits) ดังภาพที่ 6 ประกอบด้วยทั้งชิ้นส่วนที่จับต้องได้และชิ้นส่วนเสมือนจริง โดยทั่วไปส่วนที่จับต้องได้จะเป็นหุ่นยนต์ และ ส่วนเสมือนจริงจะเป็นแอปพลิเคชั่นในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเปรียบเสมือนการรวมข้อดีของทั้งรูปแบบกายภาพและแบบเสมือนเข้าด้วยกัน นักเรียนสามารถฝึกทักษะในระดับที่ซับซ้อนมากขึ้นได้เรื่อย ๆ ในขณะที่ยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับหุ่นยนต์ในส่วนที่จับต้องได้ จะทำให้นักเรียนสามารถจดจ่อกับการฝึกทักษะได้มากขึ้น



ภาพที่ 6 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid Kits) ที่มีชื่อว่า Thymio Robot[6]

จากช่วงการพัฒนาการของนักเรียนที่อยู่ในช่วงชั้นประถมศึกษา การใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมหรือสามารถจับต้องได้มาร่วมกับการจัดการจัดการเรียนรู้จะมีผลลัพธ์ที่ดีกว่าการที่ให้นักเรียน เรียนผ่านมือถือ เทปเลต หรือ คอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นในทางการพัฒนาอุปกรณ์ในรูปแบบผสมผสานรวมระหว่างแบบกายภาพ (Physical) และเสมือน (Virtual) เข้าด้วยกัน

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความตั้งใจที่จะส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาโดยการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ใน

[5] Ibid.

[6] Ibid.

การจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการได้เรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และ มีการคิดอย่างเป็นระบบ รวมถึงทำให้ในอนาคตนักเรียนจะสามารถทำความเข้าใจต่อทฤษฎีหรือหลักการที่มีความยากและซับซ้อนสูงได้โดยง่าย อันจะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals) ในข้อที่ 4 ด้านการศึกษาที่เท่าเทียม (Quality Education) และ ข้อที่ 10 ด้านการลดความเหลื่อมล้ำ (Reduced Inequalities) จากทั้งหมดที่กล่าวมาจึงเป็นที่มาของวิจัยเล่มนี้

1.2 คำถามของงานวิจัย

1.2.1 รูปแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาควรเป็นอย่างไร

1.2.2 การจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ควรเป็นอย่างไร

1.2.3 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณจะส่งผลต่อนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 เพื่อพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.2 เพื่อศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.3.3 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาเทคโนโลยี (วิทยากรคำนวณ) โดยศึกษาทักษะและพัฒนาการด้านหลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

งานวิจัยนี้มีขอบเขตที่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากสะดวกต่อการทำกิจกรรมเพื่อศึกษาผลก่อนและหลังการเรียนรู้ของนักเรียน

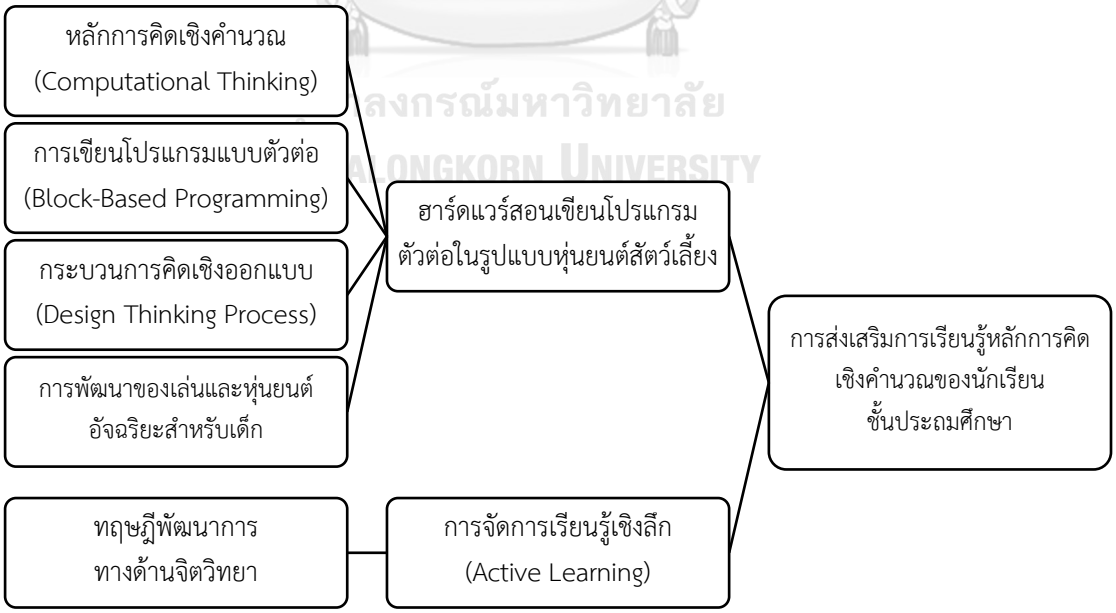
1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

งานวิจัยนี้มีขอบเขตระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2565 จนถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2565

1.4.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาสำหรับงานวิจัยจะประกอบไปด้วยหลายส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยกัน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี ด้านครุศาสตร์ ความรู้ในด้านธุรกิจและการตลาด

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 หลักการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาเชิงคอมพิวเตอร์อย่างมีลำดับ โดยประกอบไปด้วย 7 หัวข้อ ดังนี้

1.6.1.1. ลำดับ (Sequence) คือ การจัดลำดับขั้นตอนของการกระทำสิ่ง ๆ หนึ่งได้

1.6.1.2. การทำซ้ำ (Loops) คือ การสามารถทำตามลำดับซ้ำหลายครั้งได้

1.6.1.3. เหตุการณ์ (Events) คือ การเข้าใจถึงการเกิดเหตุการณ์หนึ่ง จะสามารถส่งผลให้อีกเหตุการณ์เกิดขึ้นได้

1.6.1.4. คู่ขนาน (Parallelism) คือ สามารถกระทำเหตุการณ์ให้เกิดพร้อมกันในเวลาเดียวกันได้

1.6.1.5. เงื่อนไข (Conditionals) คือ สามารถตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ได้

1.6.1.6. ตัวดำเนินการ (Operators) คือ สามารถวางแผนขั้นตอนตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนขั้นสุดท้ายเพื่อบรรลุเป้าหมายได้

1.6.1.7. ข้อมูล (Data) คือ สามารถจดจำ จดจำ เรียกคืน หรือปรับปรุง ข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้

1.6.2 ฮาร์ดแวร์ หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) ที่มีความสามารถคล้ายกับคอมพิวเตอร์ โดยภายในประกอบด้วย ซีพียู, หน่วยความจำ และจุดเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่น ๆ ได้

1.6.3 การสอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ หมายถึง การสอนเขียนโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายการต่อบล็อก (Block-Based Programming) ซึ่งเป็นรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เนื่องจากมีการมุ่งเน้นในด้านตรรกะ ระบบความคิด และทักษะในการแก้ไขปัญหาของนักเรียน

1.6.4 หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ที่ที่มีส่วนประกอบภายในเป็นฮาร์ดแวร์อิเล็กทรอนิกส์ และมีลักษณะภายนอกคล้ายกับสัตว์เลี้ยง

1.6.5 นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ใช้ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของตนเอง

1.6.6 ผู้สอน หมายถึง ครูภายในโรงเรียน หรือ ครูในสถาบันสอนพิเศษ ที่ได้นำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.7.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.7.2 เป็นแนวทางในการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.7.3 เป็นแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

1.8 Technology Innovation Management (TIM)

1.8.1 Technology คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบตัวต่อเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ และ ฮาร์ดแวร์สำหรับการเคลื่อนที่

1.8.2 Innovation คือ การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.8.3 Management คือ การจัดการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับทฤษฎีที่ผู้จัดทำใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดจากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

การทบทวนแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการทำเกมเพื่อการศึกษา

ตอนที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

ตอนที่ 3 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็ก

ตอนที่ 4 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับสอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ

ตอนที่ 5 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญา

ตอนที่ 6 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงที่สอดคล้องกับพัฒนาการเด็ก

ตอนที่ 7 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 8 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดล TPACK

ตอนที่ 9 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับทักษะสำคัญในอนาคต

ตอนที่ 10 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

ตอนที่ 11 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)2.1 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการทำเกมเพื่อการศึกษา

2.1 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการทำเกมเพื่อการศึกษา

การเพื่อการศึกษาถูกใช้ในห้องเรียนมายาวนาน เช่น การมอบเหรียญตราให้กับนักเรียนที่เรียนดีเพื่อกระตุ้นให้พวกเขาฝึกฝนและตั้งใจเรียนก็ถือเป็นหนึ่งในการทำ Gamification ที่ให้ประโยชน์มากมายแก่ทั้งครูและนักเรียน ส่งผลได้รับแรงบันดาลใจให้ศึกษาและลงทุนในการศึกษาของตนเองมากขึ้น โดยที่การจัดการเรียนรู้แบบเกมนั้นมีความแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังภาพที่ 8

Traditional model	Gamified model
Teacher teach students	Self learning
Marks to evaluate students	Points to evaluate students
Text (books and board)	Design (more attractive)
Topics to define course contents	Levels (more competition)
Increased complexity	Stages (more complexity)
Test	Master level
Grade	Rank

ภาพที่ 8 ภาพแสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ Traditional Model และ Gamified Model[7]

Gamification เป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ มีผลกระทบอย่างมากต่อการจัดการจัดการเรียนรู้และการเรียนรู้ Gamification จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน นอกจากนี้ยังช่วยทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่มีความยากได้ ข้อดีของการใช้ Gamification สำหรับการศึกษา

1) สามารถกระตุ้นความรู้สึกที่หลากหลายของนักเรียนได้ ตั้งแต่การสร้างความอยากรู้อยากเห็นไปจนถึงความท้าทายไปจนถึงความปิติยินดี ตลอดจนการตอบสนองทางอารมณ์ในเชิงบวก เช่น การมองโลกในแง่ดีและความภาคภูมิใจ
2) ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจของนักเรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้
3) นักเรียนจะมีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นและปัญหาต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาคำตอบผ่านการพูด การฟัง และ การวิเคราะห์อย่างกระตือรือร้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[7] Elshiekh, R., & Butgerit, L. (2017). Using Gamification to Teach Students Programming Concepts. *Open Access Library Journal*. https://doi.org/https://doi.org/10.4236/oalib.1103803

4) เปิดโอกาสให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออก ได้มีโอกาสแสดงออก ส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสที่จะเปิดเผยตัวตนต่อสาธารณะ

5) จากการต้องเรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการและวางแผนการเรียนของตนเองได้ นักเรียนจะสามารถล้มเหลวและลองใหม่อีกครั้งโดยไม่ต้องกลัวผลกระทบด้านลบ และยังได้รับข้อเสนอแนะทันที

การจำแนกรูปแบบการเรียนรู้ด้านการเขียนโปรแกรมด้วยเกม

1) Authoring-Based Approach

กิจกรรมการเรียนรู้หลักสำหรับนักเรียนในแนวทางนี้คือการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนรู้ผ่านการบรรยายและแบบฝึกหัดแบบดั้งเดิม การจัดการเรียนรู้แบบ Authoring-Based Approach นี้ประสบความสำเร็จอย่างมากอ้างอิงจากในการวิจัยที่ผ่านมา โดยสังเกตได้จากการที่นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจที่มากขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดการเขียนโปรแกรม ความเชื่อมั่นในตนเองในความสามารถ ความพึงพอใจ และการจดจำเนื้อหาได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น นักเรียนจะได้เรียนรู้พื้นฐานการเขียนโปรแกรมโดยการสร้างเกมหรือเปลี่ยนเกมที่มีอยู่ โดยให้เกมที่สร้างขึ้นเป็นรางวัลที่วัดผลความสำเร็จของนักเรียน

กลยุทธ์การจัดการจัดการเรียนรู้เช่นนี้โดยพื้นฐานแล้วมีแนวโน้มที่ดีต่อการเรียนรู้ แต่อย่างไรก็ตามในช่วงแรกของการพัฒนา นักเรียนอาจต้องแก้ไขปัญหากับโจทย์ที่มีความท้าทายไม่มากนัก นอกจากนี้ยังมีประเด็นในเรื่องนักเรียนจะไม่สามารถเห็นภาพผลกระทบของโปรแกรมที่ตนเองได้เขียนไป จนกว่าจะสามารถสร้างโครงสร้างพื้นฐานของเกมสำเร็จ เป็นผลให้นักเรียนไม่เห็นภาพในช่วงแรกของการเริ่มต้นพัฒนาเกมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญอยากมากที่จะส่งผลต่อความสำเร็จทางการเรียนรู้

ในทางกลับกัน นักเรียนจะได้รับเครื่องมือการเรียนรู้ที่เข้าใจง่ายด้วยกราฟิก ซึ่งพวกเขาสามารถทำความเข้าใจแนวคิดการเขียนโปรแกรมได้ โดยปกติ ระบบประเภทนี้จะพยายามลดภาระการเรียนรู้จากภายนอกห้องเรียนของนักเรียน โดยอนุญาตให้สร้างโปรแกรมโดยใช้ภาษากราฟิกแบบบล็อก ทำให้นักเรียนสามารถมุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบในการแก้ปัญหา

2) Play-Based Approach

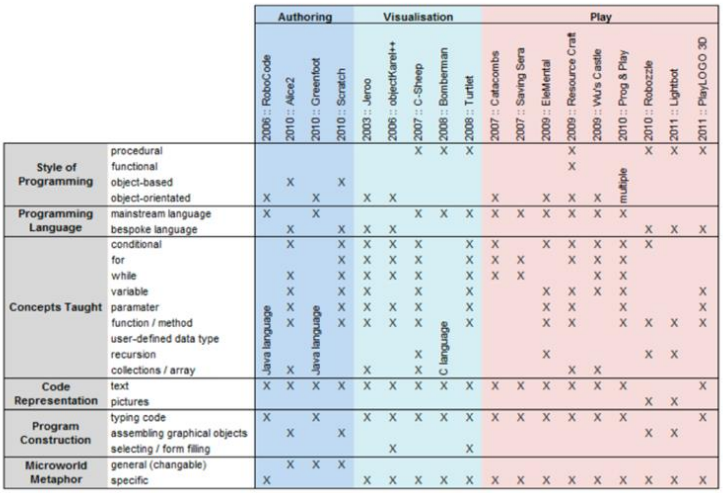
อีกกลยุทธ์หนึ่งคือการสอนการเขียนโปรแกรมผ่านการเล่นวิดีโอเกม โดยทั่วไป เกมประกอบด้วยชุดของงานที่เชื่อมโยงกับธีมเดียว จากนั้นนักเรียนจะเรียนรู้แนวคิดเหล่านี้โดยการสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลยุทธ์การเขียนโปรแกรมเพื่อให้งานเหล่านี้สำเร็จและเฝ้าดูกลยุทธ์ที่ดำเนินการในสภาพแวดล้อม แม้ว่าระบบเหล่านี้อาจต้องการให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ แต่แตกต่างจากวิธีการเขียนที่จัดลำดับความสำคัญต่ำกว่าในการเขียนโค้ด โดยทั่วไป โปรแกรมที่จำเป็นจะถูกจำกัดให้เรียกใช้ฟังก์ชันหรือระบุคำสั่งเพื่อใช้งานองค์ประกอบของเกม คำตอบส่วนใหญ่ในหมวดหมู่นี้มุ่งเน้นไปที่แนวคิดที่เฉพาะเจาะจง มากกว่าที่จะเป็นปัญหาในวงกว้าง ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเขียนส่วนใหญ่ โซลูชันส่วนใหญ่ในหัวข้อนี้จะเน้นที่แนวคิดส่วนบุคคลมากกว่าภาษาที่ครอบคลุม ทางเลือกอื่นๆ ได้ขจัดความจำเป็นที่นักเรียนจะต้องเขียนไวยากรณ์ และให้นักเรียนแก้ปัญหาในเกมโดยใช้การแสดงภาพแทน โดยเน้นที่แนวคิดพื้นฐานและทักษะในการแก้ปัญหา มากกว่าที่จะเน้นเฉพาะรูปแบบไวยากรณ์

3) Visualisation-Based Approach

แนวทางการจัดการเรียนรู้นี้คือแนวทางระหว่างแนวทางการเขียนโปรแกรมเพื่อการสร้างเกมและการเรียนเขียนโปรแกรมผ่านการเล่นเกม ระบบในหมวดหมู่นี้ไม่ใช้การสร้างเกมเพื่อนำเสนอแนวคิดในการเขียนโปรแกรม อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถกำหนดให้เป็นเกมได้ เนื่องจากไม่มีคุณลักษณะของเกม เช่น การให้คะแนน ความสามารถในการแข่งขัน และการเล่าเรื่อง แต่ระบบเหล่านี้ใช้ Microworld เพื่อสาธิตการใช้โค้ดในสภาพแวดล้อมที่มองเห็นได้และเพื่อให้เห็นภาพแนวคิด ไม่มีโครงเรื่องให้ติดตาม ไม่มีเป้าหมายที่จะบรรลุ และไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้ให้เสร็จสมบูรณ์



		Authoring				Visualisation					Play									
		2006 :: RoboCode	2010 :: Alice2	2010 :: Greenfoot	2010 :: Scratch	2003 :: Jeroo	2006 :: objectKarel++	2007 :: C-Sheep	2008 :: Bomberman	2009 :: Turtlet	2007 :: Catacombs	2007 :: Saving Sera	2009 :: EleMental	2009 :: Resource Craft	2009 :: WU's Castle	2010 :: Prog & Play	2010 :: Robozzle	2011 :: Lightbot	2011 :: PlayLOGO 3D
Style of Programming	procedural							X	X	X				X			X	X	X
	functional													X					
	object-based		X		X											multiple			
	object-orientated	X		X		X	X				X		X	X	X				
Programming Language	mainstream language	X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	bespoke language		X		X	X	X										X	X	X
Concepts Taught	conditional		X		X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X		
	for				X	X	X	X		X	X	X		X	X	X			
	while		X		X	X	X	X		X	X	X			X	X			
	variable		X		X	X		X		X			X	X	X	X			X
	paramater		X		X	X	X	X		X			X	X		X			X
	function / method		X		X	X	X	X		X			X	X		X	X	X	X
	user-defined data type	Java language		Java language					C language										
	recursion							X					X				X	X	
	collections / array		X			X		X						X	X				
Code Representation	text	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	pictures																X	X	
Program Construction	typing code	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	assembling graphical objects		X		X												X	X	
	selecting / form filling						X			X									
Microworld Metaphor	general (changable)		X	X	X														
	specific	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ภาพที่ 9 ภาพแสดงภาพรวมของการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมทั้ง 3 แนวทาง และแสดงถึงเกมที่ถูกสร้างขึ้น[8]

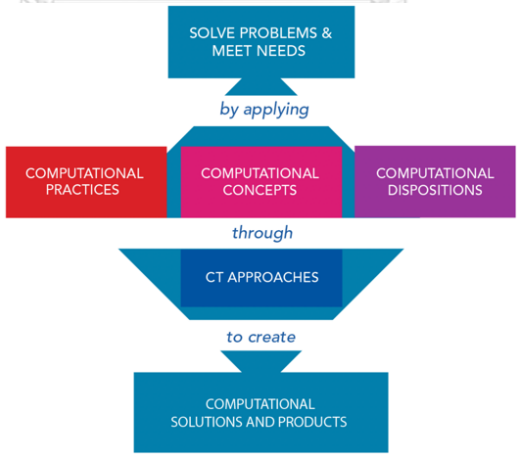
[8] Li, F. W., & Watson, C. (2011). Game-based concept visualization for learning programming. Proceedings of the third international ACM workshop on Multimedia technologies for distance learning,

2.2 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) หมายถึงกระบวนการในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบ และการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ตามหลักการและวิธีการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Wing, 2006, 2008) เนื่องจากกระบวนการเขียนโค้ดเกี่ยวข้องกับความรู้จำนวนมากเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ นักการศึกษาหลายคนกล่าวว่าการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลายเริ่มจากการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้นความสามารถในการเขียนโปรแกรมและการคิดเชิงคำนวณจึงมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก

กรอบแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Framework)

Let's Talk Science (2561) อธิบายว่า กรอบแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ (ดังภาพที่ 10) เป็นการสังเคราะห์คำจำกัดความและคำอธิบายที่ได้รับการเสนอจนถึงปัจจุบัน โดยได้รับจากอ้างอิงจาก Computer Science Teachers Association (USA), International Society for Technology in Education, Computing at School (สหราชอาณาจักร), Brookfield Institute (แคนาดา), Karen Brennan และ Mitchell Resnick (MIT media lab) และ ปีเตอร์ เจ. เดนนิ่ง. ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อแสดงแง่มุมต่าง ๆ ของการคิดเชิงคำนวณ อันจะช่วยให้นักเรียนได้ พัฒนาทักษะ ความเข้าใจ และวิธีการคิดที่จำเป็นในการแก้ปัญหาอันจะนำไปสู่การเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

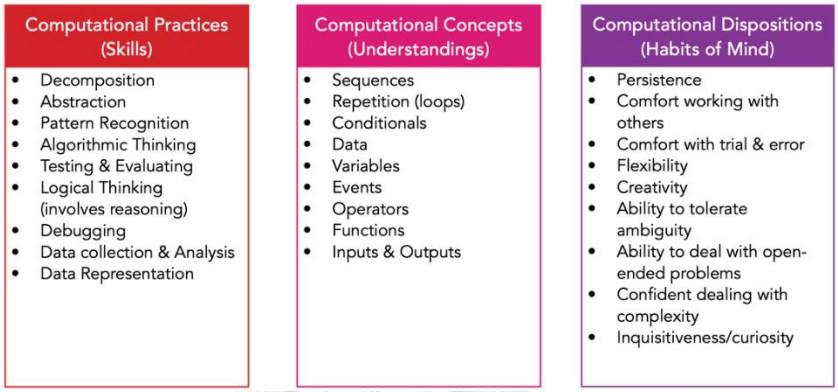


ภาพที่ 10 กรอบแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Framework)[9]

องค์ประกอบสำคัญที่ต้องมุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะ ความเข้าใจ และวิธีการคิดได้นั้น สามารถแบ่งออกมาเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การฝึกคิดเชิงคำนวณ (Computational

[9] Let's Talk Science. (2018). Computational thinking framework 2018. https://letstalkscience.ca/sites/default/files/2019-10/LTS-Computational_Thinking_Framework-2018.pdf

Practices) ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะ แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Concepts) ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจ และ คุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Dispositions) ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการคิด โดยมีรายละเอียด ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ โดย Let's Talk Science[10]

1) การฝึกคิดเชิงคำนวณ (Computational Practices)

1.1.1) การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)

การจำแนกส่วนประกอบคือการสามารถแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย หรือปัญหาย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่เล็กกว่าสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น การจำแนกอาจรวมถึงการคิดเกี่ยวกับเชิงการเขียนโปรแกรมในแง่ของส่วนประกอบ เช่น ข้อมูล ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ การคิดเชิงคำนวณไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับการจำแนกปัญหาเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการค้นหาและศึกษาว่าปัญหาก่อนหน้านี้ได้รับการแก้ไขอย่างไรและจัดทำวิธีแก้ปัญหาหลังจากแก้ไขปัญหาย่อยทั้งหมดแล้ว

1.1.2) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

การคิดเชิงนามธรรมเป็นเรื่องเกี่ยวกับการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ และเป็นการการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและทำการลบรายละเอียดที่ไม่จำเป็น

1.1.3) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)

การพิจารณารูปแบบของปัญหาเกี่ยวข้องกับความสามารถในการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการ การพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าสิ่งต่าง ๆ จะทำงานอย่างไรหรืออาจเกิดอะไรขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนด การพิจารณารูปแบบของปัญหาช่วยให้

[10] Ibid.

สามารถสร้างกฎได้ การพิจารณารูปแบบของปัญหายังช่วยให้วิธีการที่ประสบความสำเร็จก่อนหน้านี้สามารถนำไปใช้กับปัญหาใหม่ได้ ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการแก้ปัญหาได้

1.1.4) การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)

การคิดเชิงอัลกอริทึมเป็นการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งอัลกอริทึมคือชุดของกฎหรือคำสั่งที่มีลำดับ ตรรกะ และชัดเจน ที่มีความจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือบรรลุวัตถุประสงค์ โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร) รวมถึงนำไปสู่การเขียนโปรแกรมอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้

1.1.5) การทดสอบและการประเมินผล (Testing & Evaluating)

การทดสอบเกี่ยวข้องกับการทดลองบางอย่างและสังเกตว่ามีเกิดอะไรขึ้นจากการทดลอง ส่วนการประเมินเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเทียบกับเกณฑ์ที่มีว่าตรงตามเกณฑ์หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด อาจต้องมีการแก้ไขหรือปรับปรุง ซึ่งการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นกระบวนการโต้ตอบซึ่งการทดสอบและประเมินผลเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

1.1.6) การคิดเชิงตรรกะร่วมกับเชิงเหตุผล (Logical Thinking involves Reasoning)

การคิดเชิงตรรกะหมายถึงการคิดโดยใช้ตรรกะ โดยเป็นข้อมูลที่เป็นความจริงหรือมีหลักฐาน จากนั้นจึงใช้เหตุผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เหมาะสมตามหลักฐาน ซึ่งการคิดเชิงตรรกะร่วมกับเชิงเหตุผลจะใช้ร่วมกับการคิดเชิงอัลกอริทึมและการพิจารณารูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1.7) การดีบัก (Debugging)

การเขียนโปรแกรมในบางครั้งอาจมีข้อผิดพลาดที่ส่งผลให้โปรแกรมไม่ทำงานตามที่ตั้งใจเอาไว้ ซึ่งข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมเรียกว่า “บัก (Bug)” ดังนั้นการดีบักจึงหมายถึงการค้นหาและแก้ไขจุดบกพร่อง โดยรวมถึงข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์ เช่น การสะกดผิด และ ข้อผิดพลาดทางตรรกะ เช่น ตรรกะที่ไม่ถูกต้อง และข้อผิดพลาดประเภทอื่น ๆ ซึ่งการการดีบักจะใช้ร่วมกับการคิดเชิงตรรกะ

1.1.8) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล (Data collection & Analysis)

การรวบรวมข้อมูลเป็นแนวทางการวางแผนในการเลือกและรวบรวมข้อมูลเพื่อพยายามตอบคำถามหรือแก้ปัญหา เมื่อวางแผนการจัดทำเอกสารและจัดระเบียบข้อมูล ควรพิจารณาประเภทของข้อมูลที่จะรวบรวม (เช่น เชิงคุณภาพ

เชิงปริมาณ) ตลอดจนวิธีที่ดีที่สุดในการจัดทำเอกสารและจัดระเบียบข้อมูล เพื่อให้เป็นประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์และตีความ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวข้องกับการสังเกตข้อมูลเพื่อกำหนดรูปแบบ เช่น ผลลัพธ์ที่เกิดซ้ำ แนวโน้มขึ้นและลง ฯลฯ การวิเคราะห์ยังรวมถึงการพยายามอธิบายรูปแบบและแนวโน้ม ตลอดจนจุดที่ผิดปกติหรือความคลาดเคลื่อนในข้อมูล

1.1.9) การนำเสนอข้อมูล (Data Representation)

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ข้อมูลมักถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ ในบางครั้ง ผู้ใช้อาจต้องการข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูลหรือเฉพาะบางส่วนของข้อมูลบางส่วนเท่านั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และสื่อสารสิ่งที่ค้นพบได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องข้อมูลในรูปแบบที่เป็นมิตรกับมนุษย์ เข้าใจได้ง่าย มากขึ้น เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟ อินโฟกราฟิก

2) แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Concepts)

2.1) การจัดลำดับ (Sequences)

ขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมจะเป็นไปตามลำดับเสมอ และสังเกตได้ว่าลำดับมักไม่เป็นลำดับแบบเส้นตรง โดยส่วนมากแล้วจะมีความซับซ้อนและมีเงื่อนไขในหลายจุด ดังนั้นการทำผังลำดับขั้นตอนจึงเป็นเครื่องมือที่ดีในการทำความเข้าใจและแสดงลำดับ การจัดลำดับเชิงเส้นอย่างง่ายเป็นหนึ่งในแนวคิดแรกที่ได้เรียนรู้เมื่อเขียนโค้ด

2.2) การทำซ้ำ (Repetition หรือ loops)

การทำซ้ำคือการทำขั้นตอนบางส่วนหรือทั้งหมดซ้ำจนกว่าจะถึงจุดสิ้นสุดที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งการทำตามขั้นตอนซ้ำ ๆ เช่นนี้เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นได้บ่อยอย่างมากในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการเขียนโปรแกรมให้ทำงานซ้ำได้โดยอัตโนมัติ จึงจะช่วยประหยัดเวลาได้มาก ช่วยให้โปรแกรมมีระเบียบมากขึ้นและสั้นลง เนื่องจากลดจำนวนโค้ดที่ต้องเขียนลง

2.3) เงื่อนไข (Conditionals)

การใส่คำสั่งในการเขียนโปรแกรมในบางครั้งอาจจำเป็นต้องให้ระบบตัดสินใจเลือกการกระทำหนึ่งจากการกระทำทั้งหมดหลายแบบ เช่น เมื่อต้องตัดสินใจว่าจะไปทางซ้ายหรือขวา คำสั่งแบบมีเงื่อนไขให้กฎเพื่อควบคุมการไหลของสิ่งที่เกิดขึ้น เช่น ถ้าบางสิ่งเป็นจริง บางอย่างจะเกิดขึ้น มิฉะนั้น สิ่งอื่นจะเกิดขึ้น การเขียนเงื่อนไขทำให้โปรแกรมตัดสินใจและควบคุมการไหลของกิจกรรมโดยปราศจากการแทรกแซงของมนุษย์

2.4) ข้อมูล (Data)

คอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารต้องทำงานและจัดการกับข้อมูลประเภทต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลคือสิ่งที่คอมพิวเตอร์สามารถจัดเก็บและเรียกค้นได้ โดยที่ชนิดของข้อมูลเป็นภาษาคอมพิวเตอร์เฉพาะ แต่โดยทั่วไปจะรวมถึงประเภทต่าง ๆ เช่น อักขระ (ตัวอักษร เครื่องหมายวรรคตอน ช่องว่าง) สตริง (ลำดับของอักขระ) จำนวนเต็ม เลขทศนิยม และประเภทข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งก็นิยมใช้ข้อมูลมาสร้างเป็นเงื่อนไขต่าง ๆ

2.5) ตัวแปร (Variables)

ตัวแปรเป็นที่ที่คุณสามารถจัดเก็บและเรียกข้อมูลได้ โดยแต่ละตัวแปรจะมีชื่อเป็นชื่อของข้อมลที่อยู่ภายใน ตัวแปรยังมีชนิดข้อมูล (ชนิดของข้อมูลที่สามารถจัดเก็บได้) และค่า (หมายถึงสิ่งที่เก็บไว้ในตัวแปร) ในภาษาการเขียนโปรแกรมตัวแปรจะถูกเขียนเป็นคำเดียวไม่มีการเว้นช่องว่าง

2.6) เหตุการณ์ (Events)

เหตุการณ์เกี่ยวข้องกับการมีการกระทำหนึ่งทำให้เกิดการกระทำอื่น เช่น วิธีการที่ใส่คำสั่งให้คอมพิวเตอร์ตอบสนองต่อข้อมูลหรือการกระทำของผู้ใช้งานซึ่งรวมถึงการดำเนินการต่าง ๆ เช่น การคลิกเมาส์ การแตะแป้น หรือ การสัมผัสหน้าจอ

2.7) ตัวดำเนินการ (Operators)

ตัวดำเนินการคืออักขระที่บอกให้คอมพิวเตอร์ดำเนินการทางคณิตศาสตร์หรือตรรกศาสตร์ ซึ่งลักษณะของตัวดำเนินการแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับภาษาการเขียนโปรแกรม แต่ในบางครั้งอาจรวมถึงตัวดำเนินการสำหรับ การบวก (+) การลบ (-) การคูณ (*) การหาร (/) น้อยกว่า (<) มากกว่า (>) และเท่ากับ (==) เช่นเดียวกับการดำเนินการตามตรรกะ เช่น AND (&&), OR (II) และ NOT (!)

2.8) ฟังก์ชัน (Functions)

ฟังก์ชันเป็นการรวมกลุ่มของขั้นตอนต่าง ๆ ที่มีความซับซ้อนเข้ามาให้รวมกันเป็นหนึ่งชุดคำสั่ง ฟังก์ชันมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการกำหนดลำดับของคำสั่งที่สามารถนำมาใช้ซ้ำได้ เช่น วิธีหมุนหุ่นยนต์ไปด้านข้าง 90 องศา การสร้างฟังก์ชันขึ้นอยู่กับการพิจารณารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการคิดเชิงตรรกะ

2.9) การรับเข้าและการส่งออก (Inputs & Outputs)

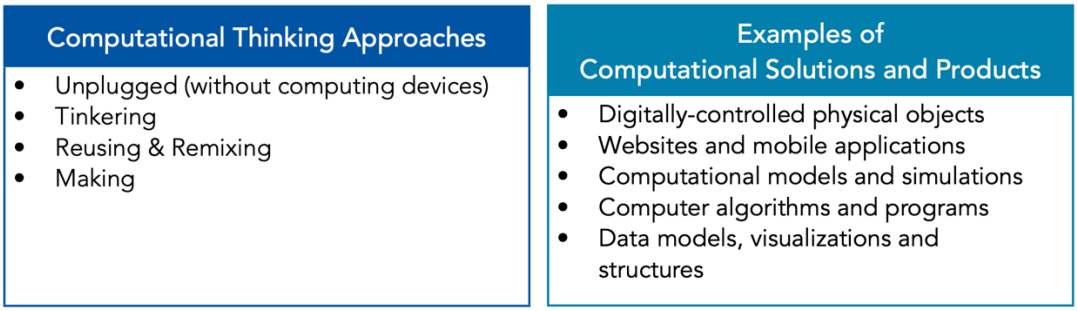
การรับเข้าและการส่งออก มักถูกย่อว่า “I/O” ซึ่งคือการสื่อสารที่เกิดขึ้นระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ หรือ ระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์อื่น ๆ หรือ ระหว่างกระบวนการภายในคอมพิวเตอร์ หรือ ระหว่างคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์กับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยปกติมนุษย์โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าอุปกรณ์ต่อพ่วง แต่เมื่อคอมพิวเตอร์โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นมักจะทำผ่านเครือข่ายเช่นอินเทอร์เน็ต ซึ่งการรับเข้าและการส่งออกนั้นเกิดขึ้นในทุกระดับของการทำงานของคอมพิวเตอร์

3) คุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Dispositions)

คุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ เป็นหนึ่งในส่วนสำคัญของการฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสรุปออกมาดังนี้ ความพากเพียร ความสบายในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสบายใจกับการลองผิดลองถูก ความยืดหยุ่นความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการทนต่อความคลุมเครือ ความสามารถในการจัดการกับปัญหาที่หลากหลาย ความมุ่งมั่นในการจัดการกับความซับซ้อน และ ความช่างสงสัยใคร่รู้

การมีทักษะในการฝึกคิดเชิงคำนวณ (Computational Practices) และมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Concepts) รวมถึงมีคุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Dispositions) จะนำไปสู่แนวทางการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Approaches) อันจะส่งผลให้สามารถสร้างผลผลิตหรือแนวทางการแก้ปัญหาจากการคิดเชิงคำนวณ (Computational Solutions and Products) ได้ในอนาคต ดังภาพที่ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 12 รายละเอียดแนวทางการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Approaches) และ ตัวอย่างของผลผลิตหรือแนวทางการแก้ปัญหาจากการคิดเชิงคำนวณ (Computational Solutions and Products)[11]

[11] Ibid.

4) แนวทางการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Approaches)

4.1) ถอดปลั๊กจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Unplugged without Computing Devices)

การหยุดการเชื่อมต่อในที่นี้หมายถึงการคิดเชิงคำนวณนั้นบางครั้งก็ไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ เนื่องจากกิจกรรมมากมายที่พัฒนาความคิดเชิงคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ ดังนั้น “ถอดปลั๊ก” จึงหมายถึงอยู่ห่างจากคอมพิวเตอร์ การเล่นเกมที่มีกฎเกณฑ์ ไขปริศนาตรรกะ การสร้างและทำตามสูตรอาหาร ล้วนเป็นวิธีที่ทำให้การคิดเชิงคำนวณสามารถทำได้โดย "ไม่ต้องเสียบปลั๊กคอมพิวเตอร์"

4.2) การทดลองปรับเปลี่ยน (Tinkering)

ในบริบทของการคิดเชิงคำนวณเป็นการศึกษาและฝึกเขียนโปรแกรมในแบบที่สนุกสนานและมีการทดลองมากขึ้น การทดลองปรับเปลี่ยนเกี่ยวข้องกับการทดลองเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ เช่น ทดลองโค้ดเพื่อดูว่าเกิดอะไรขึ้นเมื่อใช้โค้ดที่คนอื่นสร้างขึ้น การทดลองปรับเปลี่ยนเป็นสิ่งสำคัญเพราะเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการกล้าเสี่ยง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเริ่มต้นเรียนรู้วิธีการทำงานของการเขียนโปรแกรมผ่านเหตุและผล

4.3) การนำกลับมาใช้ใหม่ และ การสร้างและเรียบเรียงใหม่ (Reusing & Remixing)

การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusing) หมายถึง การนำโค้ดที่สร้างโดยผู้อื่นมาใช้ซ้ำเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนองวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แทนที่จะสร้างโค้ดใหม่ตั้งแต่ต้น การสร้างและเรียบเรียงใหม่ (Remixing) หมายถึงการรวมหรือการผสานโค้ดสำหรับวิดีโอ เสียง ข้อความ ที่สร้างโดยบุคคลอื่นเพื่อสร้างสิ่งใหม่

4.4) การสร้าง (Making)

ในเชิงของการคิดเชิงคำนวณนั้น การสร้างหมายถึงการเขียนโปรแกรมตั้งแต่ต้นจนจบโดยไม่ต้องใช้ส่วนเนื้อหาโค้ดที่มีอยู่ก่อนแล้ว โดยทั่วไปแล้วจะเกิดขึ้นหลังจากคุ้นเคยกับภาษาโปรแกรมภาษานั้น ๆ อย่างดีเยี่ยม ประกอบกับมีประสบการณ์มากมาย

5) ตัวอย่างของผลผลิตหรือแนวทางการแก้ปัญหาจากการคิดเชิงคำนวณ (Computational Solutions and Products) เมื่อมีองค์ความรู้ ทักษะ และ ดำเนินการตามแนวทางการคิดเชิงคำนวณ จะส่งผลให้เกิดผลผลิตหรือแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ๆ เช่น อุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยระบบดิจิตอล เว็บไซต์และแอปพลิเคชั่นมือถือ แบบจำลองการคำนวณ อัลกอริทึมและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โมเดลข้อมูล การสร้างภาพ และโครงสร้าง

2.3 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็ก

ของเล่นหรือหุ่นยนต์สำหรับเด็กเป็นของเล่นแบบรูปธรรมสามารถจับต้องได้ที่อาศัยการทำงานร่วมกันของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์หลายชิ้นในการทำงาน โดยส่วนมากภายในของเล่นเสริมทักษะสำหรับเด็กจะประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หรือระบบควบคุมขนาดเล็กที่ ของเล่นอัจฉริยะที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณอันจะนำไปสู่ทักษะการเขียนโปรแกรมที่ดี

การจัดประเภทของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็ก

โดยทั่วไปแล้ว ของเล่นหรืออุปกรณ์เสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณประกอบด้วยชุดตัวต่อการเขียนโปรแกรมและหุ่นยนต์หรือตัวละครสมมุติที่เรียกว่า “สไปรท์” ซึ่งถูกควบคุมโดยการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ และอุปกรณ์เสริมบางอย่างเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับของเล่นหรือชุดอุปกรณ์ Junnan Yu and Ricarose Roque (2562) ได้แยกประเภทของของเล่นหรือชุดอุปกรณ์เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical) ชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual) และ ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid) โดยมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 13

The main design features of the three category kits: physical, virtual, and hybrid kits.

Kit categories	Major design features
Physical kits	• All components are tangible • Typically consist of a physical robot, a set of coding blocks, and some supporting materials • All robots move around using wheels • Some robots include sensors, lights, and sound devices • Most kits separate the coding blocks and the robot • The design of coding blocks primarily uses tangible tiles or cubes • Many kits provide supporting materials such as adventure maps, craft materials, storybooks, or coding cards to help scaffold children's play experience. • A few kits are based on board games or storybook • Puzzle piece is a common form for the coding block design • Different colors are utilized to make different-command blocks more distinguishable • Most programming commands involve motion
Virtual kits	• Mobile or PC-based applications • Most kits are in the form of video games that typically include game characters, game or story scenes, and a set of graphical coding blocks • Most video-game-based kits have rich scenes and different playing levels, more complex computational ideas will be involved as the game levels go up • A few kits are designed for children to create interactive stories and animations • Virtual kits generally include various coding blocks of operations • Puzzle piece and square are a common form for the coding block design • Different colors are utilized to make different-command blocks more distinguishable • Most programming commands involve motion

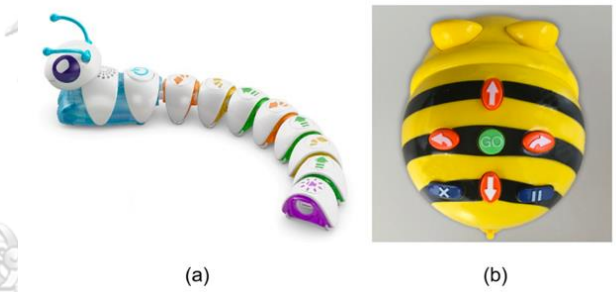
Hybrid kits	• Including both tangible parts and virtual parts
	• Kits with physical robots and graphical programming environments usually consist of a physical robot, a mobile-based coding application, and some supporting materials:
	  • The robots use wheels to move
	  • The robots usually include sensors, light and/or sound devices
	  • Graphical programming environments that ask children to create programs by dragging and dropping the blocks together
	  • Some kits provide some supporting materials, such as adventure maps and craft materials
	• Kits with virtual sprites and tangible programming environment generally consist of a virtual game or animation application and a set of tangible programming blocks:
	  • Ask children to create a sequence of code by connecting tangible blocks to control a virtual sprite
	  • The virtual game parts of these kits usually have rich scenes and different playing levels for children to explore
	• Puzzle piece is a common form for the coding block design
	• Different colors are utilized to make different-command blocks more distinguishable
	• Most programming commands involve motion

ภาพที่ 13 ตารางแสดงคุณลักษณะที่แตกต่างกันของชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical) ชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual) และ ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid)[12]

[12] Yu, J., & Roque, R. (2019). A review of computational toys and kits for young children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *21*, 17-36. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.04.001

1) ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical)

ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพคือชุดอุปกรณ์ที่ส่วนประกอบทั้งหมดจับต้องได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยหุ่นยนต์จริง ชุดตัวต่อสำหรับการเขียนโปรแกรม และวัสดุสนับสนุนหรืออุปกรณ์เสริม ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพโดยส่วนมากจะประกอบไปด้วยหุ่นยนต์หนึ่งตัว ซึ่ง หุ่นยนต์ทุกตัวเคลื่อนที่โดยใช้ล้อ การออกแบบหุ่นยนต์บางตัวอาจออกแบบให้คล้ายสัตว์ เช่น Bee-Bot และ Code-a-pillar (ดังภาพที่ 14) หรือหุ่นยนต์บางตัวก็ใช้รูปแบบของรถยนต์ เช่น Pro-Bot (ดังภาพที่ 15) เพื่อให้หุ่นยนต์มีความน่าดึงดูดมากขึ้น ในหุ่นยนต์บางตัวอาจมีการเพิ่ม เซนเซอร์ แสงไฟ และอุปกรณ์เสียง เพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์ของหุ่นยนต์กับสิ่งแวดล้อมและเพื่อให้เห็นภาพว่าหุ่นยนต์กำลังดำเนินการโปรแกรมทีละขั้นตอน เช่น Code-a-pillar



ภาพที่ 14 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีการออกแบบให้คล้ายสัตว์ ในด้านซ้าย (a) ชื่อว่า Code-a-pillar และ ในด้านขวา (b) ชื่อว่า Bee-Bot[13]

ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีการออกแบบให้มีลักษณะภายนอกเหมือนรถยนต์ ชื่อว่า Pro-Bot[14]

[13] Ibid.

[14] Terrapin Software. (2013). Pro-Bot Robotics. https://drive.google.com/file/d/0BwMdqLnntYBQVlFDLUNQMHJmN2c/view?resourcekey=0-AzEqBWMrKVSUcinkXU5YfQ

ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพส่วนมากจะมีการแยกบล็อกตัวต่อการเขียนโปรแกรมและหุ่นยนต์ออกจากกัน อย่างไรก็ตาม มีชุดอุปกรณ์สองสามชุดที่มีบล็อกการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อฝังอยู่ในหุ่นยนต์ ตัวอย่างเช่น Bee-Bot (ดังภาพที่ 14) มีปุ่มควบคุมทิศทางที่ด้านบนของหุ่นยนต์ ซึ่งผู้ใช้ สามารถกดปุ่มเหล่านี้เพื่อใส่โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ ส่วน Code-a-pillar (ดังภาพที่ 14) เป็นทั้งบล็อกการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อและส่วนของร่างกายของหุ่นยนต์ เมื่อผู้ใช้ เชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เข้าด้วยกัน พวกเขาก็จะสร้างโปรแกรมไปพร้อม ๆ กับประกอบร่างของหุ่นยนต์หนอนผีเสื้อได้พร้อมกัน สำหรับชุดอุปกรณ์ที่มีบล็อกตัวต่อการเขียนโปรแกรมและหุ่นยนต์แยกจากกันโดยมีตัวอย่าง ดังภาพที่ 16 ชุดอุปกรณ์บางชุดมีบล็อกการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของการ์ด ตัวอย่างเช่น Plobot (ดังภาพที่ 16) สามารถอ่านและทำตามจากการ์ดเข้ารหัสได้โดยตรง นักเรียนเพียงแค่แตะหรือรูดบัตรบนหัวหุ่นยนต์เพื่อสั่งการเป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชุดอุปกรณ์แบบกายภาพจำนวนมากยังรวมถึงสื่อสนับสนุน เช่น แผนที่ผจญภัย สื่องานฝีมือ และหนังสือนิทานเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์การเล่นและการเรียนรู้ของเด็ก ตัวอย่างเช่น Cubetto (ดังภาพที่ 17) จัดทำแผนที่การผจญภัยทางกายภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เพื่อเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ หุ่นยนต์และอำนวยความสะดวกในการเล่าเรื่องได้ (ดังภาพที่ 17) และหุ่นยนต์อีกหนึ่งตัวคือ Kibo (ดังภาพที่ 16) เด็ก ๆ สามารถใช้วัสดุงานฝีมือในการตกแต่งหุ่นยนต์เพื่อสร้าง "ตัวละคร" ในแบบที่ต้องการ (ดังภาพที่ 17) หรือติดปากกาเข้ากับหุ่นยนต์เพื่อวาดกำหนดทิศทางได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 16 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีแยกส่วนบล็อกตัวต่อและหุ่นยนต์ออกจากกัน ในด้านซ้าย (a) ชื่อว่า Cubetto ในส่วนตรงกลาง (b) เป็นส่วนบล็อกตัวต่อของหุ่นยนต์ชื่อว่า Kibo และ ในด้านขวา (c) ชื่อว่า Plobot[15]

[15] Yu, J., & Roque, R. (2019). A review of computational toys and kits for young children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *21*, 17-36. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.04.001

(a) (b)

ภาพที่ 17 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพ (Physical Kits) ที่มีแยกส่วนบล็อกตัวต่อและหุ่นยนต์ออกจากกัน ในด้านซ้าย (a) แผนที่การผจญภัยทางกายภาพของ Cubetto ในส่วนขวา (b) การตกแต่งหุ่นยนต์เพื่อสร้างตัวละครในแบบที่ต้องการด้วย Kibo[16]

นอกจากนี้ยังมีชุดอุปกรณ์แบบกายภาพบางรูปแบบที่ไม่มีส่วนประกอบของอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Robot Turtles (ดังภาพที่ 18) เป็นชุดเกมกระดานที่มีคำสั่งผสานแนวคิดเชิงคำนวณไว้ในรูปแบบของบอร์ดเกม ซึ่งเงื่อนไขในการชนะเกมคือ ผู้เล่นจะต้องใช้การ์ดบอกทิศทางและการ์ดเสริมอื่น ๆ เพื่อสร้างโปรแกรมเพื่อย้ายการ์ดตัวละครไปเก็บอัญมณีให้ได้

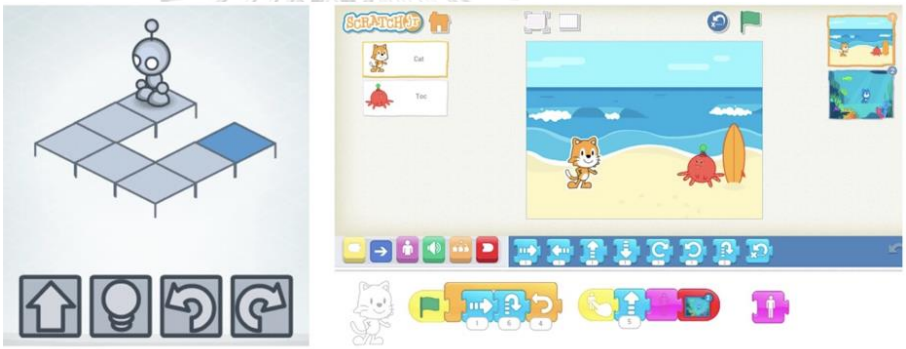
ภาพที่ 18 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบกายภาพบางรูปแบบที่ไม่มีส่วนประกอบของอิเล็กทรอนิกส์ ชื่อว่า Robot Turtles[17]

[16] Ibid.

[17] Ibid.

2) ชุดอุปกรณ์เสมือน (Virtual)

ชุดอุปกรณ์เสมือนเป็นแอปพลิเคชั่นบนมือถือหรือคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีชิ้นส่วนที่สามารถจับต้องได้ ชุดอุปกรณ์เสมือนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของเกม โดยมีวิธีการเล่นคือการใส่คำสั่งเพื่อให้โปรแกรมที่ทำงานบางอย่างให้สำเร็จ แอปพลิเคชันดังกล่าวมักประกอบด้วยตัวละครสมมุติเสมือนจริงเรียกว่า “สไปรท์” ฉากเกมหรือเรื่องราว และชุดบล็อกตัวต่อสำหรับการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิก ตัวอย่างเช่น LightBot (ดังภาพที่ 2.12) เป็นเกมไขปริศนาตัวต่อที่ผู้เล่นต้องตั้งโปรแกรมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เสมือนและหลอดไฟ นอกจากนี้ชุดอุปกรณ์เสมือนยังได้รับการออกแบบมาสำหรับเด็กเพื่อสร้างเรื่องราวและแอนิเมชั่นเชิงโต้ตอบ เช่น ScratchJr (ดังภาพที่ 19) โดยเมื่อใช้ ScratchJr ผู้ใช้สามารถใช้บล็อกตัวต่อการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกเพื่อใส่คำสั่งให้โปรแกรมทำงานต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนไหวของ สไปรท์ การเปลี่ยนขนาด และการเล่นเสียงที่บันทึกไว้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 19 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์เสมือน ในส่วนซ้าย (a) ชื่อว่า LightBot และ ในส่วนขวา (b) ชื่อว่า ScratchJr [18]

ชุดอุปกรณ์เสมือนแบบเกมส่วนมากจะมีฉากที่สมบูรณ์และมีระดับการเล่นที่แตกต่างกัน เมื่อผู้เล่นมีระดับการเล่นสูงขึ้น ความท้าทายของเกมก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น Run Marco! (ดังภาพที่ 20) มีสถานการณ์การเล่นที่แตกต่างกัน 3 แบบ และแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยระดับย่อยมากกว่า 10 ระดับ ระดับเริ่มต้นจะเป็นคำสั่งการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เช่น “ก้าวไปข้างหน้า” “เลี้ยวซ้าย” และ “เลี้ยวขวา” เมื่อนักเรียนผ่านระดับต่าง ๆ มากขึ้น ก็จำเป็นต้องใช้การคิดเชิงคำนวณที่ค่อนข้างซับซ้อนมากขึ้น เช่น ลูป และ ฟังก์ชัน

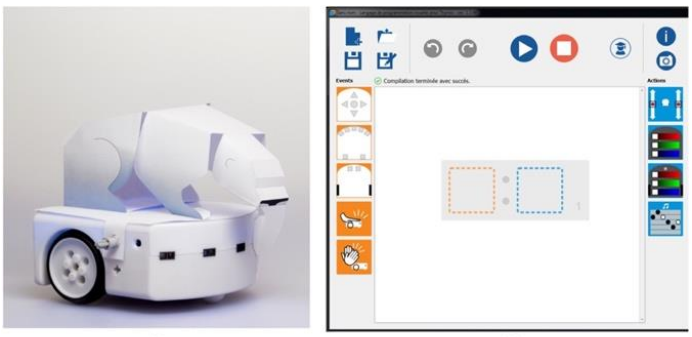
[18] Ibid.

(a) (b)

ภาพที่ 20 ชุดอุปกรณ์เสมือนแบบเกม ชื่อว่า Run Marco! ในส่วนซ้าย (a) คือสถานการณ์การเล่นที่แตกต่างกัน และ ในส่วนขวา (b) คือระดับการเล่น[19]

3) ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid)

ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน คือชุดที่ประกอบด้วยทั้งชิ้นส่วนที่จับต้องได้และชิ้นส่วนเสมือนจริง ซึ่งสามารถจัดหมวดหมู่เพิ่มเติมเป็นชุดที่มีหุ่นยนต์จริงและสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิก และชุดที่มีสไปรท์เสมือนจริงและสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมที่จับต้องได้ ชุดอุปกรณ์ที่มีหุ่นยนต์จริงและสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกมักจะประกอบด้วยหุ่นยนต์จริง หุ่นยนต์ของชุดอุปกรณ์ไฮบริดใช้ล้อในการเคลื่อนที่และมักจะรวมเซ็นเซอร์ อุปกรณ์ แสง และ เสียงไว้ในหุ่นยนต์เพื่อเพิ่มความดึกดูดกับผู้ใช้วัยเด็ก การออกแบบบล็อกตัวต่อการเขียนโปรแกรมนั้นคล้ายกับชุดอุปกรณ์เสมือน กล่าวคือ การจัดหาบล็อกการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกสำหรับเด็กเพื่อสร้างโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยการลากและวางบล็อกตัวต่อเข้าด้วยกัน ชุดอุปกรณ์บางชุดยังมีอุปกรณ์การเรียนและการเล่นเสริม เช่น ชุดการพับกระดาษและแผนที่ผจญภัยของหุ่นยนต์ Thymio (ดังภาพที่ 21) ทำให้ผู้เล่นสามารถตกแต่งหุ่นยนต์ของตนและใช้ภาษาการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกหรือแบบข้อความเพื่อเคลื่อนที่หุ่นยนต์ได้



(a) (b)

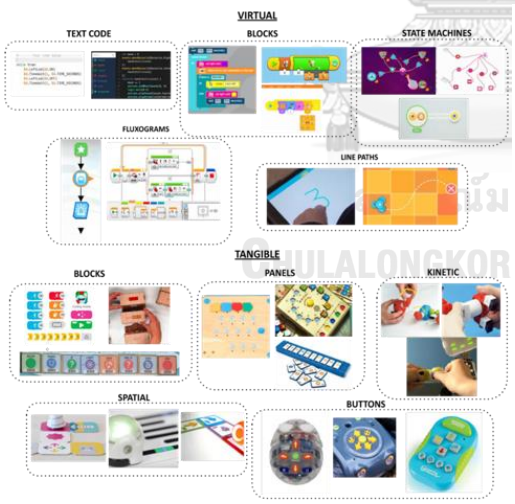
ภาพที่ 21 ภาพตัวอย่างชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid Kits) ที่มีชื่อว่า Thymio Robot[20]

[19] Ibid.

[20] Ibid.

การออกแบบของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็ก

ของเล่นที่สามารถโปรแกรมได้จะสนับสนุนให้นักเรียนวัยเด็ก ๆ ในฝึกฝนในด้านการพัฒนาการคิดเชิงคอมพิวเตอร์เมื่อยังไม่มีประสบการณ์มาก่อน อย่างไรก็ตามของเล่นหรือหุ่นยนต์ที่ใช้กับนักเรียนในวัยเด็กนั้นจำเป็นต้องมีการออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้หรือที่เรียกว่า “อินเทอร์เฟซ (Interface)” ให้มีความน่าสนใจ จากการศึกษางานวิจัยของCesar Pereira Viana, André Raabe and Cassiano Pereira Viana (2564) พบว่า อินเทอร์เฟซที่เหมาะสมสำหรับเด็กที่มีช่วงอายุระหว่าง 3 ปี ถึง 6 ปี มีทั้งหมด 3 รูปแบบได้แก่ รูปแบบที่ 1 ของเล่นหรือหุ่นยนต์ที่จับต้องได้จะมีปุ่มและหน้าตาที่มีสีสัน รูปแบบที่ 2 แอปพลิเคชั่นเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อที่สามารถเชื่อมต่อกับของเล่นหรือหุ่นยนต์ในรูปแบบที่ 1 ได้ และรูปแบบที่ 3 คืออินเทอร์เฟซของบล็อกตัวต่อที่จับต้องได้ ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้มีการโต้ตอบและการทำงานร่วมกันอย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งจากการประเมินพบว่าการที่นักเรียนได้ใช้ปุ่มจริงที่สามารถจับต้องได้จริง ๆ จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้งานได้เพียงแค่บนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ จากผลของการศึกษาข้างต้นจะสามารถแบ่งอินเทอร์เฟซออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ แบบเสมือนจริง (Virtual) ที่ปรากฏอยู่ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เช่น มือถือ และแบบที่จับต้องได้ (Tangible) ดังภาพที่ 22



Virtual	
Text code	Interfaces using typed text, like general programming languages. Robots like Thymio, Edson and Anki Cozmo have this type of interface.
Blocks	Puzzle pieces that are connected to represent sequences and other programming structures. Examples are Scratch and Scratch Jr.
State machines	Geometric shapes connected by lines, where the lines represent transitions between groups of robot actions. Example robots are Dot and Dash and Robo Wunderkind.
Line paths	The robot moves reproducing the shape defined by a line drawn on mobile or desktop application.
Fluxograms	Geometric shapes connected by lines. Each shape represents an action or decision.
Tangible	
Blocks	Like virtual blocks, but made of wood or plastic. They are interconnected and do not depend on a board or panel. Example: KIBO.
Panels	Physical blocks are connected in panel slots. Examples: Cubetto, Mojobot and Mochi.
Kinetic	Toy records moves performed by the user on parts of the toy's body. The main example is Topobo.
Spatial	The toy moves and recognizes instructions disposed over the moving space. The user can change the program while the robot moves.
Buttons	Physical buttons attached to the toy's body or in a remote control. Examples: Bee-Bot, Big Track and Go Robot Mouse.

ภาพที่ 22 ประเภทของอินเทอร์เฟซ[21]

1) อินเทอร์เฟซแบบเสมือนจริง (Virtual)

อินเทอร์เฟซเสมือนอนุญาตให้ผู้ใช้โต้ตอบกับองค์ประกอบที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์ องค์ประกอบต่างๆ ปรากฏบนจอแสดงผล และผู้ใช้โต้ตอบโดยใช้แป้นพิมพ์ เมาส์ หรือ

[21] Viana, C. P., Raabe, A., & Viana, C. P. (2021). Designing Programmable Toy's Interfaces for Small Children. *Estudos Em Design*(29). https://doi.org/https://doi.org/10.35522/eed.v29i1.1150

หน้าจอสัมผัส โดยมีตัวอย่างได้แก่ พิมพ์โค้ด (Text Code) บล็อกตัวต่อ (Blocks) สเตทแมชชีน (State Machine) แบบเส้นทางตรง (Line Path) และ ฟลักซ์แกรม (Fluxogram)

2) อินเทอร์เฟซแบบที่จับต้องได้ (Tangible)
อินเทอร์เฟซที่จับต้องได้ผู้ใช้สามารถใส่คำสั่งได้โดยการมีปฏิสัมพันธ์ต่ออุปกรณ์นั้นๆได้ผ่านปุ่มกดหรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น บล็อกตัวต่อแบบจับต้องได้ (Blocks) แผงควบคุม (Panels) จลนศาสตร์ (Kinetic) การเคลื่อนที่ตามพื้นที่ (Spatial) และปุ่มกด (Buttons)

การนำของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็กไปใช้

การวิจัยในด้านหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาถือเป็นหนึ่งในแนวโน้มที่กำลังเป็นที่นิยมใหม่ล่าสุดในด้านการศึกษาและได้ถูกนำมาปรับใช้กับนักเรียนในห้องเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมัธยมปลายเพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเทคโนโลยี ซึ่งเทคโนโลยีเกี่ยวกับหุ่นยนต์เปิดโอกาสให้เด็กได้ทดลองลงมือทำโดยการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่ง Stamatios Papadakis (2563) ได้นำเสนอหุ่นยนต์ที่สามารถใช้ได้ในวัยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นกรณีศึกษาในการนำเทคโนโลยีประเภทนี้มาใช้ในห้องเรียน

ในทศวรรษที่ผ่านมาหุ่นยนต์ถูกใช้ในกิจกรรมการศึกษาทั้งในโรงเรียนอนุบาลและประถมศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมาก การนำหุ่นยนต์มาใช้เป็นวิธีการสอนเพื่อพัฒนาทักษะความรู้ความเข้าใจและทักษะการเขียนโปรแกรมของนักเรียนเพื่อให้สามารถฝึกฝนและพัฒนาแบบจำลองของกระบวนการทางปัญญาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพ แต่ในอีกด้านหนึ่งการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ของเด็กนั้นเป็นมีความที่ซับซ้อนมากเนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับหลักสูตรและสภาพแวดล้อมของโรงเรียน ดังนั้นเพื่อให้การเรียนรู้มีความสนุกสนานสำหรับเด็ก ในมุมของผู้สอนนั้น ผู้สอนต้องออกแบบวางแผนคู่มือแนวทางวิธีสอนเพื่อให้เกิดความน่าสนใจสำหรับเด็ก ซึ่งความสำเร็จของการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความพร้อมใช้งานของหุ่นยนต์และการฝึกอบรมที่เหมาะสม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนสำหรับโปรแกรมการฝึกอบรมที่มีคุณภาพสำหรับคณาจารย์ที่ต้องมีทักษะที่จำเป็นในการนำการสอน การเล่น และความสนุกสนาน มาสู่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันตามแนวคิดหลักของการศึกษาปฐมวัยและประถมศึกษา นอกจากนี้สถาบันการศึกษาและองค์กรอื่นๆ ควรมีส่วนร่วมให้การช่วยการพัฒนาสื่อการสอนเพื่อเป็นการช่วยลดภาระด้านความรู้ความเข้าใจของครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทิศทางการพัฒนาของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็กในอนาคต

โดยรวมแล้วของเล่นหรือหุ่นยนต์สอนเขียนโปรแกรมควรใช้การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างที่ละเอียดอ่อนของของเล่นเหล่านี้ให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกันสำหรับเด็ก การเปรียบเทียบของเล่นเหล่านี้ในแง่ของการออกแบบส่วนต่อประสาน รูปแบบการเล่นที่ผู้เล่นตั้งใจ และแบบแผนการนำเสนอสำหรับการคิดเชิงคำนวณแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างที่อาจส่งผลต่อการเรียนรู้ของเด็กและความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนเขียนโปรแกรมในอนาคต สำหรับทิศทางในการพัฒนาในอนาคตสามารถแบ่งออกเป็นหลายมุมมอง ดังนี้

มุมมองที่ 1 การออกแบบอินเทอร์เฟซ ระบบต่าง ๆ สำหรับการจัดลำดับและการเชื่อมต่อบล็อกตัวต่อมีข้อดีและความต้องการที่หลากหลายสำหรับเด็กที่เรียนรู้การเขียนโค้ด ตัวอย่างเช่น ใน Coding Awbie (ดังภาพที่ 23) ซึ่งควบคุมโดยการใช้บล็อกเดียวกันเพื่อเดินไปข้างหน้าเหมือนกับเดินถอยหลัง อย่างไรก็ตาม ลูกศรบนบล็อกจะหมุนเพื่อแสดงทิศทาง การเลื่อนลูกศรเพื่อระบุทิศทางการเคลื่อนที่ถือได้ว่าเป็นรูปแบบนามธรรม ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้ที่ใช้ Coding Awbie สามารถมองเห็นนามธรรมได้ชัดเจนกว่าผู้ที่ใช้ Kibo หรือ ScratchJr

ภาพที่ 23 ตัวอย่างการใช้ของเล่น Coding Awbie[22]

มุมมองที่ 2 รูปแบบการเล่นที่ผู้เล่นตั้งใจ โครงสร้างรูปแบบการเล่นของของเล่นแต่ละแบบจะมีจุดประสงค์เพื่อจูงใจและการมีส่วนร่วมสำหรับนักเรียนการเขียนโปรแกรม แต่ในบางครั้งรูปแบบเดียวอาจไม่เหมาะสมสำหรับนักเรียนทุกคน ตัวอย่างเช่น แนวคิดเรื่องการเขียนโปรแกรมแบบเข้ารหัสใช้ได้กับเด็กบางคนแต่อาจไม่ได้ผลสำหรับทุกคน เด็กบางคนอาจมีปัญหากับสิ่งที่ต้องทำหรือสงสัยว่าเหตุใดต้องทำตามสูตรหรือคู่มือบอก เด็กบางคนอาจไม่มีแรงจูงใจที่จะเขียนโปรแกรมด้วยตัวเอง และ

[22] Clarke-Midura, J., Lee, V. R., Shumway, J. F., & Hamilton, M. M. (2019). The building blocks of coding: a comparison of early childhood coding toys. *Information and Learning Sciences*, *120*, 505-518. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/ils-06-2019-0059

ของเล่นเหล่านี้ส่วนมากจำเป็นต้องใช้คำแนะนำจากเพื่อนหรือผู้ใหญ่ที่มีความรู้มากกว่าถึงจะสามารถเล่นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งถ้าหากโครงสร้างหรือการเล่าเรื่องบางอย่างช่วยให้เด็กเรียนรู้แนวคิดบางอย่างในช่วงแรกของการเขียนโปรแกรมได้ด้วยตนเอง จากนั้นจึงค่อยพบกับสภาพแวดล้อมที่เปิดกว้างมากขึ้นจะสามารถนำมาใช้ภายหลังเพื่อให้เด็กได้สำรวจแนวคิดที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นตามความสนใจของตนเองได้

มุมมองที่ 3 การใช้สัญลักษณ์คำพูด ในของเล่นทั้งหมดที่มีการสอนให้นักเรียนจดจำในเรื่องของตัวเลขนั้น มีเพียง หุ่นยนต์ Kibo (ดังภาพที่ 24) เป็นหุ่นยนต์เจ้าเดียวในตลาดที่มีการใส่ “คำพูด” ออกไปในบล็อกคำสั่งตัวต่อ ซึ่งส่งผลให้ ผู้ที่ได้มีโอกาสให้การใช้ Kibo จะมีโอกาสฝึกการจดจำตัวอักษรและคำศัพท์ผ่านการอ่านข้อความบนบล็อกที่มีสัญลักษณ์ได้

ภาพที่ 24 ตัวอย่างของของเล่น Kibo[23]

แม้จะมีของเล่นสอนเขียนโปรแกรมอยู่ในตลาดหลากหลายรูปแบบ แต่ของเล่นทั้งหมดแสดงก็ยังคงมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน เช่น Kibo เมื่อบล็อกตัวต่อต่าง ๆ ถูกประกอบเข้าด้วยกันเป็นลำดับส่วนใหญ่จะแสดงถึงโครงสร้างประโยคที่เด็กเรียนรู้ในระยะแรกๆ ของการอ่านได้ใกล้เคียงที่สุด โค้ดจะถูกเขียนบนหนึ่งบรรทัดจากซ้ายไปขวา โดยมีบล็อกตัวต่อระบุการเริ่มต้นของการวนซ้ำ การเคลื่อนไหวที่จะทำซ้ำ ตามด้วยจำนวนครั้งที่จะต้องทำซ้ำ ในทางกลับกันเมื่อใช้ ScratchJr โค้ดยังอยู่ในบรรทัดจากซ้ายไปขวา แต่จำนวนครั้งที่บล็อกตัวต่อการเคลื่อนไหวซ้ำอยู่ใต้บล็อกตัวต่อ ซึ่งอาจทำลายกระบวนการทำงานจากซ้ายไปขวาสำหรับผู้อ่านช่วงแรก ๆ ในแง่ของการทำงานของลูป อาจเป็นไปได้ว่าลูปใน ScratchJr อาจเป็นง่ายกว่าในกรณีที่เด็กจะเข้าใจ ทว่าหากเรียนเขียนโปรแกรมลูปรอบด้วย Kibo อาจเข้าใจถึงความจำเป็นในการปิดลูปด้วยคำสั่ง ซึ่งเป็นทักษะที่มีศักยภาพในการถ่าย

[23] Ibid.

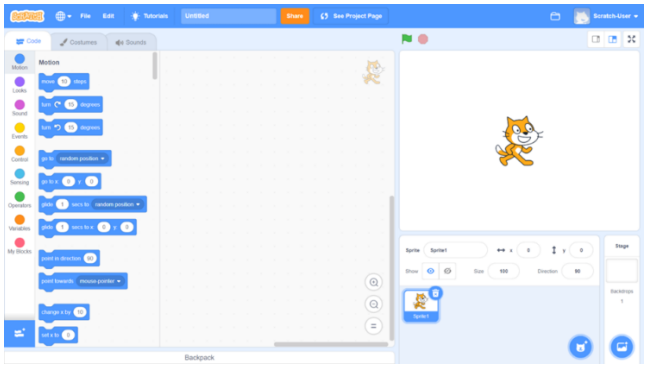
โอนไปยังภาษาที่ใช้ข้อความเป็นหลัก จำเป็นต้องมีการวิจัยว่าความแตกต่างเหล่านี้ส่งผลต่อความเข้าใจของเด็กเกี่ยวกับลูปอย่างไร และไม่ว่าความเข้าใจของพวกเขาเกี่ยวกับลูปในของเล่นชิ้นหนึ่งหรือบริบทจะถ่ายโอนไปยังอีกอันหนึ่งหรือไม่ รวมถึงภาษาการเขียนโปรแกรมแบบข้อความอีกด้วย

มีของเล่นใหม่ ๆ มากมายที่ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะสอนการเขียนโปรแกรมและการแก้ปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการสนับสนุนการเรียนรู้วิทยาการคอมพิวเตอร์เบื้องต้นอย่างแท้จริง ตัวอย่างวิธีการ เช่น การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นโดยถูกเอามาใช้ในหลากหลายรูปแบบ บางครั้งบล็อกตัวต่อเป็นแบบอิงหน้าจอ บางครั้งไม่มีหน้าจอ และบางครั้งก็อาจจะเป็นการผสมผสานทั้งสองแบบเข้าด้วยกัน การตัดสินใจที่ท้าทายสำหรับผู้วิจัยและนักออกแบบคือต้องเตรียมผลิตภัณฑ์ให้พร้อมและกระตุ้นให้ผู้มีความกระตือรือร้นในการทดลองสิ่งใหม่ ๆ ในอนาคตนักเรียนที่มีทักษะแล้วจะทำให้ไม่ต้องเผชิญกับความซับซ้อนของการเขียนโปรแกรม และ ลดความจำเป็นในการอ่านหนังสือด้านคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงทฤษฎี เนื่องจากจะได้เรียนรู้ประสบการณ์จริงผ่านการลงมือปฏิบัติทดลอง

2.4 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับสอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ

การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ หรือ Block-Based Programming เป็นแนวทางที่จะทำให้นักเรียนได้รู้จักกับการฝึกทักษะเขียนโปรแกรมในเชิงวิทยาการคอมพิวเตอร์ในวงกว้างมากขึ้น ต่อมาการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อถูกนำไปใช้ในวงกว้างก่อให้เกิด ของเล่น เกม เครื่องการเขียนโปรแกรม รวมไปถึงหลักสูตรใหม่ๆ ที่เพิ่มคุณลักษณะการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อเข้าไป โดยหนึ่งในโปรแกรมที่เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการสอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อมีชื่อว่า Scratch ดังภาพที่ 25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 25 ภาพภายในโปรแกรม Scratch ซึ่งเป็นโปรแกรมสอนเขียนโค้ดแบบตัวต่อ[24]

[24] Scratch Wiki. (2019). *User Interface*. https://en.scratch-wiki.info/wiki/File:Scratch_3.0_Program.png

หลักการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ (Block-Based Programming)

การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อมีคุณลักษณะหลักหลายประการที่ทำให้แตกต่างจากการเขียนโปรแกรมแบบอื่น ๆ เช่น แบบข้อความปกติ การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อใช้คำอุปมาแบบตั้งโปรแกรมดั้งเดิมเหมือนปริศนาเป็นเครื่องมือในการให้สัญญาณภาพแก่ผู้ใช้เกี่ยวกับวิธีการและตำแหน่งที่อาจใช้คำสั่ง รูปที่ 1b แสดงโปรแกรมแบบบล็อกที่เขียนด้วย Scratch สภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกได้รับการออกแบบสำหรับเด็กอายุไม่เกิน 5 ขวบ แต่สภาพแวดล้อมส่วนใหญ่ออกแบบมาสำหรับเด็กอายุ 8 ถึง 16 ปี การเขียนโปรแกรมในสภาพแวดล้อมแบบบล็อกจะใช้รูปแบบคำสั่งการเขียนโปรแกรมแบบลากและวางร่วมกัน หากไม่สามารถรวมคำสั่งสองคำสั่งเพื่อสร้างคำสั่งที่ถูกต้อง สภาพแวดล้อมจะป้องกันไม่ให้รวมเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีนี้ สภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกสามารถป้องกันข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์ในขณะที่ยังคงแนวทางปฏิบัติของการเขียนโปรแกรมโดยการรวบรวมคำสั่งทีละรายการ

David Weintrop (2562) กล่าวว่า การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อมีคุณลักษณะในการเขียนที่สนับสนุนผู้เริ่มต้นเขียนอย่างนักเรียนประถม ตัวอย่างเช่น การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อจะนำเสนอชุดคำสั่งที่มีอยู่แก่ผู้ใช้ในรูปแบบของกล่องตัวต่อที่เรียกดูได้ง่าย ซึ่งผู้ใช้สามารถลากคำสั่งไปยังโปรแกรมของตนได้ (ภาพที่ 26) ภายในกล่องตัวต่อแต่ละกล่องจะได้รับการจัดระเบียบตามแนวคิดและกำหนดรหัสสี ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูชุดคำสั่งที่มีอยู่เพื่อดูว่าอะไรเป็นไปได้ แทนที่จะต้องคาดเดาว่าจะเขียนอะไรได้บ้าง ในขณะเดียวกัน วิธีการจัดองค์ประกอบแบบลากแล้ววางจะลดความยากและซับซ้อนในการพิมพ์ได้มากและยังสามารถช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการเว้นวรรคหรือใช้สัญลักษณ์ผิด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อจะสามารถเข้าถึงนักเรียนได้มากขึ้นโดยไม่ต้องกังวลเรื่องปัญหาในการพิมพ์ คุณลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งของการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อคือการนำเสนอแบบกราฟิกของแต่ละคำสั่งการเขียนโปรแกรมทำให้สามารถใช้ภาษาธรรมชาติเพื่ออธิบายพฤติกรรมของคำสั่งได้ ตัวอย่างเช่น การเพิ่มค่าของตัวแปรซึ่งในภาษาการเขียนโปรแกรมเช่น Java จะมีลักษณะดังนี้ x=x+1 ซึ่งสามารถแก้สามารถได้ด้วยคำสั่งที่อ่านว่า “change x by 1” ด้วยคุณลักษณะเด่นดังที่กล่าวมาส่งผลให้การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อเป็นการเขียนโปรแกรมรูปแบบยอดนิยมที่จะนำไปใช้สอนให้กับผู้ที่ยังไม่มีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมมาก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

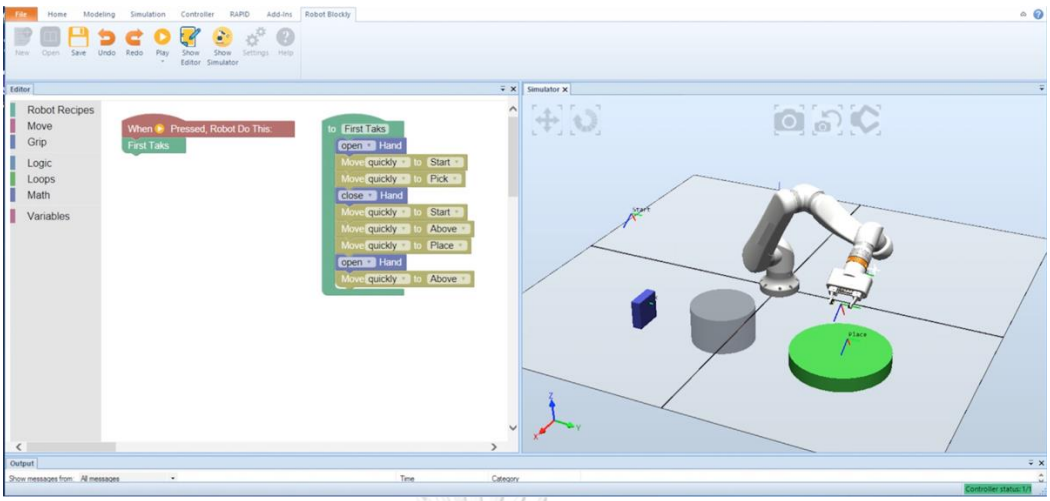
ภาพที่ 26 ตัวอย่างภายในโปรแกรม Scratch ซึ่งเป็นโปรแกรมสอนเขียนโค้ดแบบตัวต่อ[25]

การนำการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ (Block-Based Programming) มาใช้กับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีการนำการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อไปใช้กับหุ่นยนต์ในหลายรูปแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างของการนำไปใช้ในหุ่นยนต์อุตสาหกรรม โดย David Weintrop, David C. Shepherd, Patrick Francis and Diana Franklin (2560) ที่ มี ชื่ อ ว่ า “Blockly” (ดังภาพ 27) ซึ่งภาษาโปรแกรมแบบตัวต่อที่ใช้ในหุ่นยนต์ Blockly นั้นได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะโดยมีเป้าหมายของภาษาคือการแยกรายละเอียดที่ไม่จำเป็นออกเพื่อให้ชุดคำสั่งเข้าใจได้ง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นในการเขียนโปรแกรม นอกเหนือจากโครงสร้างการเขียนโปรแกรมทั่วไป (เช่น ตรรกะตามเงื่อนไข คำสั่งวนซ้ำ และตัวแปร) ภาษาโปรแกรมแบบตัวต่อของ Blockly ยังประกอบด้วยตัวต่อที่กำหนดเองสามประเภทเพื่อทำให้การทำงานของหุ่นยนต์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ประเภทที่ 1 คือคำสั่งเฉพาะจะควบคุมตัวจับของหุ่นยนต์ ซึ่งสามารถกำหนดเองได้ว่าจะได้เปิดตัวจับให้อ้าออก หรือ ปิดให้ตัวจับหุบลงได้ ประเภทที่ 2 คือคำสั่งเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถตั้งค่าควบคุมความเร็วได้ โดยที่รายการดรอปดาวน์อย่างรวดเร็วคือตัวเลือก: เร็ว ปานกลาง และช้า ซึ่งควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ประเภทที่ 3 คือ การรวม “Robot Recipes” ซึ่งทำหน้าที่เป็นแบบฟอร์มสำหรับการดำเนินการโดยทั่วไป สามารถกำหนดลำดับของขั้นตอนที่หุ่นยนต์ติดตามเพื่อหยิบวัตถุในตำแหน่งหนึ่งและวางไว้ที่อื่น ซึ่งเป็นงานทั่วไปสำหรับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ต้องทำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[25] Weintrop, D., Shepherd, D. C., Francis, P., & Franklin, D. (2017). Blockly goes to work: Block-based programming for industrial robots. 2017 IEEE Blocks and Beyond Workshop (B&B),



ภาพที่ 27 "Blockly" หุ่นยนต์ที่สั่งการได้โดยเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ[26]

แม้ว่าหุ่นยนต์ Blockly จะประสบความสำเร็จในการช่วยโปรแกรมเมอร์มือใหม่ให้เรียนรู้และใช้งานได้ง่ายมากขึ้น แต่จากผลการศึกษายังเผยให้เห็นถึงความท้าทายสามารถนำมาปรับปรุงและต่อยอดได้ในอนาคต ซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจทั้งหมด 2 ประการดังนี้ ประการที่ 1 คือหน้าจอส่วนผู้ใช้งานของการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อยังไม่เป็นมิตรต่อผู้ใช้มากนัก ประการที่ 2 คือ ปรับปรุงส่วนเชื่อมต่อระหว่างแสดงผลของหุ่นยนต์ Blockly และ ส่วนแสดงผลของหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ป้อนคำสั่งให้ดีมากขึ้น

2.5 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner, 2509) ได้ แบ่งการพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์เป็น 6 ลักษณะ ได้แก่ 1) ความเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นสังเกตได้จากการเพิ่ม การตอบสนองที่ไม่ผูกพันกับสิ่งเร้าเฉพาะตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นในขณะนั้น 2) ความเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นภายในตัวคนไปสู่ "ระบบเก็บรักษา" ที่สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม 3) ความเจริญเติบโตทางสติปัญญา เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความสามารถที่จะพูดกับตนเองและคนอื่น ๆ โดยใช้คำพูดและสัญลักษณ์ในสิ่งที่บุคคลนั้นได้ทำไปแล้วหรือสิ่งที่จะทำ 4) ความเจริญเติบโตทางสติปัญญาขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ที่เป็นระบบและโดยบังเอิญระหว่าง ผู้สอนและนักเรียน 5) การสอนสามารถ

[26] Ibid.

อำนวยความสะดวกได้โดยสื่อทางภาษา ซึ่งจบลงโดยไม่เพียงแต่เป็นสื่อสำหรับการแลกเปลี่ยนเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือที่นักเรียนสามารถใช้ให้ตนเองนำคำสั่งไปยังสิ่งแวดล้อมด้วย 6) การพัฒนาทางสติปัญญาเห็นได้จากการเพิ่มความสามารถที่จะจัดการกับตัวเลือกหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน ความสามารถที่จะเฝ้าดูขั้นตอนต่าง ๆ ในระยะเวลาเดียวกัน และความสามารถที่จะจัดเวลาและการเข้าร่วมกิจกรรมใน ลักษณะที่เหมาะสมกับความต้องการหลายๆ อย่าง

พัฒนาการทางสมองของบรูเนอร์ เน้นที่การถ่ายทอดประสบการณ์ด้วย ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1) Enactive representation ตั้งแต่แรกเกิดจนอายุประมาณ 2 ปี เป็นช่วงที่เด็กแสดงให้เห็นถึงความมีสติปัญญาด้วยการกระทำ ซึ่งเป็นลักษณะของการถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำที่ดำเนินต่อไป ตลอดชีวิต บรูเนอร์ได้อธิบายว่า เด็กใช้การกระทำแทนสิ่งต่าง ๆ หรือ ประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจ โดยบรูเนอร์ได้ยกตัวอย่าง การศึกษาของเพียเจท์ ในกรณีที่ เด็กเล็กนอนอยู่ในเปลและเขย่ากระดิ่งเล่น ขณะที่เขาบังเอิญทำกระดิ่งตกข้างเปล เด็กจะหยุดครู่หนึ่งและยกมือขึ้นดู เด็กมีท่าทางประหลาดใจและเขย่ามือเล่นต่อไป ซึ่งจากการศึกษานี้ บรูเนอร์ได้ให้ข้อสังเกตว่า การที่เด็กเขย่ามือ ต่อไปโดยที่ไม่มีกระดิ่งนั้นเพราะเด็กคิดว่ามือนั้นคือกระดิ่ง และเมื่อเขย่ามือก็จะได้ยินเสียงเหมือนเขย่ากระดิ่ง ซึ่งหมายถึงเด็กถ่ายทอดสิ่งของ (กระดิ่ง) หรือประสบการณ์ด้วยการกระทำ บรูเนอร์ให้ความเห็นว่า ในชีวิตประจำวัน พบว่าผู้ใหญ่บางคนยังใช้วิธีการสอนหรือแก้ปัญหา ด้วยการกระทำให้เห็น ซึ่งให้ผลดีกว่าการอธิบายด้วยคำพูด เช่น การสอนขี่จักรยาน หรือเล่นเทนนิส สาเหตุที่การแสดงให้ดูเป็นตัวอย่างซึ่งจะได้ผลดีกว่าการอธิบาย เนื่องจากการอธิบายในบางครั้งมีลำดับขั้นตอนที่ซับซ้อน ยากต่อการเข้าใจ และบางครั้งก็ไม่สามารถหาคำพูดมาอธิบายได้ ดังนั้นเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายจึงมีการทำให้ดูเป็นตัวอย่าง ส่งผลให้นักเรียนก็จะเข้าใจทันทีโดยไม่ต้องอธิบาย ดังนั้นบรูเนอร์จึงไม่ได้แบ่งพัฒนาการทาง ความรู้ความเข้าใจให้หยุดอยู่เพียงในระยะแรกของชีวิตเท่านั้น เพราะถือว่าเป็นกระบวนการต่อเนื่องคนจะนำมาใช้ในช่วงใดของชีวิตอีกก็ได้

2) Iconic representation คือ พัฒนาการทางความคิดในขั้นนี้อยู่ที่การมองเห็น และการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ จากตัวอย่างของเพียเจท์ข้างต้น เมื่อเด็กอายุมากขึ้นประมาณ 2 - 3 เดือนทำของเล่นตกข้างเปล เด็กจะมองหาของเล่นนั้น ถ้าผู้ใหญ่ แกล้งหยิบเอาไป เด็กจะหงุดหงิดหรือร้องไห้เมื่อมองไม่เห็นของเล่นนั้น ซึ่งบรูเนอร์ตีความว่า การที่เด็กมองหาของเล่น และร้องไห้ หรือแสดงอาการหงุดหงิดเมื่อไม่พบของ แสดงให้เห็นว่าใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัยนี้เด็กมีภาพแทนในใจ (Iconic Representation) ซึ่งต่างจากวัย Enactive ที่เด็กคิดว่าการสั่นมือกับการสั่นกระดิ่งเป็นของสิ่งเดียวกัน เมื่อกระดิ่งตก หายไป ก็ไม่สนใจ แต่ยังคงสั่นมือต่อไป การที่เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ด้วยการมี ภาพแทนในใจแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามอายุ เด็กโตจะยิ่งสามารถสร้างภาพ ในใจได้มากขึ้น

3) Symbolic representation หมายถึง การถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการใช้สัญลักษณ์ หรือภาษา ซึ่งภาษาเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิด ดังนั้นในขั้นนี้เป็นขั้นที่บรูเนอร์ถือว่าเป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เพราะเด็กสามารถคิดหาเหตุผลและในที่สุดจะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้และสามารถแก้ปัญหาได้ บรูเนอร์มีความเห็นว่า ความรู้ความเข้าใจและภาษามีพัฒนาการขึ้นมาพร้อม ๆ กันการนำแนวคิดไปใช้ในการจัดการศึกษา โดยในการจัดการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนสามารถช่วยจัดประสบการณ์เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความพร้อมได้โดยไม่ต้องรอให้พร้อมตามธรรมชาติ แสดงให้เห็นว่าความพร้อมสำหรับการเรียนรู้เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดเร็วขึ้นได้ บรูเนอร์ได้เสนอว่าในการจัดการศึกษานั้นควรเชื่อมโยงผสมผสานระหว่าง ทฤษฎีพัฒนาการ และทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดการจัดการเรียนการสอนเข้าด้วยกัน กล่าวคือ ทฤษฎีพัฒนาการ จะเป็นตัวกำหนดเนื้อหา (Knowledge) และวิธีการสอน (Instruction) ในการนำเนื้อหาใดมาสอนให้กับนักเรียนนั้น ผู้สอนควรพิจารณาว่านักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับใด มีความสามารถเพียงใด และเนื้อหาที่จะสอนควรจะต้อง ปรับให้เหมาะสม สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียนที่จะสามารถเรียนหรือที่จะรับรู้ได้ โดยเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียนในวัยนั้น ๆ ดังนั้น ผู้สอนก็สามารถสอนให้นักเรียนเกิดความพร้อมได้โดยไม่ต้องรอ และเนื้อหาทุกเนื้อหาสามารถสอนได้เด็กทุกวัยเกิดการเรียนรู้ได้ แต่ต้องปรับเนื้อหาและวิธีการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของ เด็กในแต่ละวัยนั่นเอง

บรูเนอร์เชื่อว่าในการจัดการศึกษานั้น ควรที่จะทำให้เนื้อหาวิชามีความต่อเนื่อง หากเนื้อหาวิชาใดเป็นสิ่งจำเป็นที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาถัดไปหรือจะต้องใช้เมื่อตอนโต ก็ควรรีบนำเนื้อหาวิชานั้นมาสอนให้กับเด็กตั้งแต่เล็ก โดยที่ปรับเนื้อหาวิชานั้นให้เหมาะสมกับความสามารถในการคิด หรือการรับรู้ของเด็ก หรือใช้ ภาษาที่เด็กจะเข้าใจได้ ดังนั้นผู้สอนก็สามารถนำเนื้อหาวิชาใด ๆ มาสอนนักเรียนในระดับอายุเท่าไรก็ได้ ถ้ารู้จักใช้ วิธีการที่เหมาะสม ซึ่งจากแนวคิดนี้บรูเนอร์จึงเสนอว่าในการจัดการเรียนการสอนที่ดีนั้นควรมีลักษณะเป็น "spiral curriculum" คือการจัดเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นเกลียวไปเรื่อย ๆ และมีความ

ลึกซึ้งซับซ้อนและกว้างขวางออกไปตามประสบการณ์ของนักเรียน เนื้อหาเรื่องเดียวกันอาจเรียนตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงระดับอุดมศึกษาได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ เป็นทฤษฎีที่ศึกษาถึงกระบวนการคิดทางด้านสติปัญญาของเด็กจากแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวมีอิทธิพลต่อความรู้ทางด้านจิตวิทยาพัฒนาการอย่างมาก โดยเฉพาะในส่วนที่ เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ เพียเจท์มีความเชื่อว่าเป้าหมายของพัฒนาการของมนุษย์คือ ความสามารถที่จะคิด อย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม ความสามารถที่จะคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล และ ความสามารถในการตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา โดยเพียเจท์กล่าวว่า โดยธรรมชาติแล้วมนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่เกิดอยู่ 2 ลักษณะ คือ การจัดระบบภายใน (Organization) ซึ่งเป็นการจัดการภายในโดยวิธีรวมกระบวนการต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบอย่างต่อเนื่องกันเป็นเรื่องเป็นราว และ การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม (Adaptation) ซึ่งหมายถึงการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมเป็นแนวโน้มที่มีแต่เกิด การที่มนุษย์มีการปรับตัวเกิดจากการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการปรับตัวนี้ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ การดูดซับ (Assimilation) และการปรับให้เหมาะ (Accommodation) ผลจากการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงจะก่อให้เกิด พัฒนาการทางสติปัญญาจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง จนในที่สุดถึงขั้นที่เรียกว่า Operation ซึ่งหมายถึงความสามารถที่เด็กจะคิดย้อนกลับได้ โดยสิ่งนี้ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของพัฒนาการทางสติปัญญาตามความคิดของเพียเจท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลำดับขั้นการพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์ในทฤษฎีของเพียเจท์ถูกแบ่งออกเป็น 3 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 Sensory-Motor Operation เป็นขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดก่อนเด็กจะพูดได้ ตอน แรกเกิดจนถึง 2 ขวบ สติปัญญาหรือความคิดจะแสดงออกในรูปของการกระทำและพฤติกรรมที่ค่อย ๆ สลับซับซ้อนขึ้น และมีลักษณะเป็นปฏิกิริยาสะท้อนน้อยลงเมื่อเด็กมีปฏิกิริยาโต้ตอบ หรือปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เด็กในระยะนี้จะสนใจเฉพาะวัตถุที่ตรงหน้าเท่านั้น ถ้าเอาวัตถุหรือของเล่นนั้นไปซ่อนเด็กก็จะไม่ค้นหา เพราะไม่รู้ว่ามีของนั้น ๆ อยู่ แต่เมื่อเจริญเติบโตขึ้นอีกสักระยะหนึ่ง เด็กจะค่อยเกิดความคิดรวบยอดของวัตถุหรือของเล่นขึ้น ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะกลายเป็นสัญลักษณ์หรือตัวแทนที่เป็นพื้นฐานของความคิดรวบยอดของสิ่งของ สถานที่ เวลา เป็นต้น

ขั้นที่ 2 Concrete Thinking Operations ช่วงอายุ 2 ถึง 11 ปี โดยแบ่งเป็น 3 ตอน คือ

1) Preconceptual Phase อายุ 2 – 4 ปี เป็นตอนที่เด็กเริ่มมีความสามารถในการใช้ภาษา และมีความเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์รอบ ๆ ตัวที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น เด็กจะรวม คน สัตว์ รวมถึง ของเล่น เอาไว้เป็นพวกเดียวกัน ทั้งนี้เพราะเด็กรวมตามการรับรู้ของตัวเอง เนื่องจากเด็กมองเห็นในแง่ที่สิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องกับชีวิตอยู่เป็นประจำแต่จะไม่สามารถเข้าใจในประเด็นอื่น ๆ ได้
2) Intuitive Phase อายุ 4 – 7 ปี เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดยังคงอยู่ในระดับ Preconceptual Phase เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลที่แท้จริงได้การตัดสินใจขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ แต่เด็กจะตอบสนองสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น เด็กจะเริ่มเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือแทนการคิด
3) Concrete Operations อายุ 7 – 11 ปี เด็กในวัยนี้ สามารถสร้างกฎเกณฑ์ และตั้งเกณฑ์ใน การแยกแยะสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ เด็กเริ่มมีความสามารถในการคิดย้อนกลับ และมีความเข้าใจในเรื่องของ เหตุผลและสามารถเข้าใจเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 Formal Operation อายุ 11 ปีขึ้นไป ความคิดแบบเด็ก ๆ จะสิ้นสุดลงเด็กสามารถคิดหา เหตุผลนอกเหนือไปจากสิ่งแวดล้อมที่เขาประสบได้ เด็กสามารถคิดอย่างวิทยาศาสตร์สามารถตั้งสมมติฐานและ ทฤษฎีได้ มีความพอใจที่จะคิดพิจารณาสิ่งที่เป็นนามธรรม มีความเห็นว่าความเป็นจริงที่ปรากฏนั้นไม่สำคัญเท่ากับ ความคิดถึงสิ่งที่อาจเป็นไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงที่สอดคล้องกับพัฒนาการเด็ก

วัยเด็กและวัยรุ่นเป็นช่วงพัฒนาการที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีตลอดช่วงชีวิต ความสัมพันธ์ทางสังคมเป็นพื้นฐานของการพัฒนาเด็กและวัยรุ่น จากงานวิจัยเรื่อง Companion Animals and Child/Adolescent Development: A Systematic Review of the Evidence. International Journal of Environmental Research and Public Health (2560) มีการวิจัยและพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเป็นเจ้าของสัตว์เลี้ยงและประโยชน์ด้านสุขภาพทางอารมณ์ในหลากหลายประเด็นจากการเป็นเจ้าของสัตว์เลี้ยงในวัยเด็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นการความเคารพต่อตนเองและความเหงา นอกจากนี้การศึกษายังแสดงให้เห็นหลักฐานของความสัมพันธ์ระหว่างการเป็นเจ้าของสัตว์เลี้ยงกับผลประโยชน์ด้านการศึกษาและความรู้ความเข้าใจ เช่น

ความสามารถในการมองการณ์ไกลและการพัฒนาทางปัญญา โดยสรุปจากผลการวิจัยการเป็นเจ้าของสัตว์เลี้ยงอาจเป็นประโยชน์ต่อพัฒนาการทางอารมณ์ การรับรู้ พฤติกรรม การศึกษา และสังคมของเด็กและวัยรุ่น โดยอ้างอิงจากการค้นพบในกลุ่มประชากรตัวอย่างชี้ให้เห็นว่าสัตว์เลี้ยงที่เป็นเพื่อนมีศักยภาพในการส่งเสริมและมีส่วนทำให้เด็กและวัยรุ่นมีสุขภาพแข็งแรง

นอกจากศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจ้าของสัตว์เลี้ยงในวัยเด็กและสัตว์เลี้ยงแล้ว ผู้วิจัยยังทำการสืบค้นความสัมพันธ์จะหว่างนักเรียนและสัตว์เลี้ยงดิจิทัล ซึ่งจากในวิจัยเรื่อง StudyGotchi: Tamagotchi-Like Game-Mechanics to Motivate Students During a Programming Course (2562) เป็นการใช้สัตว์เลี้ยงดิจิทัลที่อยู่ในรูปแบบของเล่นมาใช้ในด้านการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะทางการเรียนโปรแกรมในชั้นเรียนของนักเรียน ซึ่งจากการวิจัยผลพบว่า แรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญในผลการเรียนของนักเรียน โดยนักเรียนที่ได้รับแรงจูงใจทำงานได้ดีขึ้นและออกจากงานน้อยลงอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้การเรียนรู้สามารถได้รับอิทธิพลจากการเล่นเกมในสองวิธี คือ โดยการเปลี่ยนกระบวนการทางปัญญาและโดยส่งผลต่อแรงจูงใจภายใต้ทฤษฎีการกำหนดตนเอง (SDT) อธิบายความต้องการทางจิตวิทยาพื้นฐานสามประการที่ส่งเสริมแรงจูงใจภายใน สิ่งเหล่านี้คือความเป็นอิสระ ความเป็นปึกแผ่นทางสังคม และความสามารถ เกมสามารถมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความต้องการทางจิตวิทยาขั้นพื้นฐานทั้งสามนี้ ดังนั้นจึงอาจส่งผลดีต่อแรงจูงใจ เนื่องจากเกมเชื่อมโยงกันอย่างดีกับความสนใจและโลกของนักเรียน

Hellings, J., Leek, P., & Bredeweg, B. (2562) กล่าวว่า กลไกเกมของ StudyGotchi จากงานวิจัยได้รับการพัฒนาโดยได้รับแรงบันดาลใจจากเกมทามาก็อตจิที่ได้รับความนิยมในยุค 90 โดยได้ทำการศึกษาการรับรู้ถึงประโยชน์ของแอปเพื่อการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีในสถานการณ์ของเรา วิธีที่นักเรียนเชื่อว่าการเรียนรู้ด้วยโทรศัพท์มือถือสามารถประหยัดเวลาได้นั้น คาดว่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งในการยอมรับแอปพลิเคชั่น กลไกเกมที่คล้ายกับทามาก็อตจิกระตุ้นให้ผู้เล่นสัตว์เลี้ยงดิจิทัลให้มีความสุข เพราะกลไกดังกล่าวจะส่งเสริมความรู้สึกของความเป็นจริงแก่ผู้ใช้ ความผูกพันทางอารมณ์นี้สำเร็จได้ด้วยการสื่อสารแบบโต้ตอบตามธรรมชาติกับสัตว์เลี้ยงดิจิทัล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในแอปพลิเคชั่นสำหรับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของวัยรุ่น เมื่อวิจัยเสร็จสิ้นผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ การต่อยอดออกแบบแอปพลิเคชั่น StudyGotchi ในอนาคต อาจมาพร้อมกับฟังก์ชันความช่วยเหลือที่อธิบายวัตถุประสงค์ของแอปพลิเคชั่นและอธิบายคะแนนของเกม คุณสมบัติที่สำคัญของแอพสำหรับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของวัยรุ่นคือการตอบรับและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลตอบแทนที่มีความหมายทันทีและมีความหมาย รวมถึงสร้างความน่าสนใจเพิ่มเติมโดยอาจจะมีให้รางวัลเป็นชุดหรือเครื่องประดับเพื่อปรับแต่งรูปลักษณ์ของสัตว์เลี้ยงดิจิทัลให้มีความน่าสนใจมากขึ้น

2.7 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน มุ่งให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) สร้างแรงบันดาลใจ ให้คำปรึกษา ดูแล แนะนำ ทำหน้าที่เปรียบเสมือนครูฝึก และ พี่เลี้ยง (Coach & Mentor) แสวงหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ เกิดเข้าใจในตนเอง ใช้สติปัญญา คิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรมที่บ่งบอกถึงการมีสมรรถนะสำคัญในศตวรรษที่ 21 มีทักษะวิชาการ ทักษะชีวิต และทักษะวิชาชีพ บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ตามระดับช่วงวัย

ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอนภายในชั้นเรียน และที่สำคัญคือการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) ด้วยการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ไม่เพียงแต่เป็นผู้ฟังที่ดี นักเรียนต้องอ่าน เขียน ตั้งคำถาม รวมถึงมีการอภิปรายร่วมกัน นอกจากนี้ยังต้องลงมือปฏิบัติจริง โดยคำนึงถึงความรู้ที่มีและความต้องการของนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการทำเช่นนี้จะเปลี่ยนบทบาทของนักเรียนจากผู้รับความรู้ไปสู่การเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ภายในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีทั้งหมด 4 ประการสำคัญดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกส่งเสริมการมีอิสระทางด้านความคิดและการกระทำของนักเรียน การมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ นักเรียนจะมีโอกาส มีส่วนร่วมในการปฏิบัติจริงและมีการใช้ วิจารณญาณในการคิดและตัดสินใจในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น มุ่งสร้างให้นักเรียนเป็นผู้กากับทิศทางการเรียนรู้ ค้นหาสไตล์การเรียนรู้ของตนเอง สู่การเป็นผู้รู้คิด รู้ตัดสินใจด้วยตนเอง (Metacognition) เพราะฉะนั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher order thinking) ในการมีวิจารณญาณ การวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา การประเมิน ตัดสินใจ และการสร้างสรรค์

2. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกสนับสนุนส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือกันอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียน ซึ่งความ ร่วมมือในการปฏิบัติงานกลุ่มที่ดีของนักเรียนจะนำไปสู่ความสำเร็จในภาพรวมของชั้นเรียนได้
3. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกทำให้นักเรียนทุ่มเทในการเรียน จูงใจในการเรียน และทำให้นักเรียน แสดงออกถึงความรู้ความสามารถ เมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น ในสภาพแวดล้อม ที่เอื้ออานวย ผ่านการใช้กิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้อย่างหลากหลาย นักเรียนเลือกเรียนรู้ กิจกรรมต่าง ๆ ตามความสนใจและความถนัดของตนเอง เกิดความรับผิดชอบและทุ่มเทเพื่อมุ่งสู่ความสำเร็จ
4. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาเชิงบวกทั้งทางนักเรียนและทางครูผู้สอน ถือเป็นการปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนที่นักเรียนจะมีโอกาสได้เลือกใช้ความถนัด ความสนใจ ความสามารถที่เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Different) สอดรับกับแนวคิดพหุปัญญา (Multiple Intelligence) เพื่อแสดงออกถึงตัวตนและศักยภาพของตัวเอง ส่วนในด้านของครูผู้สอนต้องมีความตระหนัก ที่จะปรับเปลี่ยนบทบาท แสวงหาวิธีการ กิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อช่วยเสริมสร้างศักยภาพของนักเรียนแต่ละบุคคล ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้ครูเกิดทักษะในการสอนและมีความเชี่ยวชาญในบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบ และเป็นการพัฒนาตน พัฒนางาน และพัฒนานักเรียนไปพร้อมกัน

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นการจัดการเรียนรู้เชิงดังนั้นจึงควรมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกันโดยมีลักษณะดังนี้

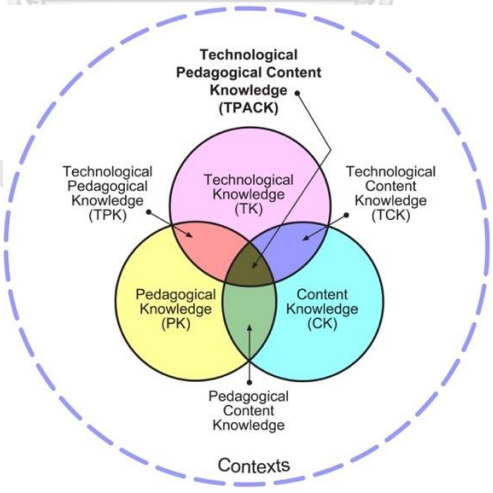
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง
2. จัดให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. จัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
4. ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เป็นผู้ปฏิบัติ
5. จัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้บูรณาการข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศ หรือหลักการด้วยตนเอง
6. จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์การสร้างองค์ความรู้และการสรุปทบทวนของนักเรียน
7. จัดให้นักเรียนเรียนรู้เรื่องความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทางานและการแบ่งหน้าที่ และความรับผิดชอบในภารกิจต่าง ๆ

8. จัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพทางสมอง เช่น การคิดอย่างมีตรรกะ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
9. จัดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน รวมถึงสร้างร่วมมือกันมากกว่าทำให้เกิดการแข่งขัน
10. จัดกระบวนการเรียนทสี่ร้างสถานการณ์ให้นักเรียนอ่าน พูด ฟัง คิด อย่างรอบคอบถี่ถ้วน โดยจะทำให้นักเรียนเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.8 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดล TPACK

การจัดการเรียนรู้แบบโมเดล TPACK ถูกสร้างขึ้นโดย Lee Shulman ในระหว่างปี 2529 ถึง 2530 เพื่ออธิบายว่า ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับเทคโนโลยีการศึกษาและความรู้เนื้อหาในการสอน (Pedagogical Content Knowledge หรือ PCK) มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไรเพื่อสร้างการสอนที่มีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยี จากภาพที่ 28 ความรู้ของครูมีสามองค์ประกอบหลัก ได้แก่ เนื้อหา การสอน และเทคโนโลยี ความสำคัญเท่าเทียมกันสำหรับแบบจำลองคือปฏิสัมพันธ์ระหว่างและระหว่างองค์ความรู้เหล่านี้ ซึ่งแสดงเป็น “PCK” (ความรู้ด้านเนื้อหาในการสอน), “TCK” (ความรู้ด้านเนื้อหาทางเทคโนโลยี), “TPK” (ความรู้ทางเทคโนโลยีการสอน) และ “TPACK” (ความรู้ด้านเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา)



ภาพที่ 28 องค์ความรู้ของครูที่ประกอบรวมเป็นโมเดล TPACK[27]

[27] Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of education*, *193*(3), 13-19. https://doi.org/https://doi.org/10.1177/002205741319300303

ความรู้ด้านเนื้อหา หรือ Content knowledge (CK)

ความรู้ด้านเนื้อหาคือความรู้ของครูเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้หรือสอน เนื้อหาที่จะครอบคลุมในวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมต้นหรือประวัติศาสตร์จะแตกต่างจากเนื้อหาที่จะครอบคลุมในหลักสูตรระดับปริญญาตรีเกี่ยวกับการชื่นชมศิลปะหรือการสัมมนาบัณฑิตทางฟิสิกส์ดาราศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อครูผู้สอน ตามที่ Lee Shulman (2529) ระบุไว้ ความรู้นี้จะรวมถึงความรู้เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี แนวคิด กรอบองค์กร ความรู้เกี่ยวกับหลักฐานและข้อพิสูจน์ ตลอดจนแนวทางปฏิบัติและแนวทางในการพัฒนาความรู้ดังกล่าว ความรู้และลักษณะของการไต่สวนแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละสาขา และครูควรเข้าใจพื้นฐานของความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นของสาขาวิชาที่พวกเขาสอน ตัวอย่างเช่น ในกรณีของวิทยาศาสตร์ จะรวมถึงความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการใช้เหตุผลตามหลักฐาน ในกรณีของความชื่นชมในศิลปะ ความรู้ดังกล่าวรวมถึงความรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ศิลปะ ภาพวาดที่มีชื่อเสียง ประติมากรรม ศิลปิน และบริบททางประวัติศาสตร์ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีสุนทรียศาสตร์และจิตวิทยาการประเมินศิลปะ

ความรู้ด้านการสอน หรือ Pedagogical knowledge (PK)

ความรู้ด้านการสอนคือความรู้เชิงลึกของครูเกี่ยวกับกระบวนการและการปฏิบัติหรือวิธีการสอนและการเรียนรู้ รวมถึงวัตถุประสงค์ด้านการศึกษา ค่านิยม และจุดมุ่งหมายโดยรวม รูปแบบความรู้ทั่วไปนี้ใช้กับความเข้าใจวิธีที่นักเรียนเรียนรู้ ทักษะการจัดการห้องเรียนทั่วไป การวางแผนบทเรียน และการประเมินนักเรียน รวมถึงความรู้เกี่ยวกับเทคนิคหรือวิธีการที่ใช้ในห้องเรียน ลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย และกลวิธีในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน ครูที่มีความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับการสอนจะเข้าใจว่านักเรียนสร้างความรู้และรับทักษะอย่างไร และพวกเขาพัฒนานิสัยของจิตใจและทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้อย่างไร ดังนั้น ความรู้ด้านการสอนจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในทฤษฎีการเรียนรู้ สังคม และพัฒนาการของการเรียนรู้ และวิธีที่นำไปใช้กับนักเรียนในห้องเรียน

ความรู้ด้านเนื้อหาในการสอน หรือ Pedagogical Content Knowledge (PCK)

ความรู้ด้านเนื้อหาในการสอน มีความสอดคล้องและคล้ายคลึงกันกับแนวคิดของ Lee Shulman เกี่ยวกับความรู้ด้านการสอนที่ประยุกต์ใช้กับการสอนเนื้อหาเฉพาะ ศูนย์กลางของแนวคิด PCK ของ Lee Shulman คือแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาในการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามข้อมูลของ Lee Shulman การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นเมื่อครูตีความเนื้อหาในหัวข้อ ค้นหาหลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิธีในการนำเสนอ และปรับและปรับแต่งสื่อการสอนให้เข้ากับแนวคิดทางเลือกและความรู้เดิมของนักเรียน PCK ครอบคลุมธุรกิจหลักของการสอน การเรียนรู้ หลักสูตร การประเมินและการรายงาน เช่น เงื่อนไขที่ส่งเสริมการเรียนรู้และความเชื่อมโยงระหว่างหลักสูตร การประเมิน และการสอน การตระหนักรู้ถึงความเข้าใจผิดที่พบบ่อยและวิธีการมอง ความสำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดตามเนื้อหาต่าง ๆ ความรู้เดิมของนักเรียน กลยุทธ์การสอนทางเลือก และความยืดหยุ่นที่เกิดจากการสำรวจวิธีอื่นในการมองแนวคิดหรือปัญหาเดียวกัน ล้วนมีความจำเป็นสำหรับการสอนที่มีประสิทธิภาพ

ความรู้ด้านเทคโนโลยี หรือ Technology Knowledge (TK)

คำจำกัดความของความรู้ด้านเทคโนโลยี ที่ใช้ในโมเดล TPACK นั้นคือการอาศัยความเข้าใจและความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ลึกซึ้งและจำเป็นมากขึ้นสำหรับการประมวลผลข้อมูล การสื่อสาร และการแก้ปัญหา มากกว่าคำจำกัดความทั่วไปของการรู้เท่าทันคอมพิวเตอร์ การได้มาซึ่งความรู้ด้านเทคโนโลยี ในลักษณะนี้ทำให้บุคคลสามารถทำงานต่าง ๆ ได้สำเร็จโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและพัฒนาวิธีการทำงานให้สำเร็จที่แตกต่างกัน แนวความคิดของความรู้ด้านเทคโนโลยีนี้ไม่ได้วางตำแหน่ง "สถานะสิ้นสุด" แต่มองว่าเป็นการพัฒนาโดยการพัฒนาตลอดช่วงอายุของการมีปฏิสัมพันธ์แบบปลายเปิดกับเทคโนโลยี

ความรู้ด้านเนื้อหาทางเทคโนโลยี หรือ Technological Content Knowledge (TCK)

ความรู้ด้านเทคโนโลยี และ ความรู้ด้านเนื้อหา มีความสัมพันธ์ทางประวัติศาสตร์มาอย่างยาวนาน ความก้าวหน้าในสาขาต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น การแพทย์ ประวัติศาสตร์ โบราณคดี และฟิสิกส์ ได้เกิดขึ้นพร้อมกับการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เอื้อต่อการแสดงและการจัดการข้อมูลในรูปแบบใหม่และเกิดผล พิจารณาการค้นพบรังสีเอกซ์ของ Roentgen หรือเทคนิคการหาคาร์บอน-14 และอิทธิพลของเทคโนโลยีเหล่านี้ในด้านการแพทย์และโบราณคดี พิจารณาด้วยว่าการกำเนิดของคอมพิวเตอร์ดิจิทัลเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของฟิสิกส์และคณิตศาสตร์อย่างไร และให้ความสำคัญกับบทบาทของการจำลองในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์มากขึ้นอย่างไร การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีได้นำเสนออุปมาอุปมัยใหม่สำหรับการทำความเข้าใจโลก การมองว่าหัวใจเป็นเครื่องสูบน้ำหรือสมองเป็นเครื่องประมวลผลข้อมูลเป็นเพียงวิธีการบางส่วนที่เทคโนโลยีได้ให้มุมมองใหม่ๆ ในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ การเชื่อมต่อที่เป็นตัวแทนและเปรียบเทียบเหล่านี้ไม่ได้เป็นเพียงผิวเผิน พวกเขามักจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานในลักษณะของสาขาวิชา

การทำความเข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีที่มีต่อการปฏิบัติและความรู้ของวินัยที่กำหนดนั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา การเลือกเทคโนโลยีช่วยกำบังและจำกัดประเภทของแนวคิดเนื้อหาที่สามารถสอนได้ ในทำนองเดียวกัน การตัดสินใจเกี่ยวกับเนื้อหาบางอย่างสามารถจำกัดประเภทของเทคโนโลยีที่สามารถใช้ได้ เทคโนโลยีสามารถจำกัดประเภทของการนำเสนอที่เป็นไปได้ แต่ยังสามารถซื้อการสร้างการนำเสนอที่ใหม่กว่าและหลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้ เครื่องมือทางเทคโนโลยีสามารถให้ระดับความยืดหยุ่นมากขึ้นในการนำทางผ่านการนำเสนอเหล่านี้

ดังนั้นความรู้ด้านเนื้อหาทางเทคโนโลยีจึงเป็นความเข้าใจในลักษณะที่เทคโนโลยีและเนื้อหามีอิทธิพลและจำกัดซึ่งกันและกัน ครูต้องเชี่ยวชาญมากกว่าวิชาที่พวกเขาสอน พวกเขาต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงลักษณะที่หัวข้อ (หรือประเภทของการนำเสนอที่สามารถสร้างได้) สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเฉพาะ ครูจำเป็นต้องเข้าใจว่าเทคโนโลยีใดเหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดการกับการเรียนรู้เรื่องในโดเมนของตน และวิธีที่เนื้อหากำหนดหรือแม้แต่เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

ความรู้ทางเทคโนโลยีการสอน หรือ Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

ความรู้ทางเทคโนโลยีการสอนคือความเข้าใจว่าการสอนและการเรียนรู้สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างไรเมื่อใช้เทคโนโลยีเฉพาะในลักษณะเฉพาะ ซึ่งรวมถึงการรู้ต้นทุนการสอนและข้อจำกัดของเครื่องมือทางเทคโนโลยีต่างๆ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการออกแบบและกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมทางวินัยและเหมาะสมกับการพัฒนา ในการสร้างความรู้ทางเทคโนโลยีการสอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับข้อจำกัดและต้นทุนของเทคโนโลยีและบริบททางวินัยในการทำงาน

ตัวอย่างเช่น พิจารณาวิธีการใช้ไวท์บอร์ดในห้องเรียน เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วไวท์บอร์ดจะไม่เคลื่อนที่ หลายคนมองเห็นได้ และแก้ไขได้ง่าย จึงสันนิษฐานว่าอาจนำไปใช้ในห้องเรียนได้ ดังนั้นกระดานไวท์บอร์ดจึงมักจะวางไว้หน้าห้องเรียนและครูเป็นผู้ควบคุม ตำแหน่งนี้กำหนดระเบียบทางกายภาพเฉพาะในห้องเรียนโดยกำหนดตำแหน่งของโต๊ะและเก้าอี้ และกำหนดลักษณะของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู เนื่องจากนักเรียนมักจะใช้ได้เมื่อครูเรียกเท่านั้น อย่างไรก็ตาม มันไม่ถูกต้องที่จะบอกว่ามีเพียงวิธีเดียวเท่านั้นที่สามารถใช้ไวท์บอร์ดได้ มีเพียงการเปรียบเทียบการใช้ไวท์บอร์ดในการประชุมระดมความคิดในการตั้งค่าเอเจนซี่โฆษณาเพื่อดูการใช้เทคโนโลยีนี้ที่ค่อนข้างแตกต่าง

ออกไป ในสถานการณ์เช่นนี้ ไวท์บอร์ดไม่ได้อยู่ภายใต้ขอบเขตของบุคคลเพียงคนเดียว ใครก็ตามในกลุ่มสามารถใช้ได้ และกลายเป็นจุดโฟกัสในการอภิปรายและการเจรจาหรือการสร้างความหมาย ความเข้าใจในต้นทุนของเทคโนโลยีและวิธีที่พวกเขาสามารถใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามการเปลี่ยนแปลงบริบทและวัตถุประสงค์เป็นส่วนสำคัญในการทำความเข้าใจความรู้ทางเทคโนโลยีการสอน

ความรู้ทางเทคโนโลยีการสอนมีความสำคัญเป็นพิเศษเนื่องจากโปรแกรมซอฟต์แวร์ยอดนิยมส่วนใหญ่ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โปรแกรมซอฟต์แวร์ เช่น Microsoft Office Suite (Word, PowerPoint, Excel, Entourage และ MSN Messenger) มักได้รับการออกแบบมาสำหรับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ เทคโนโลยีบนเว็บ เช่น บล็อกหรือพอดแคสต์ ออกแบบมาเพื่อความบันเทิง การสื่อสาร และโซเชียลเน็ตเวิร์ก

ความรู้ด้านเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา หรือ Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK)

ความรู้ด้านเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา เป็นรูปแบบใหม่ของความรู้ที่นอกเหนือไปจากองค์ประกอบ "หลัก" ทั้งสาม (เนื้อหา การสอน และเทคโนโลยี) ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาการสอนทางเทคโนโลยีเป็นความเข้าใจที่เกิดขึ้นจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา การสอน และเทคโนโลยี พื้นฐานการสอนที่มีความหมายและทักษะอย่างลึกซึ้งอย่างแท้จริงด้วยเทคโนโลยี โมเดล TPACK แตกต่างจากความรู้ของทั้งสามแนวคิดเป็นรายบุคคล แทนที่จะเป็นเช่นนั้น โมเดล TPACK เป็นพื้นฐานของการสอนด้วยเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องการความเข้าใจในการนำเสนอแนวคิดโดยใช้เทคโนโลยี เทคนิคการสอนที่ใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ในการสอนเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ทำให้แนวคิดยากหรือง่ายต่อการเรียนรู้และเทคโนโลยีสามารถช่วยแก้ไขปัญหาที่นักเรียนเผชิญได้อย่างไร ความรู้เกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียนและทฤษฎีญาณวิทยา และความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างความรู้ที่มีอยู่เพื่อพัฒนาญาณวิทยาใหม่หรือเสริมสร้างความรู้เก่า

ด้วยการผสานความรู้ด้านเทคโนโลยี การสอน และเนื้อหาไปพร้อม ๆ กัน ครูผู้เชี่ยวชาญจะนำโมเดล TPACK มาใช้งานทุกครั้งที่สอน แต่ละสถานการณ์ที่นำเสนอต่อครูเป็นการผสมผสานกันของปัจจัยทั้งสามนี้ ดังนั้นจึงไม่มีโซลูชันทางเทคโนโลยีเดียวที่ใช้กับครูทุกคน ทุกหลักสูตร หรือทุกมุมมองของการสอน ในทางกลับกัน การแก้ปัญหาอยู่ในความสามารถของครูในการนำทางอย่างยืดหยุ่นในพื้นที่ที่กำหนดโดยองค์ประกอบทั้งสามของเนื้อหา การสอน และเทคโนโลยี และการโต้ตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่ซับซ้อนระหว่างองค์ประกอบเหล่านี้ในบริบทเฉพาะ การเพิกเฉยต่อความซับซ้อนที่มีอยู่ในองค์ประกอบความรู้แต่ละส่วนหรือความซับซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ อาจนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ง่ายเกินไปหรือความล้มเหลว ดังนั้น ครูจำเป็นต้องพัฒนาความคล่องแคล่วและความยืดหยุ่นในการรับรู้ ไม่เพียงแต่ในแต่ละโดเมนหลัก (เทคโนโลยี การสอน และ เนื้อหา) แต่ยังอยู่ในลักษณะที่โดเมนเหล่านี้และพารามิเตอร์บริบทสัมพันธ์กัน เพื่อให้สามารถสร้างโซลูชันที่มีประสิทธิภาพได้ นี่คือความเข้าใจในการสอนด้วยเทคโนโลยีที่ลึกซึ้ง ยืดหยุ่น นำไปใช้ได้จริง และเหมาะสมอย่างยิ่ง ซึ่งเรามีส่วนร่วมในการพิจารณาว่า โมเดล TPACK เป็นโครงสร้างความรู้ระดับมืออาชีพ

การสอนด้วยเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก โมเดล TPACK เสนอว่าเนื้อหา การสอน เทคโนโลยี และบริบทการสอนและการเรียนรู้มีบทบาทในการเล่นเป็นรายบุคคลและร่วมกัน การสอนที่ประสบความสำเร็จด้วยเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีการสร้าง ปรับปรุง และสร้างสมดุลแบบใหม่ตลอดเวลาในทุกองค์ประกอบอย่างต่อเนื่อง

2.9 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับทักษะสำคัญในอนาคต

ศตวรรษที่21ถือเป็นยุคแห่งการพัฒนา ต่อยอด รวมถึงคิดค้นผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมต่าง ๆ ขึ้น เพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการพัฒนาคุณภาพในการดำรงชีวิต ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงต้องเปลี่ยนจาก การเรียนรู้แบบตั้งรับ (Passive Learning) มาเป็น การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามกระบวนการ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย การสร้างประเด็นคำถามและคาดเดาคำตอบ (Learn to Question) การสืบค้นและรวบรวมข้อมูลความรู้ (Learn to Search) การสร้างกระบวนการและขั้นตอนในการลงมือปฏิบัติ (Learn to Construct) การสรุปผลการเรียนรู้และการนำเสนอ (Learn to Communicate) และ การเผยแพร่และใช้ประโยชน์ (Learn to Service)

วิจารณ์ พานิช (2555) ได้กล่าวถึงทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ว่า แม้เนื้อหาสาระในรายวิชาจะมีความสำคัญ แต่ยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อให้มีชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21 อย่างมีคุณภาพได้ ปัจจุบันการเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนย่อยควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าด้วยตนเองของนักเรียน โดยมีครูคอยช่วยให้คำแนะนำและช่วยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของตนเองได้ และในส่วนสาระวิชาหลัก (Core Subjects) เช่น ภาษาแม่ และภาษาสำคัญของโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์ การปกครองและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และ ประวัติศาสตร์ โดยวิชาแกนหลักนี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดและยุทธศาสตร์สำคัญต่อการจัดการเรียนสำหรับเนื้อหาในเชิงสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หรือหัวข้อสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยการส่งเสริมความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแกนหลัก และสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลักสำคัญ ดังนี้

1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นสิ่งที่ทำหน้าที่ในการกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานจริงที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาและการส่อสารและการร่วมมือ
2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เหตุเพราะในปัจจุบันในโลกออนไลน์มีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อและเทคโนโลยีเป็นจำนวนมาก นักเรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายศาสตร์ เช่น ความรู้ด้านสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อ และความรู้ด้านเทคโนโลยี
3) ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบผลสำเร็จ ซึ่งนักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ ได้แก่ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง ทักษะสังคมและวัฒนธรรม การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (Productivity) และความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (Accountability) และ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Responsibility)

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สามารถจำแนกได้เป็น “3Rs และ 8Cs” ดังนี้ (วัชระ จตุพร, 2561)

1) ทักษะ 3Rs เป็นทักษะจำเป็นพื้นฐาน ประกอบด้วย สามารถอ่านออกได้ (Reading) สามารถเขียนได้ (Writing) และ สามารถคิดเลขเป็น (Arithmetic)
2) ทักษะ 8Cs เป็นทักษะที่ทำให้สามารถมีความรู้ความเข้าใจทั้งในด้านการเรียน การทำงาน และ การดำรงชีวิต มีตรรกะทางความคิดพิจารณารายละเอียดได้ดีและการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย ทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ปัญหาได้ (Critical thinking and problem solving) ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงนวัตกรรม (Creativity and innovation) ความเข้าใจในความแตกต่างและกระบวนการคิดของแต่ละวัฒนธรรม (Cross-cultural understanding) ความสามารถในการร่วมมือกันทำงานเป็นทีม

และมีภาวะความเป็นผู้นำ (Collaboration teamwork and leadership) ทักษะในการสื่อสารข้อมูลและการรู้เท่าทันสื่อ (Communication information and media literacy) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และความเข้าใจในเทคโนโลยี (Computing and IT literacy) ทักษะด้านอาชีพและความสามารถในการเรียนรู้ (Career and learning skills) และ ความรู้เห็นอกเห็นใจผู้อื่น (Compassion)

2.10 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

หลักการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) แต่เดิมเป็นวิธีการสอนวิศวกรถึงวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เช่นเดียวกับที่นักออกแบบทำ ซึ่งบุคคลที่ริเริ่มเขียนเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ John E. Arnold ศาสตราจารย์ด้านวิศวกรรมเครื่องกลที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ในปีพ.ศ. 2502 John E. Arnold เขียน " Creative Engineering " ซึ่งกล่าวถึงการกำหนดเนื้อหา 4 ประการ ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และจากจุดนั้นส่งผลให้ กระบวนการคิดเชิงออกแบบเริ่มพัฒนาเป็นวิธีคิดในสาขาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมการออกแบบ ดังที่เห็นได้ในหนังสือของ Herbert A. Simon เรื่อง “The Sciences of the Artificial” และหนังสือของ Robert McKim เรื่อง “Experiences in Visual Thinking” (Stevens, 2020)

กระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาหรือความต้องการของผู้ใช้เป็นศูนย์กลางเป็นหลัก และมุ่งเน้นไปที่การบรรลุผลในทางปฏิบัติที่มีความเป็นไปได้ทางเทคนิค คือ สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่ใช้งานได้ และมีความคุ้มค่าทางธุรกิจสามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิยช์ได้ รวมถึง สามารถสนองความต้องการที่แท้จริงและช่วยแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้งานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการคิดเชิงออกแบบประกอบไปด้วยขั้นตอน 5 ขั้น ดังนี้

1) Empathize (การเข้าอกเข้าใจ) คือการทำความเข้าใจถึงปัญญาและความต้องการของผู้ใช้งาน และนำมาเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาขั้นถัดไป โดยสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์ ตอบแบบสอบถาม ทำแบบทดสอบ หรือ การสังเกต เป็นต้น
2) Define (การนิยาม) คือการนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอน Empathize มาวิเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญ เช่น ผู้ใช้มีลักษณะและพฤติกรรมอย่างไร มีปัญหาหรือมีความ

ต้องการอะไร เหตุใดจึงเกิดกันหาหรือความต้องการดังกล่าว รวมถึงการคัดเลือกประเด็นปัญหาที่เหมาะสมจะนำมาออกแบบในขั้นต่อไป

3) Ideate (การระดมความคิด) คือ รวบรวมแนวความคิดตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการ Define อย่างไม่มีกรอบจำกัด โดยควรระดมความคิดในหลากหลายมุมมองและวิธีการ ซึ่งมุ่งเน้นให้มีปริมาณแนวความคิดให้มากที่สุดเพื่อนำไปประเมินผลและสรุปเป็นความคิดเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวมากที่สุด
4) Prototype (การสร้างต้นแบบ) คือ การสร้างต้นแบบเพื่อนำไปทดสอบกับผู้ใช้กลุ่มเป้าหมายก่อนนำไปผลิตจริง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าวิธีการดังกล่าวนั้นเหมาะสมในการนำมาแก้ปัญหาของผู้ใช้จริงหรือไม่ สามารถตอบสนองความต้องการแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้งานได้จริงหรือไม่ นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดความผิดพลาดก่อนที่จะผลิตและนำไปใช้จริงในเชิงพาณิชย์อีกด้วย
5) Test (การทดสอบ) คือ การทดลองนำต้นแบบที่จะนำไปใช้จริงมาทดสอบหรือทดลองให้ผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายใช้ก่อน โดยมุ่งเน้นในการทดสอบประสิทธิภาพ ประเมินผล และเก็บรวบรวมข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานจริง เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปทดสอบอีกครั้งหรือนำไปใช้จริง

2.11 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร ไปเป็น “หลักสูตรวิทยาการคำนวณ” เพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0 เพื่อให้ประเทศไทยก้าวไปสู่ประเทศที่มีความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป้าหมายของหลักสูตรวิทยาการคำนวณ

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ มีเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2017)

1) เพื่อใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ
2) เพื่อให้มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา

3) เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ ต่อตนเองหรือสังคม
4) เพื่อใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบ มีจริยธรรม

สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้มีความรู้รวมถึงมีทักษะในหลักการคิดเชิงคำนวณ สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดสาระสำคัญดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2017)

1) วิทยาการคอมพิวเตอร์ คือ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน การใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การบูรณาการกับวิชาอื่น การเขียนโปรแกรม การคาดการณ์ผลลัพธ์การตรวจหาข้อผิดพลาด การพัฒนาแอปพลิเคชันหรือพัฒนาโครงงาน อย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2) เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คือ การรวบรวม ประมวลผล ประเมินผลและนำเสนอข้อมูลหรือสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยสามารถประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล การเลือกใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต ข้อตกลงและข้อกำหนดในการใช้สื่อหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หลักการ ทำงานของคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร
3) การรู้ดิจิทัล คือ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย มีการรู้เท่าทันสื่อและรู้ด้านกฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม นวัตกรรมและผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรวิทยาการคำนวณ

ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวชี้วัดหลักสูตรวิทยาการคำนวณ

ตัวชี้วัดหลักสูตรวิทยาการคำนวณของระดับชั้นประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2017)

ระดับชั้น	ตัวชี้วัด
ประถมศึกษาปีที่ 1	1) แก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ การลองผิดลองถูก การเปรียบเทียบ 2) แสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน หรือการแก้ปัญหาอย่างง่าย โดยใช้ภาพสัญลักษณ์หรือ ข้อความ 3) เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ 4) ใช้เทคโนโลยีในการสร้าง จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ 5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างปลอดภัย ปฏิบัติตาม ข้อตกลงในการใช้คอมพิวเตอร์ ร่วมกัน ดูแลรักษาอุปกรณ์ เบื้องต้น ใช้งานอย่างเหมาะสม
ประถมศึกษาปีที่ 2	1) แสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน หรือการแก้ปัญหาอย่างง่าย โดยใช้ภาพสัญลักษณ์ หรือข้อความ 2) เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม 3) ใช้เทคโนโลยีในการสร้าง จัดหมวดหมู่ ค้นหา จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ 4) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างปลอดภัย ปฏิบัติตาม ข้อตกลงในการใช้คอมพิวเตอร์ ร่วมกัน ดูแลรักษาอุปกรณ์ เบื้องต้น ใช้งานอย่าง เหมาะสม
ประถมศึกษาปีที่ 3	1) แสดงอัลกอริทึมในการทำงาน หรือการแก้ปัญหาอย่างง่าย โดยใช้ภาพสัญลักษณ์หรือ ข้อความ 2) เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม 3) ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ 4) รวบรวม ประมวลผล และ นำเสนอข้อมูล โดยใช้ ซอฟต์แวร์ตามวัตถุประสงค์ 5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างปลอดภัย ปฏิบัติ ตามข้อตกลงในการใช้อินเทอร์เน็ต

ประถมศึกษาปีที่ 4	1) ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการ แก้ปัญหา การอธิบาย การทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย 2) ออกแบบ และเขียนโปรแกรม อย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือสื่อ และตรวจหา ข้อผิดพลาดและแก้ไข 3) ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาความรู้ และประเมินความน่าเชื่อถือ ของข้อมูล 4) รวบรวม ประเมิน นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศ โดย ใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิต ประจำวัน 5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิ และหน้าที่ของตน เคารพใน สิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้อง เมื่อพบข้อมูลหรือบุคคล ที่ไม่เหมาะสม
ประถมศึกษาปีที่ 5	1) ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการ แก้ปัญหา การอธิบาย การทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย 2) ออกแบบและเขียนโปรแกรม ที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ อย่างง่าย ตรวจหาข้อผิดพลาด และแก้ไข 3) ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงาน ร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล 4) รวบรวม ประเมิน นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบน อินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน 5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างปลอดภัย มีมารยาท เข้าใจสิทธิหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม
ประถมศึกษาปีที่ 6	1) ใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ในการอธิบาย ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน 2) ออกแบบและเขียนโปรแกรม อย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจหา ข้อผิดพลาดของโปรแกรม และแก้ไข 3) ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหา ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ 4) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานอย่างปลอดภัยเข้าใจสิทธิหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดหลักสูตรวิทยาการคำนวณของระดับชั้นประถมศึกษา

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

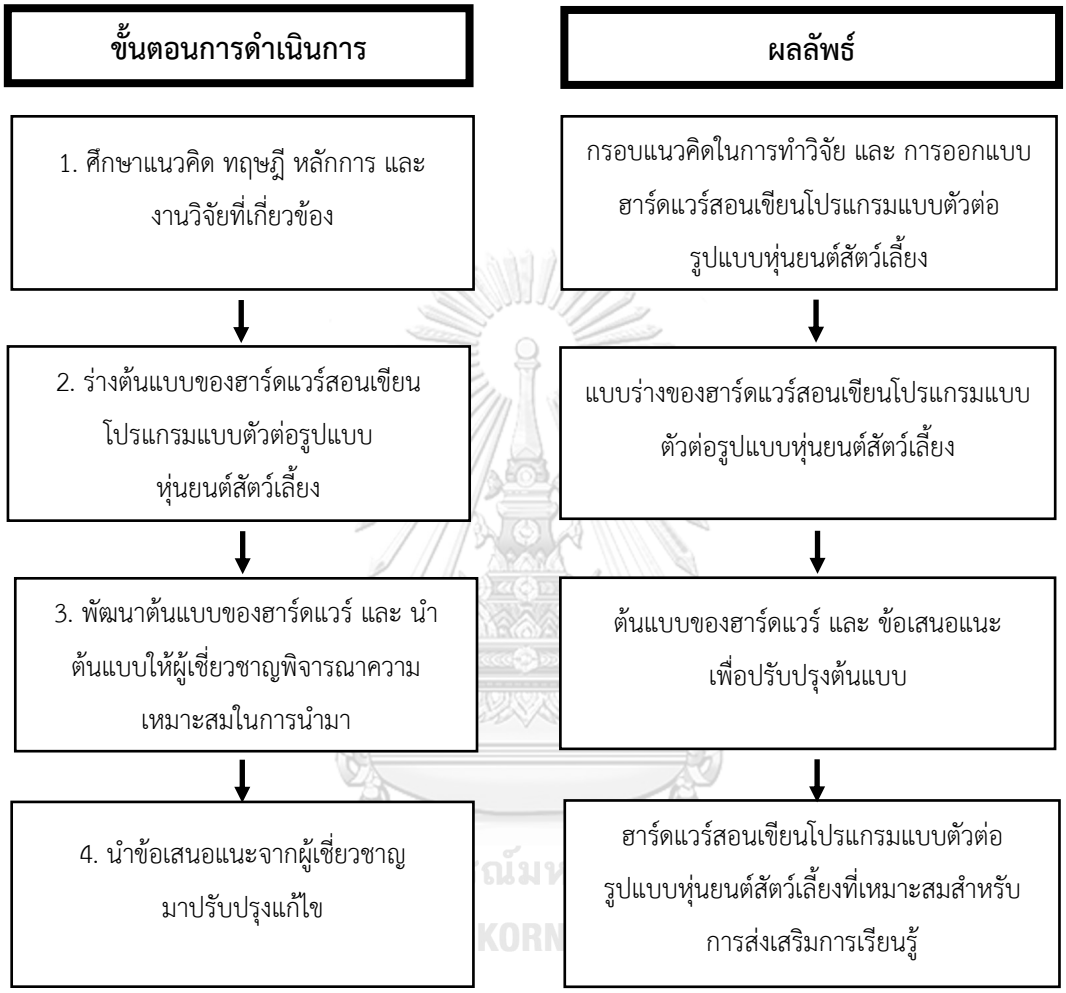
ระยะที่ 2 การศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

ทั้งนี้สามารถแสดงขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยทั้ง 3 ระยะได้ตามแผนภาพดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 1 : การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ



ระยะที่ 2 : การศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ภาพที่ 29 การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

ระยะที่ 1 : การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

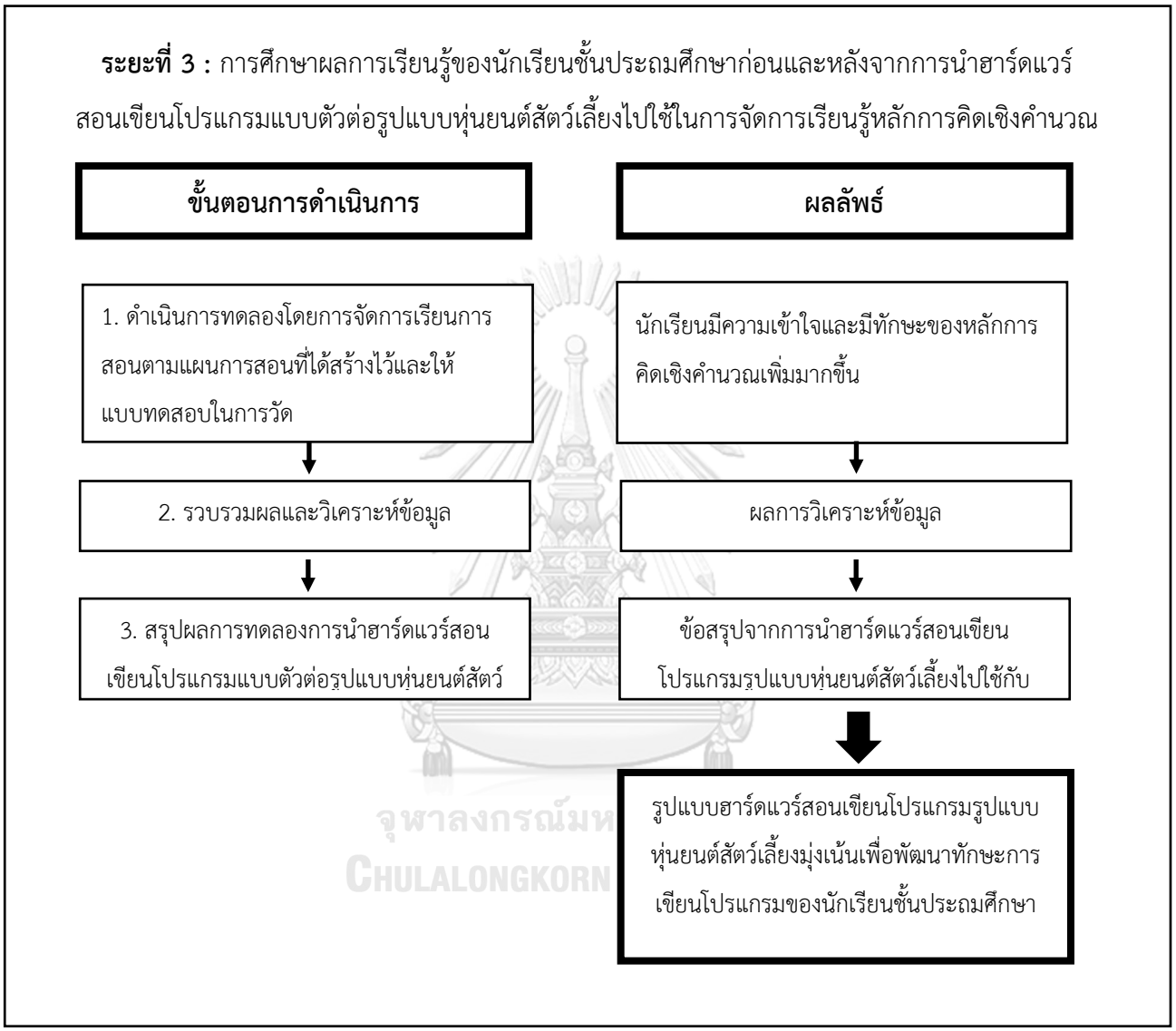
ระยะที่ 2 : การศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์
1.ศึกษาหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)	ข้อมูลวิธีการจัดการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
2. พัฒนาแผนการสอนและเครื่องมือวัดหลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้	ต้นแบบของแผนสอนและเครื่องมือวัดหลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้
3. นำแผนสอนและเครื่องมือวัดไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ	ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำมาปรับปรุง
4. นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข	แผนสอนและเครื่องมือวัดหลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์

ระยะที่ 3 : การศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

ภาพที่ 30 การศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ระยะที่ 2 : การศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา



จุฬาลงกรณ์มหา
CHULALONGKORN

ภาพที่ 31 การศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

3.1 การวิจัยระยะที่ 1

ในระยะของการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยมีขั้นตอนตามรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1.1.1 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการทำเกมเพื่อการศึกษา

3.1.1.2 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

3.1.1.3 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็ก

3.1.1.4 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับสอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ

3.1.1.5 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญา

3.1.1.6 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงที่สอดคล้องกับพัฒนาการเด็ก

3.1.1.7 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning)

3.1.1.8 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดล TPACK

3.1.1.9 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับทักษะสำคัญในอนาคต

3.1.1.10 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

3.1.1.11 แนวคิดทฤษฎีและข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2 ร่างต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และ การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญมาออกแบบฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง โดยออกแบบเป็นภาพสามมิติด้วยโปรแกรม Cinema4D และ Solidworks

3.1.3 พัฒนาต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง โดยประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) ที่สามารถสั่งการได้ด้วยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบตัวต่อ (Block-Based Programming) ส่วนล้อสำหรับการเคลื่อนไหว และ โครงสร้างภายนอกที่มีลักษณะคล้ายสัตว์เลี้ยง จากการพิมพ์สามมิติ (3D Printing)

3.1.4 นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

3.2 การวิจัยระยะที่ 2

ในระยะของการศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นการศึกษาเพื่อสร้างแผนการสอนหลักการคิดเชิงคำนวณที่จะถูกนำไปใช้ต่อไประยะที่ 3 การวิจัยในระยะที่ 2 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษาในวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

3.2.2 นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแผนสอนและเครื่องมือวัดหลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้

3.2.3 พัฒนาแผนสอนและเครื่องมือวัดหลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ และนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

3.2.4 ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ

3.3 การวิจัยระยะที่ 3

การศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณในระยะที่ 3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ประชากร

3.3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา 2564 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 184,393 คน

3.3.1.2 ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินฮาร์ดแวร์ต้นแบบและประเมินเครื่องมือวัดและการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

3.3.2 กลุ่มตัวอย่าง และ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

กลุ่มตัวอย่างได้พิจารณาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการเลือกตัวอย่างโดยใช้ความ สมัครใจ หรือ อาสาสมัคร (Volunteer Sampling) โดยกลุ่มตัวอย่าง และ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

3.3.2.1 นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 6 ที่มีพื้นฐานด้านหลักการคิดเชิงคำนวณที่แตกต่างกัน แต่มีความสนใจในด้านเทคโนโลยีหรือการเขียนโปรแกรม จำนวน 5 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.2.2 ผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม ดังนี้

3.3.2.2.1 ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินการใช้งานของฮาร์ดแวร์ต้นแบบ จำนวน 1 คน โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องไม่ต่ำกว่า 3 ปี

3.3.2.2.2 ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินเครื่องมือวัดและการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 คน โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องไม่ต่ำกว่า 3 ปี

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้คือเครื่องมือวัดด้านทักษะพิสัยด้วยเกณฑ์การประเมินแบบ Scoring Rubric โดยมีวิธีการแบบสังเกตนักเรียนขณะกำลังแก้โจทย์ปัญหาทดสอบหลักการคิดเชิงคำนวณ โดยมีการดำเนินการพัฒนาตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.3.1 ผู้วิจัยออกแบบแผนการสอน และ เครื่องมือวัด สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้

3.3.3.2 นำส่งแผนการสอน และ เครื่องมือวัดให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ

3.3.3.3 ปรับปรุงและพัฒนาแผนการสอน และ เครื่องมือวัด

3.3.3.4 นำส่งแผนการสอน และ เครื่องมือวัดที่ปรับปรุงและพัฒนาเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 คน ดำเนินการตรวจสอบ

3.3.3.5 ปรับปรุงและพัฒนาแผนการสอน และ เครื่องมือวัดตามคำแนะนำ

3.3.4 วิธีดำเนินการ

3.3.4.1 ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างแก้โจทย์ปัญหาทดสอบหลักการคิดเชิงคำนวณก่อนการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้

3.3.4.2 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำกิจกรรมตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณผ่านนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ เป็นเวลา 1 คาบ (60 นาที)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3.4.3 ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างแก้โจทย์ปัญหาทดสอบหลักการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้

3.3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยสังเกตวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทดสอบหลักการคิดเชิงคำนวณทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และบันทึกคะแนนในเกณฑ์การประเมินแบบ Scoring Rubric เพื่อวัดพัฒนาการ โดยมีคะแนนตั้งแต่ 1 – 4 โดย 1 คะแนนคือควรปรับปรุง 2 คะแนน คือ ปานกลาง 3 คะแนน คือ ดี และ 4 คะแนนคือดีมาก จากนั้นนำผลคะแนนของนักเรียนทุกคนมาบันทึกผลและวิเคราะห์ ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ โดยจะมีการใช้สถิติวิเคราะห์ Paired-Sample T Test เพื่อหาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยเป็นการนำคะแนนที่ได้จากการประเมินผ่านเกณฑ์ Scoring Rubric ที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต วิเคราะห์ และประเมินคะแนน แบ่งเป็นคะแนนก่อนเรียนและหลักเรียนมาคำนวณ เนื่องจากผู้วิจัยต้องการตรวจสอบว่าการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณมีผลอย่างไรต่อความรู้และทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในหัวข้อเรื่องการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการทดลองการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี หลักการ และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดดังนี้

จากการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี หลักการ และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ สรุปได้ว่า

1.1 องค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ที่มุ่งเน้นในการพัฒนาประกอบไปด้วย 4 ประการดังนี้

1.1.1) การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) คือการสามารถแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย หรือ ปัญหาย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่เล็กกว่าสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

1.1.2) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือเรื่องเกี่ยวกับการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ และเป็นการการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและทำการลบรายละเอียดที่ไม่จำเป็น

1.1.3) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) คือความสามารถในการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการการพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าสิ่งต่าง ๆ จะทำงานอย่างไรหรืออาจเกิดอะไรขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนด

1.1.4) การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) คือการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งอัลกอริทึมคือชุดของกฎหรือคำสั่งที่มีลำดับ ตรรกะ และชัดเจน ที่มีความจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือบรรลุวัตถุประสงค์ โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร)

จากการศึกษาองค์ประกอบพบว่า การที่นักเรียนจะมีหลักการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง นักเรียน ต้องสามารถแยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน สามารถหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์หรือคาดคะเนการทำงานที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด และ สามารถสร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม

1.2 ประเภทของเล่นและหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับเด็กที่เหมาะสมสำหรับการนำส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา คือ ชุดอุปกรณ์แบบผสมผสาน (Hybrid) ซึ่งเป็นชุดที่ประกอบด้วยทั้งชิ้นส่วนที่จับต้องได้และชิ้นส่วนเสมือนจริง โดยมีส่วนที่จับต้องได้คือหุ่นยนต์จริงและมีส่วนการเขียนโปรแกรมเสมือนด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น แลปทอป หรือ แท็ปเล็ต

1.3 หลักการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ คือ การเขียนโปรแกรมที่มีการนำเสนอชุดคำสั่งที่มีอยู่แก่ผู้ใช้ในรูปแบบของกล่องตัวต่อที่เรียกดูได้ง่าย ซึ่งผู้ใช้สามารถลากคำสั่งไปยังโปรแกรมของตนได้ โดยภายในกล่องตัวต่อแต่ละกล่องจะได้รับการจัดระเบียบตามแนวคิดและกำหนดรหัสสี ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูชุดคำสั่งที่มีอยู่เพื่อดูว่าอะไรเป็นไปได้ แทนที่จะต้องคาดเดาว่าจะเขียนอะไรได้บ้าง ในขณะเดียวกัน วิธีการจัดองค์ประกอบแบบลากแล้ววางจะลดความยากและซับซ้อนในการพิมพ์ได้มากและยังสามารถช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการเว้นวรรคหรือใช้สัญลักษณ์ผิด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อจะสามารถเข้าถึงนักเรียนประถมได้อย่างดี

1.4 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1.4.1) Empathize (การเข้าอกเข้าใจ) คือการทำความเข้าใจถึงปัญญาและความต้องการของผู้ใช้งาน

1.4.2) Define (การนิยาม) คือการนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอน Empathize มาวิเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญ และคัดเลือกประเด็นปัญหาที่เหมาะสมจะนำมาออกแบบในขั้นต่อไป

1.4.3) Ideate (การระดมความคิด) คือ รวบรวมแนวความคิดตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการ Define อย่างไม่มีกรอบจำกัด

1.4.4) Prototype (การสร้างต้นแบบ) คือ การสร้างต้นแบบเพื่อนำไปทดสอบกับผู้ใช้กลุ่มเป้าหมายก่อนนำไปผลิตจริง

1.4.5) Test (การทดสอบ) คือ การทดลองนำต้นแบบที่จะนำไปใช้จริงมาทดสอบหรือทดลองให้ผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายใช้ก่อน เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปทดสอบอีกครั้งหรือนำไปใช้จริง

1.5 การนำสัตว์เลี้ยงดิจิทัลมาให้ในด้านการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะทางการเรียนโปรแกรมในชั้นเรียนของนักเรียน ซึ่งจากการวิจัย เรื่อง StudyGotchi: Tamagotchi-Like Game Mechanics to Motivate Students During a Programming Course (2562) พบว่า การใช้สัตว์เลี้ยงดิจิทัลสามารถสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนได้ ซึ่งแรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญในผลการเรียนของนักเรียน โดยนักเรียนที่ได้รับแรงจูงใจทำงานได้ดีขึ้น

1.6 การพัฒนาทางสติปัญญาของมนุษย์ในทฤษฎีของเพียเจท์ ที่สอดคล้องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาคือ ขั้นที่ 2 Concrete Thinking Operations ซึ่งมีช่วงอายุ 2 ถึง 11 ปี โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

1.6.1) Preconceptual Phase อายุ 2 – 4 ปี เป็นตอนที่เด็กเริ่มมีความสามารถในการใช้ภาษา และมีความเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์รอบ ๆ ตัวที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น

1.6.2) Intuitive Phase อายุ 4 – 7 ปี เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดแต่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลที่แท้จริงได้การตัดสินใจขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่

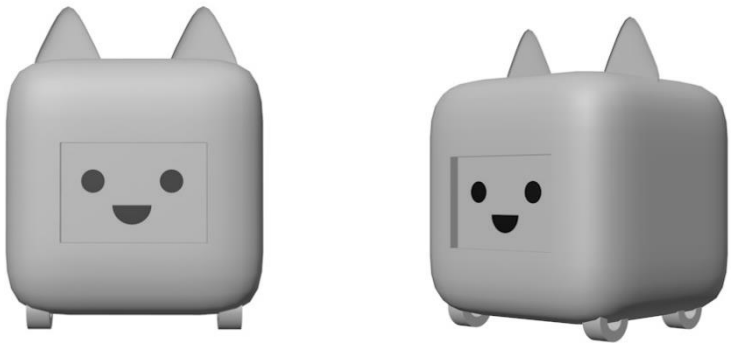
1.6.3) Concrete Operations อายุ 7 – 11 ปี เด็กในวัยนี้ สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ใน การแยกแยะสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ เด็กเริ่มมีความสามารถในการคิดย้อนกลับ และมีความเข้าใจในเรื่องของ เหตุผลและสามารถเข้าใจเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์

1.7 การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอนภายในชั้นเรียน และที่สำคัญคือการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) ด้วยการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ไม่เพียงแต่เป็นผู้ฟังที่ดี นักเรียนต้องอ่าน เขียน ตั้งคำถาม รวมถึงมีการอภิปรายร่วมกัน นอกจากนี้ยังต้องลงมือปฏิบัติจริง โดยคำนึงถึงความรู้ที่มีและความต้องการของนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการทำเช่นนี้จะเปลี่ยนบทบาทของนักเรียนจากผู้รับความรู้ไปสู่การเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ภายในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ผลการร่างต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 โครงร่างฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงสร้างด้วยโปรแกรม Cinema4D โดยเป็นโครงร่างขั้นต้นที่มีเพียงลักษณะภายนอกยังไม่สามารถนำไปพิมพ์แบบมิติ (3D Printing) ได้



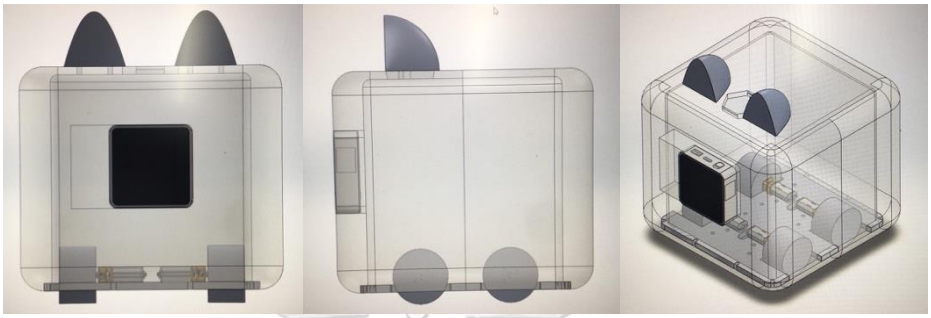
ภาพที่ 32 โครงร่างฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงด้วยโปรแกรม Cinema4D

2.2 โครงร่างต้นแบบฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง โดยเป็นโครงร่างที่ทดลองนำอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) และ ส่วนล้อสำหรับการเคลื่อนไหวมาจัดวางตำแหน่ง และ กำหนดขนาดของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง โดยมีขนาดไม่รูปส่วนหูอยู่ที่ กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และ สูง 15 เซนติเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 33 โครงร่างต้นแบบฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง

2.3 โครงร่างฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงสร้างด้วยโปรแกรม Solidworks ที่เป็นโครงร่างพร้อมสำหรับการนำไปพิมพ์แบบมิติ (3D Printing) ได้ โดยมีการวางโครงสำหรับใส่องค์ประกอบต่างๆภายใน เช่น อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) และ ส่วนล้อสำหรับการเคลื่อนไหว



ภาพที่ 34 โครงร่างฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงด้วยโปรแกรม Solidworks

3. ผลการพัฒนาต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เสร็จสมบูรณ์ โดยมีโครงสร้างภายนอกที่มีลักษณะคล้ายสัตว์เลี้ยงจากการพิมพ์สามมิติ (3D Printing) และในส่วนโครงสร้างภายในดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.1 อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) จำนวน 1 เครื่อง

3.1.2 ส่วนล้อสำหรับการเคลื่อนไหวจำนวน 4 ล้อ

3.1.3 มอเตอร์สำหรับควบคุมความเร็วของล้อจำนวน 4 มอเตอร์

3.1.4 ถ่านลิเธียม 18650 ที่สามารถชาร์จไฟได้ จำนวน 2 ก้อน

3.1.5 สวิตช์สำหรับเปิดปิดเครื่อง 1 ชิ้น

3.1.6 ไฟ LED รูปทรงหกเหลี่ยม (ที่ประกอบไปด้วยหลอดไฟขนาดเล็ก 37 หลอด) จำนวน 1 ชิ้น

ภาพที่ 35 ต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เสร็จสมบูรณ์

3.2 การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมและป้อนคำสั่ง โดยมีลักษณะคำสั่งเป็นการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ

ภาพที่ 36 การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเข้ากับคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. **ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญและผลปรับปรุงต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดดังนี้**

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างร่วมกับผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินการใช้งานของฮาร์ดแวร์ต้นแบบเพื่อรับรองฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง

4.1 ผู้วิจัยถามว่า “ท่านคิดว่าประสิทธิภาพในการทำงานของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่ได้ทำการประเมินเป็นอย่างไร”

“ประสิทธิภาพของ Hardware มีการทำงานที่ดี มีประสิทธิภาพสูง ใช้อุปกรณ์ที่จัดหาได้ง่ายทั่วไป ตามหลักสากล ทำให้เมื่อหุ่นยนต์เกิดปัญหา ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการเสียหายได้ง่าย และสามารถจัดหาอะไหล่ทดแทนได้ง่าย” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 25 มิถุนายน 2565 เวลา 10.00 น.)

4.2 ท่านคิดว่าฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่ได้ทำการประเมินมีองค์ประกอบและฟังก์ชันในการใช้งานครบถ้วนหรือไม่ อย่างไร

“มีองค์ประกอบการใช้งานครบถ้วนในการสอนการใช้งานด้าน STEM ตั้งแต่ระดับพื้นฐานถึงระดับ Advance ตัว Hardware สามารถรองรับ Sensor ได้หลากหลายตามท้องตลอด ไม่ยึดติดกับเฉพาะ Sensor ของผลิตภัณฑ์ได้ผลิตภัณฑ์หนึ่งเท่านั้น” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 25 มิถุนายน 2565 เวลา 10.00 น.)

4.3 ท่านคิดว่ารูปลักษณ์ภายนอกของฮาร์ดแวร์ที่ถูกออกแบบมาคล้ายสัตว์เลี้ยง เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาหรือไม่ อย่างไร

“มีองค์ประกอบคล้ายสัตว์เลี้ยงเป็นอย่างมาก มีความน่ารัก ดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจตั้งแต่แรกที่ได้พบเห็น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย มีการเคลื่อนที่คล้ายคลึงกับสัตว์เลี้ยง (เคลื่อนที่ได้รอบทิศทาง)และสามารถออกแบบหน้าจอของ Hardware ให้สอดคล้องกับหน้าตาของสัตว์เลี้ยงเมื่อแสดงความรู้สึกต่าง ๆ ได้” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 25 มิถุนายน 2565 เวลา 10.00 น.)

4.4 ท่านคิดว่าฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่ได้ทำการประเมินเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาหรือไม่ อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“มีความเหมาะสมเป็นอย่างมากในการใช้การเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา เนื่องจากในวันนี้ต้องการอุปกรณ์การสอนที่เห็นภาพได้ง่าย สามารถประยุกต์ทุกศาสตร์ของวิทยาศาสตร์เบื้องต้น มาใส่ในโปรแกรม ของหุ่นยนต์นี้ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมถึงวิชาศิลปะอีกด้วย” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 25 มิถุนายน 2565 เวลา 10.00 น.)

4.5 ท่านคิดว่าฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่ได้ทำการประเมินเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นสื่อการสอนที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณหรือไม่อย่างไร

“เหมาะสมเป็นอย่างมากในการสอนเรื่องการคำนวณ ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง คำนวณการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ คำนวณ ระยะการส่องสว่างของแสง คำนวณการแสดงภาพกราฟฟิกต่าง ๆ บนหน้าจอหุ่นยนต์ สิ่งเหล่านี้ล้วนต้องการตรรกะศาสตร์ และการคำนวณมาประยุกต์ใช้งานทั้งสิ้น” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 25 มิถุนายน 2565 เวลา 10.00 น.)

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ผลการศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

1.1 เป้าหมายของหลักสูตรวิทยาการคำนวณ

1.1.1 เพื่อใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและ เป็นระบบ

1.1.2 เพื่อให้มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา

1.1.3 เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ ต่อตนเองหรือสังคม

1.1.4 เพื่อใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบ มีจริยธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรวิทยาการคำนวณ

ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

1.3 ตัวชี้วัดหลักสูตรวิทยาการคำนวณของระดับชั้นประถมศึกษาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณด้วยฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง

1.3.1 แสดงขั้นตอนในการทำงาน หรือการแก้ปัญหาอย่างง่าย โดยใช้ภาพสัญลักษณ์หรือ ข้อความ

1.3.2 เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม

2. ผลการพัฒนาแผนการสอน เครื่องมือวัด และ สื่อการสอนที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้
หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
จำนวน 1 คาบ (60 นาที)

1.มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สำหรับการบูรณาการ

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ประยุกต์ใช้หลักการการจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
2. ประยุกต์ใช้หลักการการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
3. ประยุกต์ใช้หลักการพิจารณารูปแบบปัญหา (Pattern Recognition) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
4. ประยุกต์ใช้หลักการการคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ด้านทักษะ / กระบวนการ (Process) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ใช้ทักษะในการแยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้
2. ใช้ทักษะในการหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้
3. ใช้ทักษะในการเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้
4. ใช้ทักษะในการสร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) เพื่อให้นักเรียน

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

☑ ความสามารถในการสื่อสาร

☑ ความสามารถในการคิด

☑ ทักษะการคิดวิเคราะห์

☑ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

☑ ทักษะการคิดแก้ปัญหา

☐ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

☑ ความสามารถในการแก้ปัญหา

☑ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

3.ข้อสรุปทั่วไป/สาระสำคัญ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) หมายถึงกระบวนการในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบ และการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ตามหลักการและวิธีการของวิทยาการ เนื่องจากกระบวนการเขียนโค้ดเกี่ยวข้องกับความรู้จำนวนมากเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ นักการศึกษาหลายคนกล่าวว่าการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลายเริ่มจากการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้นความสามารถในการเขียนโปรแกรมและการคิดเชิงคำนวณจึงมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบสำคัญที่ต้องมุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะ ความเข้าใจ และวิธีการคิดได้นั้น สามารถแบ่งออกมาเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การฝึกคิดเชิงคำนวณ (Computational Practices) ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะ แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Concepts) ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจ และ คุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Dispositions) ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการคิด

4.สาระการเรียนรู้

องค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ที่มุ่งเน้นในการพัฒนาประกอบไปด้วย 4 ประการดังนี้

1) การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) คือการสามารถแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย หรือ ปัญหาย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่เล็กกว่าสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
2) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือเรื่องเกี่ยวกับการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ และเป็นการการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและทำการลบรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
3) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) คือความสามารถในการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการ การพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าสิ่งต่าง ๆ จะทำงานอย่างไรหรืออาจเกิดอะไรขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนด
4) การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) คือการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งอัลกอริทึมคือชุดของกฎหรือคำสั่งที่มีลำดับ ตรรกะ และชัดเจน ที่มีความจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือบรรลุวัตถุประสงค์ โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร)

5.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (20 นาที)

1) ครูแนะนำสื่อการสอน หุ่นยนต์แมว และ เกมกระดาษ รวมถึงแล็ปท็อปสำหรับการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อให้นักเรียนโดยกล่าวว่า “วันนี้เราจะมาเรียนกันโดยการพาหุ่นยนต์แมวเดินทางจากจุดเริ่มต้นกลับไปสู่บ้านบทเกมกระดาษแผ่นนี้”
2) ครูให้นักเรียนเสนอความคิดว่า “หุ่นยนต์แมวสามารถเดินทางจากจุดเริ่มต้นกลับบ้านได้โดยวิธีการใดบ้าง?”
3) ครูกำหนดเพิ่มว่า “หากหุ่นยนต์แมวสามารถเคลื่อนไหวได้ตามช่องในเกมกระดานเท่านั้น จะเดินทางกลับบ้านได้อย่างไร”
4) ครูกำหนดโจทย์ ในการเดินอย่างง่ายโดยไม่มีสิ่งกีดขวางหรือข้อกำหนดพิเศษ โดยให้นักเรียนทดลองควบคุมหุ่นยนต์แมวโดยการทดลองลากลุ่มคำสั่งเคลื่อนไหว ได้แก่ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และ ทำซ้ำ
5) ครูกำหนดโจทย์ ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยการให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์แมวเดินผ่านจุดต่างๆที่กำหนดให้ก่อนจะเดินกลับไปที่บ้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) ครูกำหนดโจทย์ที่มีความท้าทาย โดยการให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์ เดินไปจุดต่างๆที่กำหนด โดยหลบสิ่งกีดขวางทั้งหมดก่อนจะเดินกลับไปที่บ้าน
7) ครูโยงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน รวมถึงกล่าวถึงหัวข้อและวัตถุประสงค์ในการเรียนครั้งนี้

ขั้นสอน (25 นาที)

1) ครูอธิบายหัวข้อ การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) ว่าเป็นการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่ย่อยเล็กลงจะสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
2) นักเรียนยกตัวอย่างการจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)
3) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยต้องแยกปัญหาย่อยจากโจทย์ที่ครูกำหนดให้
4) ครูอธิบายหัวข้อ การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)) ว่าเป็นการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ แต่ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออก
5) นักเรียนยกตัวอย่างการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
6) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกจากโจทย์ที่กำหนดให้
7) ครูอธิบายหัวข้อ การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) ว่าเป็นการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการ การพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้
8) นักเรียนยกตัวอย่างการพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)
9) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยใช้รูปแบบในการแก้โจทย์คล้ายเดิมหรือปรับเพิ่มเติมบางส่วนเล็กน้อย
10) ครูอธิบายหัวข้อ การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) ว่าเป็นการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร)
11) นักเรียนยกตัวอย่างการคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)
12) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยให้นักเรียนระบุคำสั่งหรือขั้นตอนก่อนการควบคุมแมวอย่างละเอียด

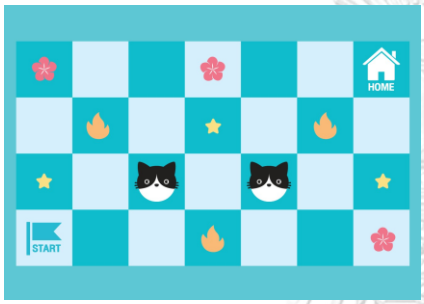
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นสรุป (15 นาที)

1) ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปหัวข้อบทเรียนทั้ง 4 หัวข้อ ได้แก่ การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition), การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction), การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) และ การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)
2) ครูให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์แมวโดยกำหนดโจทย์ที่มีความท้าทาย ให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์เดินไปจุดต่างๆที่กำหนดโดยหลบสิ่งกีดขวางทั้งหมดก่อนจะเดินกลับไปที่บ้านให้ถูกต้อง

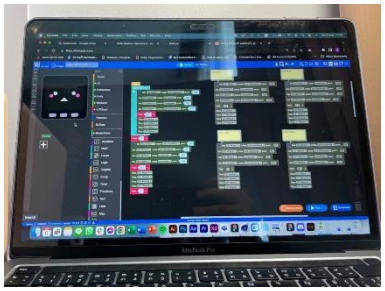
6.สื่อการเรียนรู้

1) เกมกระดาษขนาด A0 1 แผ่น



2) หุ่นยนต์แมว (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) 1 เครื่อง

3) แล็ปท็อปสำหรับควบคุมหุ่นยนต์แมว (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) 1 เครื่อง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.การวัดและประเมินผล

เกณฑ์การประเมินรูบริคส์ ก่อนการเรียนและหลังการเรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4	3	2	1
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจน แต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิมและปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้คอนข้างแม่นยำ สามารถนำวิธีการ	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำ	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	คล้ายคลึงกันได้	เดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	วิธีการเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขึ้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

เกณฑ์คะแนน

คะแนน 4 ดีมาก

คะแนน 3 ดี

คะแนน 2 ปานกลาง

คะแนน 1 ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ผลการประเมินและผลการปรับปรุงแผนการสอน เครื่องมือวัด และ สื่อการสอนที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการประเมินแผนการสอนและสื่อการสอนที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างร่วมกับผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินการใช้งานของฮาร์ดแวร์ต้นแบบเพื่อรับรองฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง

3.1.1 ผู้วิจัยถามว่า “แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร”

“มีความสอดคล้อง สัมพันธ์กับหน่วยการเรียนที่กำหนดไว้” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 29 มิถุนายน 2565 เวลา 16.30 น.)

“แผนสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ มีความเชื่อมโยงของแต่ละหัวข้อชัดเจน” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม 2565 เวลา 21.20 น.)

“สอดคล้อง มีการนำหลักการทุกด้านมาใช้ได้ครบถ้วน มีลำดับขั้นชัดเจน” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3 วันที่ 5 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00 น.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2 ผู้วิจัยถามว่า “กิจกรรมการเรียนรู้มีเทคนิคการสอนที่เน้นกระบวนการ Active Learning เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และระดับชั้นของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร”

“เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน กิจกรรมและสื่อการสอนมีความน่าสนใจ และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมทุกคน” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 29 มิถุนายน 2565 เวลา 16.30 น.)

“เหมาะสมเพราะนักเรียนประถมสามารถจดจ่อกับเนื้อหาทฤษฎีได้สั้น ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนส่งผลดีต่อการเรียนรู้” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม 2565 เวลา 21.20 น.)

“เหมาะสม เนื่องจากมีการให้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ และลงมือทำให้เวลาผู้เรียนได้เรียนรู้ จริง ๆ โดยที่ผู้สอนทำหน้าที่เป็น Supporter ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ในส่วนของโจทย์ปัญหาก็ไม่ ยากหรือง่ายเกินไป เหมาะสำหรับผู้เรียนที่อยู่ในชั้นประถม” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3 วันที่ 5 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00 น.)

3.1.3 ผู้วิจัยถามว่า “กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ ที่สอดคล้องต่อมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์ และ สาระสำคัญหรือไม่ อย่างไร”

“กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนครบทุกด้าน แต่อยากให้ปรับส่วนตอนทำกิจกรรมรวมถึงขั้นสอนในเรื่องของลำดับเนื้อหา โดยการนำ Pattern Recognition มาก่อน Abstraction เพราะควรเน้นเรื่องของจำขั้นตอนให้ได้ก่อนถึงจะสามารถตัดขั้นตอนที่จำเป็นออกได้” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 29 มิถุนายน 2565 เวลา 16.30 น.)

“กิจกรรมมีความจูงใจและออกแบบมาได้ครอบคลุมทุกหัวข้อ เพื่อความสมบูรณ์มากขึ้นเสนอให้ปรับเพิ่มเติมในเรื่องของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) เพื่อให้นักเรียนมีความเต็มที่จะตอบสนองต่อสิ่งที่รับรู้และเห็นคุณค่าหรือเกิดความรู้สึกนิยมพอใจจนเกิดการปฏิบัติตามสิ่งที่นิยมพอใจ” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม 2565 เวลา 21.20 น.)

“ครอบคลุม สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนจะต้องเข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบได้นั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เปรียบเสมือนการจำลองสถานการณ์ในชีวิตจริงให้ผู้เรียนได้ลองแก้ไขปัญหา และยังครอบคลุมไปถึงจุดประสงค์และสาระสำคัญอีกด้วย เนื่องจากตั้งแต่เริ่มบทเรียน นักเรียนไม่ต้องรู้ว่า หุ่นยนต์แมวนั้นทำงานอย่างไร ประกอบด้วยส่วนประกอบอะไรบ้าง แต่ก็รับรู้ได้ว่าสิ่งนี้เรียกว่า “หุ่นยนต์แมว” ซึ่งสอดคล้องกับหลักการ Abstraction และภายในบทเรียนก็มีรายละเอียดการนำหลักการอื่น ๆ มาใช้ได้ ครบถ้วน ทั้ง Decomposition, Pattern Recognition, Algorithmic Thinking” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3 วันที่ 5 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00 น.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.4 ผู้วิจัยถามว่า “สื่อการเรียนรู้หุ่นยนต์แมวและเกมกระดานมีความเหมาะสมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร”

“กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนครบทุกด้าน ส่วนสื่อการสอนนั้นหากมีการปรับการออกแบบให้มีความคล้ายการ์ตูนมากขึ้นให้สอดคล้องกับหุ่นยนต์แมว จะช่วยส่งเสริมให้น่าดึงดูดนักเรียนได้มากขึ้น” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 29 มิถุนายน 2565 เวลา 16.30 น.)

“เป็นสื่อแบบผสมผสานออนไลน์ออฟไลน์ที่เหมาะสมกับทั้งกิจกรรม เนื้อหาสาระ และนักเรียน เพราะมีทั้งส่วนที่จับต้องได้ ทำให้นักเรียนได้ Interact กับหุ่นยนต์ และมีส่วนออนไลน์ที่ได้ฝึกเขียนโปรแกรมอย่างง่ายบนคอม” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม 2565 เวลา 21.20 น.)

“เหมาะสมและสอดคล้อง โดยกิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ทำให้สามารถเข้าใจ บทเรียนได้ครบถ้วนและมีขั้นตอนมากขึ้น นักเรียนได้คิดและลงมือทำภายใต้เวลาที่จำกัด ได้เรียนรู้หลักการต่าง ๆ ผ่านหุ่นยนต์แมวซึ่งมีหน้าตาน่ารัก เหมาะสำหรับเด็ก มีการเคลื่อนไหวและจับต้องได้จริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ บทเรียนมากกว่าการเรียนจากในหนังสือ” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3 วันที่ 5 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00 น.)

3.1.5 ผู้วิจัยถามว่า “วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในตัวชี้วัดหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือไม่ อย่างไร”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

“วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในตัวชี้วัด ข้อมูลที่กำหนดในเกณฑ์ Rubric มีความสมเหตุสมผล” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 วันที่ 29 มิถุนายน 2565 เวลา 16.30 น.)

“วิธีกับเครื่องมือวัดสอดคล้องกับส่งที่กำหนดไว้ และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมแบบนำมาประเมินด้วยตาราง Rubric มีหลักเกณฑ์ครบถ้วน” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม 2565 เวลา 21.20 น.)

“สอดคล้อง ระบุเกณฑ์การให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน มีรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการครบถ้วนทั้ง Decomposition, Pattern Recognition, Algorithmic Thinking” (ผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 3 วันที่ 5 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00 น.)

3.2 ผลการปรับปรุงแผนการสอนและสื่อการสอนที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ประเด็นที่ผู้วิจัยนำมาปรับปรุง มี 3 ประเด็นดังนี้

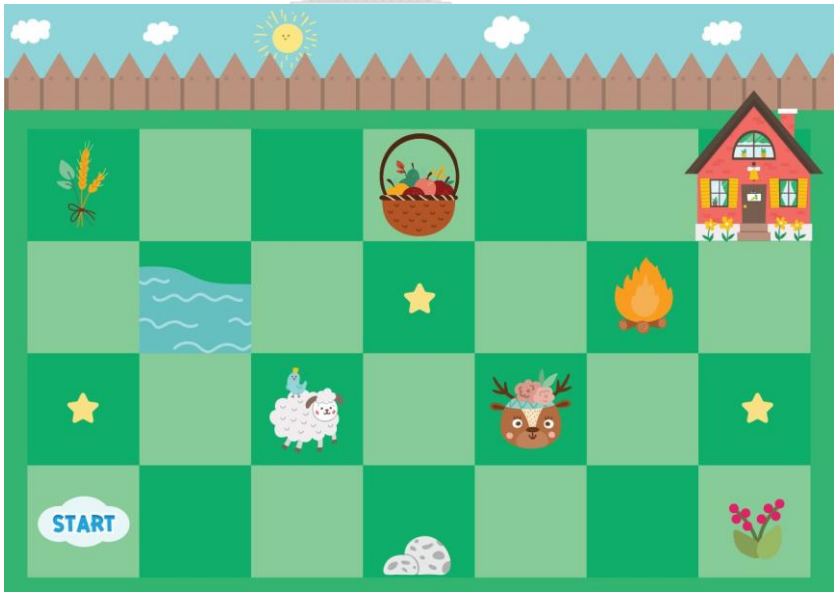
3.2.1 ปรับปรุงลำดับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาการเรียนรู้โดยมีลำดับดังนี้

1) การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)
2) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)
3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
4) การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)

3.2.2 เพิ่มเติมประเด็นหัวข้อใน “ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)” ดังนี้

1) การตอบสนองการเรียนรู้ด้วยความเต็มใจ
2) การเห็นคุณค่าในการเรียนรู้

3.2.3 ปรับปรุงสื่อเกมกระดานให้มีความน่าดึงดูดเพิ่มขึ้น โดยมีผลการปรับปรุงดังนี้



ภาพที่ 37 เกมกระดานขนาด A0 (ปรับปรุงหลังนำส่งผู้เชี่ยวชาญ)

ผู้วิจัยมีการนำประเด็นดังกล่าวมาปรับปรุงแผนการสอนโดยมีรายละเอียดแผนการสอนฉบับปรับปรุงดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้
หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
จำนวน 1 คาบ (60 นาที)

1.มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สำหรับการบูรณาการ

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ประยุกต์ใช้หลักการการจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
2. ประยุกต์ใช้หลักการพิจารณารูปแบบปัญหา (Pattern Recognition) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
3. ประยุกต์ใช้หลักการการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
4. ประยุกต์ใช้หลักการการคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ด้านทักษะ / กระบวนการ (Process) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ใช้ทักษะในการแยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้
2. ใช้ทักษะในการหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้
3. ใช้ทักษะในการเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้
4. ใช้ทักษะในการสร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) เพื่อให้นักเรียน

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้

3. การตอบสนองการเรียนรู้ด้วยความเต็มใจ

4. การเห็นคุณค่าในการเรียนรู้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

☑ ความสามารถในการสื่อสาร

☑ ความสามารถในการคิด

☑ ทักษะการคิดวิเคราะห์

☑ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

☑ ทักษะการคิดแก้ปัญหา

☐ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

☑ ความสามารถในการแก้ปัญหา

☑ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

3.ข้อสรุปทั่วไป/สาระสำคัญ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) หมายถึงกระบวนการในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบ และการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ตามหลักการและวิธีการของวิทยาการ เนื่องจากกระบวนการเขียนโค้ดเกี่ยวข้องกับความรู้จำนวนมากเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ นักการศึกษาหลายคนกล่าวว่าการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลายเริ่มจากการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้นความสามารถในการเขียนโปรแกรมและการคิดเชิงคำนวณจึงมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก

องค์ประกอบสำคัญที่ต้องมุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะ ความเข้าใจ และวิธีการคิดได้นั้น สามารถแบ่งออกมาเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การฝึกคิดเชิงคำนวณ (Computational Practices) ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะ แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Concepts) ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจ และ คุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Dispositions) ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.สาระการเรียนรู้

องค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ที่มุ่งเน้นในการพัฒนาประกอบไปด้วย 4 ประการดังนี้

1) การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) คือการสามารถแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย หรือ ปัญหาย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่เล็กกว่าสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
2) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) คือความสามารถในการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการ การพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าสิ่งต่าง ๆ จะทำงานอย่างไรหรืออาจเกิดอะไรขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนด
3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือเรื่องเกี่ยวกับการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ และเป็นการการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและทำการลบรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
4) การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) คือการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งอัลกอริทึมคือชุดของกฎหรือคำสั่งที่มีลำดับ ตรรกะ และชัดเจน ที่มีความจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือบรรลุวัตถุประสงค์ โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (20 นาที)

1) ครูแนะนำสื่อการสอน หุ่นยนต์แมว และ เกมกระดาษ รวมถึงแล็ปท็อปสำหรับการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อให้นักเรียนโดยกล่าวว่า “วันนี้เราจะมาเรียนกันโดยการพาหุ่นยนต์แมวเดินทางจากจุดเริ่มต้นกลับไปสู่บ้านบทเกมกระดาษแผ่นนี้”
2) ครูให้นักเรียนเสนอความคิดว่า “หุ่นยนต์แมวสามารถเดินทางจากจุดเริ่มต้นกลับบ้านได้โดยวิธีการใดบ้าง?”
3) ครูกำหนดเพิ่มว่า “หากหุ่นยนต์แมวสามารถเคลื่อนไหวได้ตามช่องในเกมกระดานเท่านั้น จะเดินทางกลับบ้านได้อย่างไร”

4) ครูกำหนดโจทย์ ในการเดินอย่างง่ายโดยไม่มีสิ่งกีดขวางหรือข้อกำหนดพิเศษ โดยให้นักเรียนทดลองควบคุมหุ่นยนต์แมวโดยการทดลองลากลุ่มคำสั่งเคลื่อนไหว ได้แก่ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และ ทำซ้ำ
5) ครูกำหนดโจทย์ ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยการให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์แมวเดินผ่านจุดต่างๆที่กำหนดให้ก่อนจะเดินกลับไปที่บ้าน
6) ครูกำหนดโจทย์ที่มีความท้าทาย โดยการให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์ เดินไปจุดต่างๆที่กำหนดโดยหลบสิ่งกีดขวางทั้งหมดก่อนจะเดินกลับไปที่บ้าน
7) ครูโยงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน รวมถึงกล่าวถึงหัวข้อและวัตถุประสงค์ในการเรียนครั้งนี้

ขั้นสอน (25 นาที)

1) ครูอธิบายหัวข้อ การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) ว่าเป็นการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่ย่อยเล็กลงจะสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
2) นักเรียนยกตัวอย่างการจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)
3) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยต้องแยกปัญหาย่อยจากโจทย์ที่ครูกำหนดให้
4) ครูอธิบายหัวข้อ การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) ว่าเป็นการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการ การพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้
5) นักเรียนยกตัวอย่างการพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)
6) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยใช้รูปแบบในการแก้โจทย์คล้ายเดิมหรือปรับเพิ่มเติมบางส่วนเล็กน้อย
7) ครูอธิบายหัวข้อ การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)) ว่าเป็นการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ แต่ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออก
8) นักเรียนยกตัวอย่างการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
9) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกจากโจทย์ที่กำหนดให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10) ครูอธิบายหัวข้อ การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) ว่าเป็นการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร)

11) นักเรียนยกตัวอย่างการคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)

12) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยให้นักเรียนระบุคำสั่งหรือขั้นตอนก่อนการควบคุมแมวอย่างละเอียด

ขั้นสรุป (15 นาที)

1) ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปหัวข้อบทเรียนทั้ง 4 หัวข้อ ได้แก่ การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition), การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction), การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) และ การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)

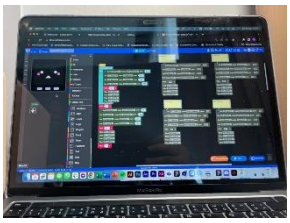
2) ครูให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์แมวโดยกำหนดโจทย์ที่มีความท้าทาย ให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์เดินไปจุดต่างๆที่กำหนดโดยหลบสิ่งกีดขวางทั้งหมดก่อนจะเดินกลับไปที่บ้านให้ถูกต้อง

6.สื่อการเรียนรู้

1) เกมกระดาษขนาด A0 1 แผ่น

2) หุ่นยนต์แมว (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) 1 เครื่อง

3) แล็ปท็อปสำหรับควบคุมหุ่นยนต์แมว (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) 1 เครื่อง



7.การวัดและประเมินผล

เกณฑ์การประเมินรูบริคส์ ก่อนการเรียนและหลังการเรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4	3	2	1
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจน แต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิมและปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำ สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**<u>ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้</u>**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขึ้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**<u>ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้</u>** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

เกณฑ์คะแนน

คะแนน 4 ดีมาก

คะแนน 3 ดี

คะแนน 2 ปานกลาง

คะแนน 1 ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการทดลองการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ผู้วิจัยได้นำแผนการสอนและสื่อการสอนที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 คาบ (60 นาที) โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้เชิงปฏิบัติ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือวัดทักษะพิสัยโดยใช้เกณฑ์การประเมิน Scoring Rubric โดยผู้วิจัยทำการศึกษาผลและค่าสถิติด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเรียน ดังนี้

ผลการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ผู้วิจัยได้นำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 5 คน โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนคนที่ 1

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์ก่อนเรียน นักเรียนมีความสามารถในการแยกองค์ประกอบของโจทย์ปัญหาใหญ่ให้กลายเป็นโจทย์ย่อยได้ดี แต่ยังจดจำรูปแบบของปัญหารวมถึงยังไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปได้อย่างครบถ้วน แต่ในภาพรวมสามารถวางแผนลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่ได้รับได้ดี

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์หลังเรียน นักเรียนแยกองค์ประกอบของโจทย์ได้อย่างละเอียดและมีประสิทธิภาพดีมาก รวมถึงสามารถจดจำและปรับใช้รูปแบบเดิมเพื่อแก้ปัญหาที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้ และสามารถตัดขั้นตอนให้เหลือขั้นตอนที่จำเป็นเพื่อไปสู่เป้าหมายทำนั้นได้ดีมาก สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาดีมาก

นักเรียนคนที่ 2

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์ก่อนเรียน ในตอนแรกยังไม่สามารถแยกองค์ประกอบของปัญหาได้ มองปัญหาเป็นภาพรวมที่ใหญ่ส่งผลให้เกิดความรู้สึกว่าจะไม่สามารถแก้โจทย์ได้ ไม่สามารถจดจำรูปแบบของปัญหาได้ และมีการตัดขั้นตอนในการแก้โจทย์ผิดพลาดส่งผลให้สร้างลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจนและยังไม่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์หลังเรียน สามารถแยกองค์ประกอบขของปัญหาได้มากขึ้นในระดับดี มีการจดจำรูปแบบที่ไม่ซับซ้อนได้บ้างแต่ยังขาดประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นได้ดีและอธิบายลำดับขั้นของการแก้โจทย์ปัญหาได้

ภาพที่ 38 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณกับนักเรียนคนที่ 1 (นักเรียนเสื้อดำ) และ 2 (นักเรียนเสื้อขาว)

นักเรียนคนที่ 3

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์ก่อนเรียน นักเรียนสามารถแยกองค์ประกอบของปัญหาได้ดี จัดการกับปัญหาที่มีความซับซ้อนได้บ้าง สามารถจำจดรูปแบบของปัญหาอย่างคร่าวๆได้ แต่ไม่สามารถตัดรายละเอียดหรือขั้นตอนที่ไม่จำเป็นได้ สามารถลำดับขั้นตอนเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้ดี

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์หลังเรียน นักเรียนสามารถแยกองค์ประกอบย่อยได้อย่างคล่องแคล่ว ส่งผลให้แก้โจทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถจดจำลักษณะของปัญหาและนไปปรับใช้กับปัญหาที่ใกล้เคียงกันได้ดีมาก สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นได้จะยังไม่ครบถ้วนทั้งหมด รวมถึงสามารถอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้รับอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างดีมาก

นักเรียนคนที่ 4

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์ก่อนเรียน นักเรียนไม่สามารถแบ่งลำดับขั้นตอนของโจทย์ใหญ่ให้กลายเป็นโจทย์ย่อยได้ มีการจดจำขั้นตอนได้แต่ยังมีข้อผิดพลาด เมื่อได้พิจารณาลำดับขั้นในการแก้ปัญหาสามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปได้ดี แต่ยังขาดความชัดเจนในการอธิบายการแก้ปัญหาในภาพรวม ส่งผลให้มีความแม่นยำในการบรรลุเป้าหมายน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์หลังเรียน นักเรียนสามารถแยกองค์ประกอบของโจทย์และจดจำลักษณะของปัญหาได้ดีแต่ยังไม่สามารถปรับใช้กับปัญหาที่ไม่ตรงกับลักษณะที่จดจำไว้ได้ สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่มีประสิทธิภาพและสามารถชี้แจงลำดับขั้นของวิธีการแก้โจทย์ได้อย่างดีมาก

ภาพที่ 39 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณกับนักเรียนคนที่ 3 (นักเรียนเสื้อสีน้ำเงิน) และ 4 (นักเรียนเสื้อสีขาว)

นักเรียนคนที่ 5

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์ก่อนเรียน นักเรียนไม่สามารถแบ่งปัญหาย่อยได้ และมองว่าการแบ่งย่อยปัญหาส่งผลให้เกิดความซับซ้อนมากขึ้น ไม่สามารถจดจำลักษณะของปัญหาและไม่สามารถจตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ รวมถึงไม่สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ได้ เนื่องจากไม่สามารถแบ่งโจทย์เป็นส่วนๆเพื่อแก้ปัญหาได้

ผลการทำกิจกรรมตามโจทย์หลังเรียน นักเรียนเริ่มที่จะแยกองค์ประกอบของปัญหาได้แต่ยังขาดประสิทธภาพ และสามารถจดจำรูปแบบอย่างง่ายที่ไม่ซับซ้อนได้แต่ไม่สามารถนำไปปรับใช้ได้ รวมมถึงเริ่มตัดขั้นตอนท่ไม่จำเป็นออกได้บ้างแต่ยังขาดความครบถ้วน สามารถตัดขั้นตอนได้แต่ไม่ทั้งหมดและยังมีการตัดผิดพลาดเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามนักเรียนเริ่มสามารถอธิบายลำดับขั้นตอนได้ดีแต่ยังขาดประสิทธิภาพและมีความไม่สมเหตุสมผลอยู่บ้างบางจุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 40 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณกับนักเรียนคนที่ 5

ผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณด้วย Paired-samples T-Test

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต วิเคราะห์ และประเมินผลคะแนน Scoring Rubric แบ่งเป็นคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ Paired-samples T-Test เพื่อหาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีผลการประเมินคะแนนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนรายบุคคล ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลคะแนนการประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 1

แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน

ชื่อ นักเรียนคนที่ 1 ระดับชั้น ป.6

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจนแต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิม และปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำสามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขั้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอน**ที่ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

ผลการประเมิน<u>ก่อน</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)		✓		
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)			✓	
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)			✓	
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)		✓		

ผลการประเมิน<u>หลัง</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	✓			
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	✓			
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	✓			
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	✓			

ภาพที่ 41 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 1

ผลคะแนนการประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 2

แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน

ชื่อ นักเรียนคนที่ 2 ระดับชั้น ป.3

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจนแต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิม และปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำสามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขั้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

ผลการประเมินก่อนเรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)				✓
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)				✓
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)			✓	
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)			✓	

ผลการประเมินหลังเรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)		✓		
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)			✓	
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)		✓		
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)		✓		

ภาพที่ 42 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 2

ผลคะแนนการประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 3

แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน

ชื่อ นักเรียนคนที่ 3 ระดับชั้น ป. 3

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจนแต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิม และปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำสามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขั้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

ผลการประเมิน<u>ก่อน</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)			✓	
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)			✓	✓
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)				
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)		✓		

ผลการประเมิน<u>หลัง</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	✓			
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	✓			
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)		✓		
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	✓			

ภาพที่ 43 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 3

ผลคะแนนการประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน

ชื่อ นักเรียนคนที่ 4 ระดับชั้น ป. 2

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจนแต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิม และปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำสามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขั้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

ผลการประเมิน<u>ก่อน</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)				✓
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)			✓	
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)		✓		
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)			✓	

ผลการประเมิน<u>หลัง</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)		✓		
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)		✓		
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	✓			
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	✓			

ภาพที่ 44 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

ผลคะแนนการประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 5

แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน

ชื่อ นักเรียนคนที่ 5 ระดับชั้น ป.5

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจนแต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิม และปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำสามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขั้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

ผลการประเมินก่อนเรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)				✓
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)				✓
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)				✓
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)				✓

ผลการประเมินหลังเรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)			✓	
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)			✓	
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)			✓	
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)		✓		

ภาพที่ 45 แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 5

1. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

หัวข้อ		**N**	**X**	**SD**	**t**	**Sig**
ผลแบบวัด	ก่อนเรียน	5	7.20	2.28	15.50	.000*
	หลังเรียน		13.00	2.91		

*p < 0.05

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

จากตารางการทดสอบ T-Test ข้างต้นพบว่า ผลการประเมินหลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณโดยจำแนกตามองค์ประกอบของหลักการคิดเชิงคำนวณ

หัวข้อ		**N**	**X**	**SD**	**t**	**Sig**
1. การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	ก่อนเรียน	5	1.60	.89	6.53	.003*
	หลังเรียน		3.20	.84		
2. การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	ก่อนเรียน	5	1.60	1.00	5.71	.005*
	หลังเรียน		3.00	.55		
3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	ก่อนเรียน	5	1.80	.84	5.71	.005*
	หลังเรียน		3.20	.84		
4. การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	ก่อนเรียน	5	2.20	.83	5.71	.005*
	หลังเรียน		3.60	.55		

*p < 0.05

ตารางที่ 3 ผลการประเมินแบบ Scoring Rubric จำแนกตามองค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง Paired-samples T-Test ข้างต้นพบว่าผลการประเมินหลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ โดยจำแนกตามแต่ละองค์ประกอบของหลักการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในหัวข้อเรื่องการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยในหัวข้อเรื่องการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 1 ผลการพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษามีผลการพัฒนาดังนี้

1.1 ต้นแบบของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เสร็จสมบูรณ์ มีโครงสร้างภายนอกที่มีลักษณะคล้ายสัตว์เลี้ยง โดยออกแบบให้มีลักษณะคล้าย

แมวและนำมาพิมพ์สามมิติ (3D Printing) และ ในส่วนโครงสร้างภายในประกอบด้วยส่วนสำคัญหลักดังนี้

1.1.1 อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) จำนวน 1 เครื่อง

1.1.2 ส่วนล้อสำหรับการเคลื่อนไหวจำนวน 4 ล้อ

1.1.3 มอเตอร์สำหรับควบคุมความเร็วของล้อจำนวน 4 มอเตอร์

1.1.4 ถ่านลิเธียม 18650 ที่สามารถชาร์จไฟได้ จำนวน 2 ก้อน

1.1.5 สวิตช์สำหรับเปิดปิดเครื่อง 1 ชิ้น

1.1.6 ไฟ LED รูปทรงหกเหลี่ยม (ที่ประกอบไปด้วยหลอดไฟขนาดเล็ก 37 หลอด) จำนวน 1 ชิ้น

1.2 ผลการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมและป้อนคำสั่ง โดยมีลักษณะคำสั่งเป็นการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อ ฮาร์ดแวร์ฯสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Platform การเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อได้ผ่านการเชื่อม API Key และ ควบคุมผ่านการลากตัวต่อคำสั่งต่าง ๆ ประกอบด้วยกันและ RUN คำสั่ง

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาวิธีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณโดยนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ ประกอบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ มีองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบดังนี้

2.1.1 องค์ประกอบด้านหลักการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นในการพัฒนา ได้แก่

2.1.1.1. การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)

2.1.1.2. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

2.1.1.3. การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)

2.1.1.4. การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)

2.1.2 ตัวชี้วัดของหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชา เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณด้วยฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง

2.1.2.1 แสดงขั้นตอนในการทำงาน หรือการแก้ปัญหาอย่างง่าย โดยใช้ภาพ สัญลักษณ์หรือ ข้อความ

2.1.2.2 เขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาด ของโปรแกรม

2.2 ขั้นตอนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษาในวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการ คำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

2.2.2 นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแผนสอนและเครื่องมือวัดหลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำ ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้

2.2.3 พัฒนาแผนสอนและเครื่องมือวัดหลักการคิดเชิงคำนวณที่มีการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียน โปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้และนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

2.2.4 ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 3 ผลการทดลองการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อส่งเสริมหลักการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

3.1 ผลการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

พบว่ากลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาทั้ง 5 คน หลังการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ มีพัฒนาการด้านหลักการคิดเชิงคำนวณที่ดีขึ้น โดยสามารถจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) ของโจทย์ปัญหาใหญ่ออกมาเป็นโจทย์ย่อยได้ สามารถจดจำรูปแบบของโจทย์ปัญหาที่เคยแก้ไขได้ (Pattern Recognition) สามารถตัดขั้นตอนหรือส่วนประกอบที่ไม่จำเป็นต่อการบรรลุเป้าหมายได้ (Abstraction) และ สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ (Algorithmic Thinking)

3.2 ผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังเรียน

พบว่าผลการประเมินหลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาด้วย Scoring Rubric หลังจากการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณ มีค่าอยู่ที่ 13.00 สูงกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.20 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านหลักการคิดเชิงคำนวณสูงขึ้นโดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ผลการวิเคราะห์หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาก่อนและหลังเรียน จำแนกตามองค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณ

พบว่าผลการประเมินแบบ Scoring Rubric จำแนกตามองค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีพัฒนาการสูงขึ้นทุกองค์ประกอบ โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน และ หลังเรียน ขององค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) อยู่ที่ 1.60 และ 3.20 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) อยู่ที่ 1.60 และ 3.00 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) อยู่ที่ 1.80 และ 3.20 และ การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) อยู่ที่ 2.20 และ 3.60 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาหลักการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้านตามองค์ประกอบทั้ง 4 ข้อ สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษา แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เก็บรวบรวมข้อมูล และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงทำการทดลองการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์

เลี้ยงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เพราะมีออกแบบลักษณะภายนอกของฮาร์ดแวร์ให้มีลักษณะคล้ายแมว มีความดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตั้งแต่แรกที่ได้พบเห็น ทำให้นักเรียนเปิดใจเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย รวมถึง มีการนำอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) ที่สามารถเขียนโปรแกรมรูปแบบตัวต่อเพื่อควบคุมได้ ซึ่งการเขียนโปรแกรมรูปแบบตัวต่อ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้ในการเรียนการสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา เนื่องจากมีความไม่ซับซ้อนและเรียนรู้ได้ง่าย และ สอดคล้องกับงานวิจัย StudyGotchi: Tamagotchi-Like Game-Mechanics to Motivate Students During a Programming Course (Hellings et al., 2019) และ Blockly goes to work: Block-based programming for industrial robots (Weintrop et al., 2017)

การจัดการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณโดยการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงไปใช้เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เพราะ มีการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยยึดตามหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) รวมถึง คำนึงถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนสูงซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา และ สอดคล้องกับคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2017) และ แนวทางการนิเทศ เพื่อพัฒนาและส่งเสริม การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ (หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2019)

ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงสามารถส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เพราะ ผู้วิจัยพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง ให้มีความผสมผสานระหว่างการป้อนคำสั่งแบบตัวต่อผ่านคอมพิวเตอร์หรือแท็ปเล็ต (Virtual) และ มีการปฏิสัมพันธ์การส่วนหุ่นยนต์ที่สามารถจับต้องได้จริง (Physical) ร่วมกับสื่อการสอนเกมกระดาน ซึ่งจากการผสมผสานดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้องค์ประกอบของหลักการคิดเชิงคำนวณที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยกำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ สอดคล้องกับงานวิจัย A survey of computational kits for young children (Yu & Roque, 2018) และ A review of computational toys and kits for young children (Yu & Roque, 2019)

ข้อเสนอแนะ

จากการประมวลผลสรุป และการอภิปรายนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 การพัฒนาและนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาไปใช้ จำเป็นต้องพิจารณาสัดส่วนของจำนวนนักเรียนต่อจำนวนฮาร์ดแวร์ที่พัฒนาได้ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร เนื่องจากฮาร์ดแวร์ฯ 1 ชิ้น เหมาะสำหรับให้นักเรียนใช้พร้อมกันไม่เกิน 3 คน เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีมีปฏิสัมพันธ์กับฮาร์ดแวร์ฯ เกิดการเรียนเชิงรุก และ มีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติจริง จึงจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับนักเรียน

1.2 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาไปใช้ในชั้นเรียน ควรมีการพัฒนาสื่อการสอนเพื่อใช้ควบคู่กับฮาร์ดแวร์ฯ เพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนของหลักสูตรวิทยากรคำนวณมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 การนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาไปใช้ในชั้นเรียน ผู้สอนควรชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ทั้งในขั้นนำและขั้นสรุปให้กับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนอาจเข้าใจผิดถึงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์ว่าเป็นการเล่นเกมส์มากกว่าการเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนจึงควรแจ้งถึงจุดประสงค์ก่อนการเรียนและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำสาระสำคัญของบทเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการเพิ่มระยะเวลาในการทดลองกับผู้เรียนเพิ่มขึ้น โดยอาจศึกษาในระยะยาวขึ้น เช่น เพิ่มจาก 1 คาบเป็น 4 คาบ โดยแบ่งตามองค์ประกอบของหลักการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ เพื่อจะได้ทำการศึกษาในแต่ละองค์ประกอบได้โดยละเอียดมากขึ้น รวมถึงมีการเขียนแผนการสอนให้ครบตามจำนวนคาบและองค์ประกอบที่แบ่ง

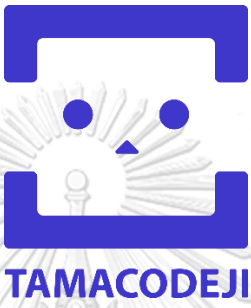
2.2 ควรมีการศึกษาผลของการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง ในกลุ่มเป้าหมายที่มีสภาพแวดล้อมรวมถึงจังหวัดที่แตกต่างหลากหลายออกไป เพื่อทดสอบการนำฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงมาส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาของกลุ่มผู้เรียนที่แตกต่างกันออกไป

2.3 ควรศึกษาและพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของ User Interface ส่วนการเขียนโปรแกรม เพื่อให้มีความน่าดึงดูดในการใช้งานของผู้เรียนมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หากต้องการพัฒนาในส่วนของ User Interface ในส่วนดังกล่าวนั้น จำเป็นต้องศึกษาวิธีการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) เพิ่มเติมควบคู่ไปด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ที่เลือกใช้หรือพัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถรองรับ User Interface ที่ออกแบบหรือสามารถแพลตฟอร์มที่สร้างขึ้นมาใหม่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

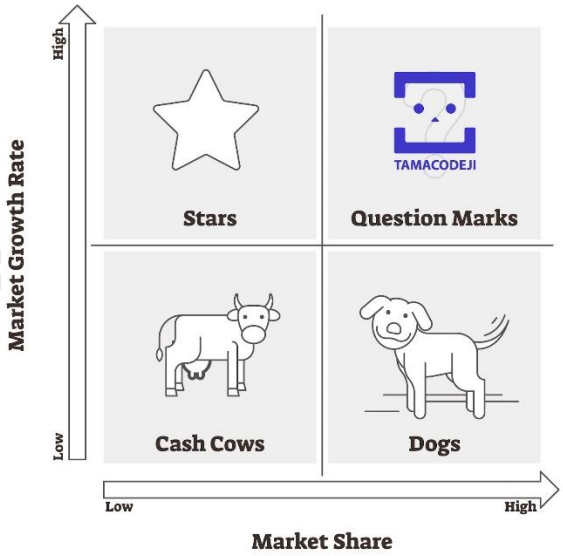
บทที่ 6
ศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์

การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง ผู้วิจัยได้ตั้งชื่อฮาร์ดแวร์ดังกล่าวเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์โดยมีชื่อว่า TAMACODEJI และได้ออกแบบตราสัญลักษณ์ ดังนี้



ภาพที่ 46 ตราสัญลักษณ์ TAMACODEJI (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง)

วิเคราะห์สภาพธุรกิจโดย BCG Matrix (Boston Consulting Group)



ภาพที่ 47 ภาพ BCG Matrix ที่มีการวาง TAMACODEJI ในตำแหน่ง Question Marks

จากการประเมิน TAMACODEJI ผ่านโมเดล BCG Matrix โดยพิจารณาจาก 2 เกณฑ์คือ อัตราการเติบโตของตลาด (Marketing Growth Rate) และส่วนแบ่งทางการตลาดสัมพันธ์ (Relative Market Share) ผลจากการประเมินพบว่า TAMACODEJI อยู่ในตำแหน่ง Question Mark เนื่องจากเป็นธุรกิจที่มีส่วนแบ่งการตลาดต่ำ เพราะเป็นธุรกิจที่เพิ่งเริ่มต้น และ ไม่เป็นที่รู้จัก การที่จะขยับไปสู่

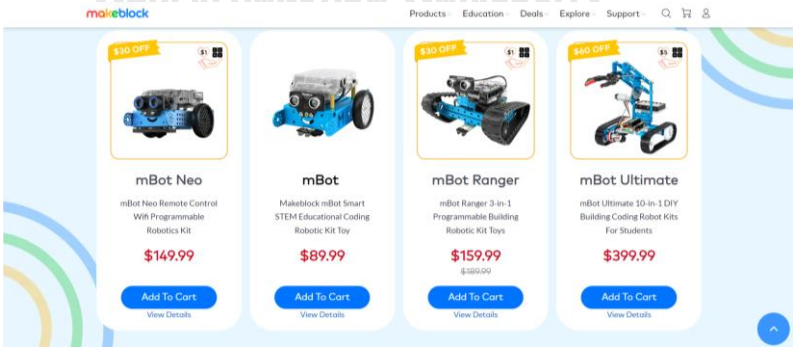
ตำแหน่ง Star นั้นจะเป็นต้องมีการทำการตลาดและการโฆษณาประชาสัมพันธ์ในเชิงการสร้างการตระหนักรู้ (Awareness) เป็นอย่างมากในระยะแรกเพื่อให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้า เกิดการรับรู้แบรนด์จดจำใช้บริการ และเกิดความจงรักภักดีต่อแบรนด์ ในส่วนของอัตราการเติบโตของตลาดอยู่ในระดับสูง เนื่องจากตลาดสตาร์ทอัพด้านการศึกษาที่เติบโตอย่างมากและมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งเมื่อพิจารณาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี แสดงให้เห็นความสำคัญของการปรับตัวและพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และ ณ ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงที่มีรูปแบบผสมผสานระหว่าง ส่วนที่จับต้องได้ (Physical) และ ส่วนเสมือนจริง (Virtual)

วิเคราะห์สภาพการแข่งขันและคู่แข่งด้วย Five Forces Model

1. การแข่งขันในอุตสาหกรรมที่เป็นอยู่ (Rivalry among existing firms)

ปัจจุบันมีของเล่นหรืออุปกรณ์เสริมพัฒนาการหรือหลักการคิดเชิงคำนวณเพิ่มมากขึ้น แต่ยังไม่มีการพัฒนาในส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ผสมผสาน และยังไม่มีการพัฒนาร่วมกับหลักสูตรการสอน ดังนั้น TAMACODEJI ซึ่งเป็นผู้ที่ริเริ่ม จึงมีจุดเด่นเรื่องการมีผลิตภัณฑ์ที่สามารถส่งเสริมหลักการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาได้ตามหลักสูตรวิทยาการคำนวณในชั้นเรียน ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่ทำให้สามารถแย่งชิงส่วนแบ่งการตลาดจากคู่แข่งได้มาก โดยมีคู่แข่งอยู่ในตลาดดังนี้

1.1 MakeBlock หุ่นยนต์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีการออกแบบการเรียนภายในเป็นหลักสูตรเฉพาะที่ถูกกำหนดขึ้นมา



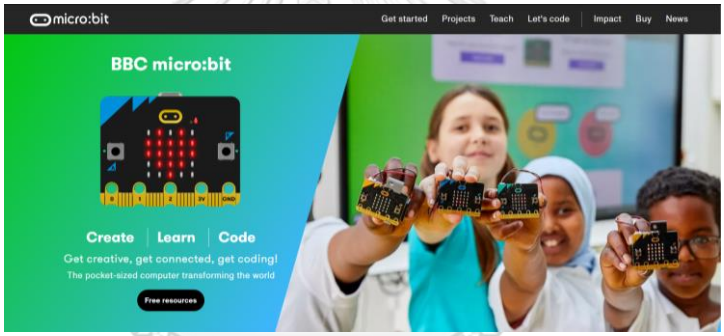
ภาพที่ 48 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ Makeblock[28]

[28] Makeblock Company Limited. https://www.makeblock.com/

1.2 LEGO หุ่นยนต์สอนเขียนโปรแกรมที่มีจุดเด่นที่นักเรียนสามารถประกอบเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ตามความคิดสร้างสรรค์ และมีลักษณะการป้อนคำสั่งแบบตัวต่อที่เป็นสัญลักษณ์ทำให้มีคำสั่งจำกัด

ภาพที่ 49 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ LEGO[29]

1.3 Micro:bit อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่สามารถนำไปเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ได้ และ สามารถเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อเพื่อป้อนคำสั่งได้



ภาพที่ 50 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ Micro:bit[30]

1.4 KidBright ชุดอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีฮาร์ดแวร์และเซนเตอร์ต่างๆ ประกอบเป็นชุด เพื่อเชื่อมต่อและควบคุมโดยการเรียนโปรแกรมแบบตัวต่อ

ภาพที่ 51 ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของ KidBright[31]

[29] LEGO Group. https://www.lego.com/en-gb/categories/coding-for-kids

[30] Micro:bit Educational Foundation. https://microbit.org/

[31] GRAVITECH THAI (THAILAND) Company Limited. https://www.kidbright.io/shop

2. อำนาจการต่อรองของลูกค้า (Buyers)

สำหรับความสามารถในการต่อรองของลูกค้า TAMACODEJI อยู่ในระดับปานกลาง เพราะว่ากลุ่มลูกค้าเป้าหมายนั้นคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีความสนใจในด้านเทคโนโลยีหรือหลักการคิดเชิงคำนวณ อย่างไรก็ตามแม้ว่า TAMACODEJI มีจุดเด่นที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้ แต่ในตลาดมีคู่แข่งที่พยายามเข้ามาแก้ปัญหานี้อยู่ไม่น้อย ทำให้ความสามารถในการต่อรองของลูกค้าอยู่ในระดับปานกลาง

3. อำนาจต่อรองของผู้จัดจำหน่าย (Suppliers)

ความสามารถในการต่อรองกับผู้จัดจำหน่าย อยู่ในระดับสูงเนื่องจาก มีจำนวนผู้รับออกแบบพัฒนาซอฟต์แวร์อยู่เป็นจำนวนมาก และ มีบุคลากรทางด้านการศึกษาเป็นจำนวนมากเช่นกัน รวมถึงสามารถเข้าถึงแหล่งซื้อขายฮาร์ดแวร์ในราคาถูกได้

4. ภัยคุกคามจากคู่แข่งขันรายใหม่ (Threats of new entrants)

การเข้ามาแข่งขันของคู่แข่งรายใหม่กับ TAMACODEJI มีโอกาสเป็นไปได้ปานกลาง เนื่องจากเป็นสิ่งที่ต้องใช้เทคโนโลยีในหลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นในด้านอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการเขียนโปรแกรม ด้านการออกแบบและผลิตงานสามมิติ และการออกแบบ UX/UI ประกอบกับการทำความเข้าใจในหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ร่วมกับความรู้ในเชิงครุศาสตร์

5. ภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน (Threats of substitute products)

สินค้าทดแทนที่จะสามารถมาแทน TAMACODEJI ถือว่าทำได้ไม่ง่ายนัก เนื่องจากสินค้าในตลาดส่วนใหญ่จะมีรูปแบบลักษณะแบบเสมือนจริงหรือแบบจับต้องได้เพียงอย่างใดอย่างนึง รวมถึงยังไม่มีสินค้าที่ออกแบบมาเพื่อให้สอดคล้องต่อเนื้อหาการเรียนในหลักสูตรการศึกษา ดังนั้น ในภาพรวมภัยคุกคามจากสินค้าทดแทนจึงอยู่ในระดับปานกลาง

วิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยใช้ PEST Analysis

1. ด้านการเมือง (Political)

ภาครัฐมีการกำหนดนโยบายเพื่อขับเคลื่อนอนาคตของประเทศไทย โดยมีเป้าหมายในการส่งเสริมและยกระดับ 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-curve) ให้มีศักยภาพเพิ่มสูงขึ้น โดยอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ(SMART ELECTRONICS) ถือเป็นหนึ่งใน 5 อุตสาหกรรม ที่ได้รับการสนับสนุน

2. ด้านเศรษฐกิจ (Economic)

เศรษฐกิจมีความผันผวนประกอบกับอยู่ในสภาวะชะลอตัวและมีอัตราเงินเฟ้อสูง เช่น ต้นทุนการทำธุรกิจที่สูงขึ้น สภาวะการเงินที่ผันผวน มีปัญหาความขัดแย้งก่อเกิดสงครามของต่างประเทศส่งผลให้น้ำมันแพงขึ้น รวมถึงสถานการณ์โควิด 19 ที่ทำให้เศรษฐกิจชะงัก แต่ในทางกลับกันจากปัญหาดังกล่าว จึงส่งผลให้เกิดช่องทางและรูปแบบการขายเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะการขายผ่านออนไลน์ สอดคล้องกับ นโยบายประเทศไทย 4.0 จากทางภาครัฐ ทำให้ผู้ประกอบการขนาดเล็กมีโอกาสและช่องทางในการพัฒนามาขึ้น

3. ด้านสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural)

ประเทศไทยเผชิญกับสภาวะการขาดแคลนแรงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแรงงานด้านเทคโนโลยี แม้ว่าจากข้อมูลการสำรวจจากสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) ร่วมสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) ในปี 2560 พบว่า ในปี 2560 มีผู้จบการศึกษาระดับปริญญาตรี เฉพาะสาขาคอมพิวเตอร์ เกือบ 20,000 คน (ไม่รวมผู้จบการศึกษาในสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วิศวกรรมโทรคมนาคม) และมีผู้ว่างงานที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์เกือบ 7,000 คน ขณะที่ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในภาคธุรกิจเพิ่มขึ้นประมาณ 14,000 คน และภาคธุรกิจมักสะท้อนปัญหาการขาดแคลนกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพและสามารถทำงานได้จริง นอกจากจะมีจำนวนไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดแล้ว คุณสมบัติของผู้จบการศึกษายังไม่สอดคล้องต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมเนื่องจากไม่สามารถเปลี่ยนแปลงหลักสูตรได้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

4. ด้านเทคโนโลยี (Technological)

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นส่วนช่วยในการสนับสนุนให้เกิดผลิตภัณฑ์ด้านการศึกษาขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก ได้เป็นอย่างได้ และยังสามารถช่วยลดปัญหาในเรื่องของการลดลงของการปฏิสัมพันธ์ได้อีกด้วย เนื่องจากจะมีทั้งซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ถูกพัฒนามาเพื่อส่งการในการเรียนรู้ที่สามารถเกิดปฏิสัมพันธ์ได้อีกมากมาย

วิเคราะห์ SWOT Analysis

1. จุดแข็ง (Strengths)

1.1 TAMACODEJI มีการใช้งานแบบผสมผสานซึ่งเป็นการนำข้อดีของทั้งรูปแบบ Physical และ Virtual รวมไว้ด้วยกัน

1.2 มีออกแบบให้การใช้งานสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชา เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1.3 มีลักษณะภายนอกดึงดูดนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

1.4 สามารถเชื่อมต่อและใช้งานได้หลากหลายอุปกรณ์ รองรับคอมพิวเตอร์ แล็ปทอป แท็บเล็ต หรือ มือถือ

1.5 สามารถส่งเสริมหลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาได้

1.6 มีระบบภายในเป็นชุดคำสั่งแบบตัวต่อ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน ตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

2. จุดอ่อน (Weakness)

2.1 TAMACODEJI เป็นแพลตฟอร์มใหม่ที่อย่างไม่เป็นที่รู้จัก

2.2 บริษัทมีทุนในการทำการส่งเสริมการตลาดและการขายอย่างจำกัด

2.3 ต้นทุนในการวิจัยและพัฒนาสูง

2.4 องค์กรมีจำนวนบุคลากรที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้านไม่พอ

3. โอกาส (Opportunities)

3.1 ธุรกิจด้านการศึกษาและสตาร์ทอัพด้านการศึกษามีการเติบโตสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3.2 เทคโนโลยีในการสร้าง ผลิต วิเคราะห์และประมวลผลมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงได้

3.3 ผู้คนให้ความสำคัญกับเทคโนโลยี นวัตกรรม มากขึ้น ส่งผลให้การศึกษาในด้านดังกล่าวเป็นที่นิยมมาก

4. อุปสรรค (Threats)

4.1 ในตลาดมีธุรกิจใกล้เคียงที่สามารถทดแทนได้

4.2 ภาวะเศรษฐกิจถดถอยร่วมกับสภาวะเงินเฟ้อสูงอาจส่งผลให้ผู้คนลดการใช้เงินลง

4.3 ภาวะขาดแคลนบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีส่งผลให้องค์กรอาจหาโปรแกรมเมอร์ยากหรือมีราคาค่าจ้างสูงมากขึ้น

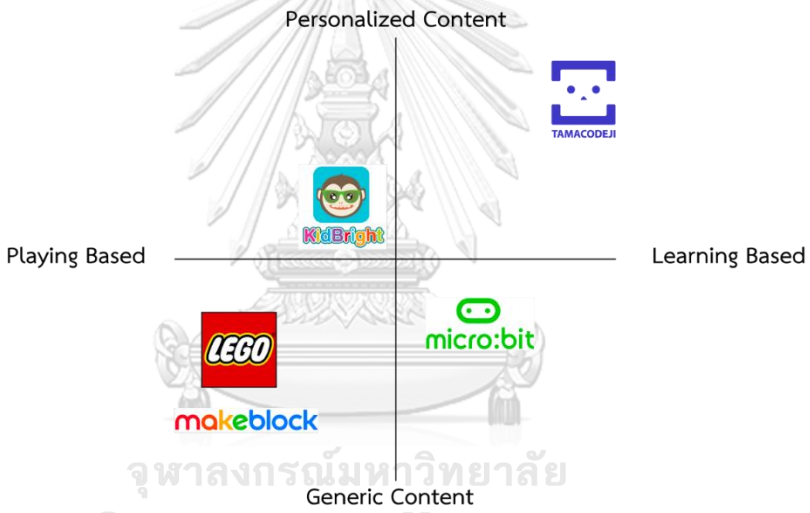
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแบ่งส่วนตลาดและการวางตำแหน่งทางการตลาด (STP)

การแบ่งส่วนตลาด (Segmentation) ตลาดด้านการศึกษา สามารถแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามระดับชั้นการศึกษาได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มนักเรียนระดับชั้นปฐมวัย (อายุ 3 - 5 ปี) นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา (6 – 11 ปี) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (12 – 14 ปี) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (15 – 17 ปี) และ นักเรียนระดับชั้นอุดมศึกษา (18 – 30 ปี)

การเลือกกลุ่มเป้าหมาย (Targeting) จากการแบ่งส่วนตลาดข้างต้น จะทำการเลือกกลุ่มเป้าหมายหลักเพื่อสามารถกำหนดกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้ โดยพิจารณาจากความเป็นไป ได้ของตลาด และโอกาสในการทำยอดขายตามที่ธุรกิจกำหนด ได้ผลสรุปออกมาว่า ในช่วงระยะเริ่มต้น กลุ่มเป้าหมายหลัก คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษา เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นพัฒนาหลักการคิดเชิงคำนวณ

การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Positioning) ในการวางกลยุทธ์แนวทางการดำเนินงานของธุรกิจ จำเป็นต้องเปรียบเทียบกับ คู่แข่งในตลาด ประกอบกับพิจารณาความต้องการหลักของกลุ่มเป้าหมาย ดังนั้น ลักษณะของการจัดการเนื้อหาและการใช้งานให้กับผู้เรียน และ ความมุ่งเน้นในการจัดการเรียนรู้เป็นหลัก จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่นำมาเป็นหลักในการวางกลยุทธ์ของ TAMACODEJI



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 52 การวางตำแหน่งของ TAMACODEJI เมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง

จากภาพการวางตำแหน่งของ TAMACODEJI เมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาถึงการจัดการเนื้อหาและการใช้งานให้มีความเฉพาะบุคคล รวมถึง ความมุ่งเน้นในการจัดการเรียนรู้เป็นหลักเหนือกว่าคู่แข่ง โดยมีรายะเอียดดังนี้

1. การจัดการเนื้อหาและการใช้งานให้มีความเฉพาะบุคคล (Personalized Content) ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง มีการออกแบบมาให้รองรับการใช้งานได้อย่างยืดหยุ่น เหมาะสมกับผู้เรียนรายบุคคล สามารถกำหนดระดับความยากง่าย และความซับซ้อนได้ รวมถึงสามารถปรับให้เข้าการแผนการสอนที่ผู้สอนนำไปใช้ให้

สอดคล้องกับหลักสูตรได้ TAMACODEJI จึงเป็นฮาร์ดแวร์ที่ยืดหยุ่นที่สุด รองลงมาคือ KidBright Micro:Bit LEGO และ makeblock ตามลำดับ

2. ความมุ่งเน้นในการจัดการเรียนรู้เป็นหลัก (Learning Based) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าการออกแบบฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อให้มีลักษณะคล้ายสัตว์เลี้ยง มีการมุ่งเน้นในการพัฒนาการเรียนรู้แนวคิดเชิงคำนวณเป็นหลัก เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และได้ความรู้จากการใช้งาน TAMACODEJI จึงเป็นฮาร์ดแวร์ที่เน้นในการจัดการเรียนรู้เป็นหลักมากที่สุด รองลงมาคือ Micro:Bit KidBright makeblock และ LEGO ตามลำดับ

ส่วนประสมทางการตลาด 7Ps (7Ps of Marketing Mix)

TAMACODEJI ได้วางแผนการใช้ส่วนประสมทางการตลาดทั้ง 7 หัวข้อ ได้แก่ สินค้า (Product), สถานที่ (Place), การส่งเสริมการตลาด (Promotion), ราคา (Price), บุคคล (People), กระบวนการ (Process) และ องค์ประกอบทางกายภาพ (Physical Evidence) โดยสามารถสรุปส่วนประสมทางการตลาด 7 Ps ได้ดังนี้

1. สินค้า (Product)

ภาพที่ 53 TAMACODEJI (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง)

สินค้าของ TAMACODEJI คือ ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีจุดเด่นสำคัญคือ การถูกออกแบบมาให้มีความสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาของระดับชั้นประถมศึกษา วิชา เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ดังนี้ทำให้ TAMACODEJI เหมาะสมอย่างมากสำหรับการนำไปใช้ควบคู่ในหลักสูตร โดยใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนได้ มีความสอดคล้องต่อเป้าหมายและตัวชี้วัดของหลักสูตร รวมถึงมีแผนการสอนที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ตามหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพ

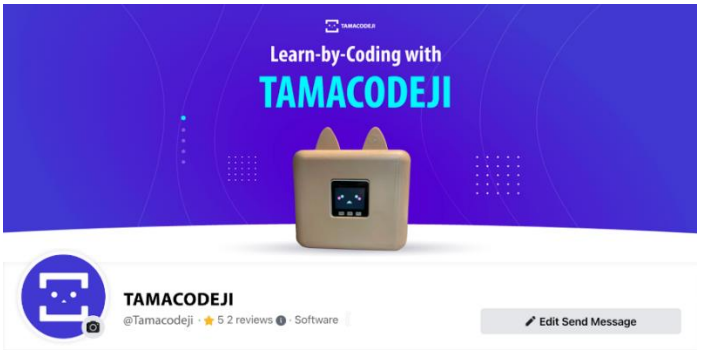
ห้องเรียนได้ นอกจากจะสามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนได้แล้ว สถาบันหรือผู้ปกครองยังสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนด้วยตนเองและยังคงสอดคล้องกับหลักสูตรได้

แผนระยะสั้นสร้างการตระหนักรับรู้ และ สร้างความเชื่อถือ ทำ Testimonials ร่วมกับการใช้ Influencer เพื่อให้เกิดการซื้อของผู้เรียน ต่อมาในระยะกลาง จะเป็นการเน้นในด้านการรักษามาตราฐาน และ ออกผลิตภัณฑ์เสริมเพิ่มขึ้น และในระยะยาวเพื่อสร้างความแตกต่าง จะมีการออกผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ที่สามารถขยายการใช้งานให้ครอบคลุมถึงนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา เพื่อกระตุ้นให้เกิดอัตราการเติบโตที่สูงขึ้นและเป็นการขยายไปสู่ตลาดใหม่

2. สถานที่ (Place)

ในระยะเริ่มต้น TAMACODEJI จะเน้นในการขายผ่านช่องทางออนไลน์ต่าง ๆ เป็นหลัก โดยมีตัวอย่างช่องทางออนไลน์ตามภาพด้านล่าง ต่อมาอาจมีการเพิ่มช่องทางออฟไลน์ด้วยการเปิดร้านควบคู่ไปกับการทำสถาบันสอนการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อโดยมีการใช้ TAMACODEJI เป็นสื่อการสอน

ภาพที่ 54 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ ของ TAMACODEJI



ภาพที่ 55 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่าน Facebook Fanpage ของ TAMACODEJI

ภาพที่ 56 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่าน Shopee ของ TAMACODEJI

ภาพที่ 57 ตัวอย่างช่องทางการขายออนไลน์ผ่าน Lazada ของ TAMACODEJI

3. การส่งเสริมการตลาด (Promotion)

การส่งเสริมการตลาดในระยะสั้นจะเน้นการทำ Public Relations และ การทำโฆษณาผ่านช่องทางออนไลน์ เพื่อสร้างในเกิดการตระหนักและรับรู้ถึงความสำคัญของการพัฒนาหลักการคิดเชิงคำนวณ และ TAMACODEJI ถูกสร้างมาเพื่อตอบโจทย์ดังกล่าว และมีการออกการส่งเสริมการขายเป็นการให้ทดลองใช้งาน หรือ เน้นการให้ลูกค้าได้ทำ “Test & Trial” ในร้านค้าออฟไลน์ และในส่วนระยะกลาง จะเน้นไปในเชิงการใช้โฆษณาออนไลน์ร่วมกับการใช้โปรโมชั่นเพื่อส่งเสริมการขายต่าง ๆ ต่อมาในระยะยาวจะเริ่มขยับขอบเขตของการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ไปสู่การขายให้กับโรงเรียนหรือองค์กรอีกด้วย

4. ราคา (Price)

หลังจากการทราบถึงสินค้า สถานที่ และ การส่งเสริมการตลาดแล้ว จะถูกนำมาคำนวณเป็นต้นทุนเพื่อคิดกลยุทธ์การตั้งราคาซึ่งในแผนระยะสั้นและระยะกลางจะเน้นในการขายแบบ B2C โดยมีราคาต่อ 1 เครื่องเปล่าอยู่ที่ 9,990 บาท ซึ่งจะมีการอัพเดทโปรแกรมภายใน และมีการดูแลรับประกันตลอดการใช้งาน และในระยะที่ 2 จะมีราคาแบบแพ็กเกจที่ประกอบด้วย TAMACODEJI 1 เครื่อง และ ได้คอร์สเรียนหลักการคิดเชิงคำนวณ 1 เดือน ราคา 15,990 บาท ต่อมาในระยะยาวจะมีการขยายไปสู่ B2B โดยมีเป้าหมายคือโรงเรียนและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. บุคคล (People)

ในระยะสั้นองค์กรเน้นพัฒนาบุคลากรให้มีองค์ความรู้และเข้าใจในด้านหลักการคิดเชิงคำนวณอย่างละเอียด เพื่อทำให้บริษัทมีทีมงานที่เข้าใจและพัฒนาพร้อมพัฒนาให้ TAMACODEJI ส่งเสริมหลักการคิดเชิงคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และ ยังสามารถดูแล รวมถึงตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้สูงที่สุด ต่อมาในระยะกลาง จะเริ่มพัฒนาให้ทรัพยากรบุคคลที่มีอยู่ให้เกิดความรักในองค์กร เกิดความ Royalty มีพื้นที่ให้เติบโตและก้าวหน้า และในส่วนของระยะยาวเนื่องจากเป้าหมายระยะยาวของบริษัทจะต้อง

มีการรับบุคลากรเพิ่มเพื่อรองรับการขยายธุรกิจ จึงมุ่งเน้นไปในทางการ Training & Development เพื่อเพิ่มศักยภาพของบุคลากรในบริษัททุกภาคส่วนในมีความพร้อมสามารถเติบโตไปพร้อมกับองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. กระบวนการ (Process)

ทางองค์กรมองว่าในระยะสั้นนั้นเน้นในการนำเสนอเฉพาะฟังก์ชั่นหลัก คือ การส่งเสริมหลักการคิดเชิงคำนวณ ทั้ง 4 องค์ประกอบสำคัญให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ต่อมาในส่วนระยะกลางจะเพิ่มอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ เพื่อเสริมให้เกิดการกระตุ้นในการเรียนของผู้เรียน และในระยะยาวเนื่องจากมีการขยายความสามารถกับผลิตภัณฑ์เพื่อรับรอบนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาอุดมศึกษา

7. องค์ประกอบทางกายภาพ (Physical Evidence)

ด้านองค์ประกอบทางกายภาพ TAMACODEJI ลงไปในทุก Customer Journey และ ทุก Touchpoint ของลูกค้า ตั้งแต่ ค้นหาและการติดต่อครั้งแรก กระบวนการซื้อและการจัดส่ง การใช้งาน ตลอดไปจนถึงบริการหลังการขาย

แผนการเงิน

บริษัท ทามาโค้ดจิ จำกัด นำเสนอฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง โดยมีการจัดประมาณการงบการเงินของธุรกิจ ดังนี้

1. ประมาณการในการขายสินค้าและรายได้รายปี

บริษัท ทามาโค้ดจิ จำกัด ได้จัดทำแหล่งที่มาของรายได้ และ ประมาณการรายได้จากการขายฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง โดยแบ่งเป็นการขายเฉพาะตัวฮาร์ดแวร์อย่างเท่านั้นไปปีที่ 1 – 2 และ ขายฮาร์ดแวร์พร้อมแพ็กเกจการเรียนเพิ่มเติมในปีที่ 3 – 5 โดยมีรายละเอียดในแต่ละปีดังต่อไปนี้

รายการ	2566	2567	2568	2569	2570
TAMACODEJI Hardward					
จำนวนคำสั่งซื้อรายปี	300	375	488	658	902
ค่าฮาร์ดแวร์รายปี (บาท/เครื่อง)	9,990	9,990	9,990	9,990	9,990
รายได้จากการขาย TAMACODEJI Hardware	2,997,000	3,746,250	4,870,125	6,574,669	9,007,296
TAMACODEJI Package					
จำนวนคำสั่งซื้อรายปี			35	44	66
ค่าแพ็กเกจรายปี (บาท/แพ็กเกจ)			15,990	15,990	15,990
รายได้จากการขาย TAMACODEJI Package			559,650	699,563	1,049,344
รายได้รวมทั้งหมด	**2,997,000**	**3,746,250**	**5,429,775**	**7,274,231**	**10,056,640**

ตารางที่ 4 ตารางประมาณการในการขายสินค้าและรายได้รายปี

2. ประมาณการต้นทุนขาย

บริษัท ทามาโค้ดจิ จำกัด มีต้นทุนในการดำเนินงาน ซึ่งสามารถประมาณการต้นทุนการให้บริการเป็นรายปีได้ ดังนี้

รายการ	2566	2567	2568	2569	2570
ต้นทุนค่าผลิตและบริการ (บาท)					
ค่าดูแล บำรุงรักษาระบบ IT	120,000	120,000	120,000	150,000	150,000
ค่าใช้จ่ายในการเช่า Server	150,000	200,000	300,000	300,000	350,000
ค่าอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ อิเล็กทรอนิกส์	400,000	500,000	650,000	877,500	1,202,175
ค่าขึ้นแบบและพิมพ์สามมิติ	120,000	150,000	195,000	263,250	360,653
รายได้รวมทั้งหมด	**790,000**	**970,000**	**1,265,000**	**1,590,750**	**2,062,828**

ตารางที่ 5 ตารางประมาณการต้นทุนขาย

3. ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหาร

บริษัท ทามาโค้ดจิ จำกัด มีค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหารที่ไม่แปรผันตามรายได้หรือยอดขายของบริษัท โดยสามารถประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหารเป็นรายปีได้ ดังนี้

รายการ	2566	2567	2568	2569	2570
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร					
เงินเดือนผู้บริหาร	480,000	600,000	900,000	1,350,000	2,025,000
เงินเดือนพนักงาน	360,000	360,000	504,000	554,400	609,840
ค่าใช้จ่ายทางการตลาด	180,000	240,000	300,000	375,000	468,750
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารรวมทั้งหมด	1,020,000	1,200,000	1,704,000	2,279,400	3,103,590
ค่าเสื่อม					
อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ไอที และ อิเล็กทรอนิกส์	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
ค่าเสื่อมทั้งหมด	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
รวมต้นทุนการบริหารทั้งสิ้น	**1,045,000**	**1,225,000**	**1,729,000**	**2,304,400**	**3,128,590**

ตารางที่ 6 ตารางประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. งบแสดงฐานะทางการเงิน

บริษัท ทามาโค้ดจิ จำกัด ได้จัดทำงบแสดงฐานะทางการเงินของกิจการ ซึ่งครอบคลุมถึงภาระผูกพันในการชำระหนี้ และส่วนทุนของบริษัท ณ วันสิ้นงวดของรอบระยะเวลาบัญชี (1 ปีปฏิทิน) หากบริษัทได้ดำเนินการเป็นระยะเวลา 5 ปี ดังต่อไปนี้

งบแสดงฐานะทางการเงิน (Balance Sheet) ณ 31 ธันวาคม	2566	2567	2568	2569	2570
สินทรัพย์ (Assets)	**2566**	**2567**	**2568**	**2569**	**2570**
เงินสดหรือสินทรัพย์เทียบเท่าเงินสด (Cash)	(209,623)	143,039	1,108,794	2,711,780	5,343,552
ลูกหนี้การค้า (Account Recievable)	249,750	312,188	452,481	606,186	838,053
สินค้าคงคลัง (Inventory)	155,000.0	185,000.0	251,583.3	326,679.2	434,701.5
สินทรัพย์หมุนเวียนรวม (Total Current ASSETS)	195,127	640,227	1,812,859	3,644,645	6,616,307
ที่ดิน อาคาร และ อุปกรณ์	**2566**	**2567**	**2568**	**2569**	**2570**
สินทรัพย์ถาวรก่อนหักค่าเสื่อม (Gross)	-	-	-	-	-
ค่าเสื่อมราคาสะสม (Accumulated Depreciation)	25,000	50,000	75,000	100,000	125,000
สินทรัพย์ถาวรสุทธิ (Net Fixed Assets)	(25,000)	(50,000)	(75,000)	(100,000)	(125,000)
ที่ดิน อาคาร และ อุปกรณ์รวม	170,127	590,227	1,737,859	3,544,645	6,491,307
หนี้สินและส่วนของเจ้าของ	**2566**	**2567**	**2568**	**2569**	**2570**
เจ้าหนี้การค้า (Account Payable)	-	-	-	-	-
ค่าใช้จ่ายค้างจ่าย (Accruals)	107,567	200,417	419,322	655,933	1,021,844
เงินกู้ยืมระยะยาวครบกำหนดใน 1 ปี (L/T Due within 1 year)	-	-	-	-	-
หนี้สินหมุนเวียนรวม (Total Current Liabilities)	107,567	200,417	419,322	655,933	1,021,844
ส่วนของเจ้าของ (Equity Shareholders)	**2566**	**2567**	**2568**	**2569**	**2570**
ทุนจดทะเบียนชำระแล้ว (Paid up capital)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
กำไรสะสม (Retained Earning)	62,560	389,810	1,318,537	2,888,712	5,469,463
รวมส่วนของเจ้าของ (Total Shareholder Equity)	1,062,560	1,389,810	2,318,537	3,888,712	6,469,463
หนี้สินกับส่วนของเจ้าของ (Total Liabilities&Equity)	1,170,127	1,590,227	2,737,859	4,544,645	7,491,307

ตารางที่ 7 งบแสดงฐานะทางการเงิน

5. งบกำไรขาดทุน

บริษัท ทามาโค้ดจิ จำกัด ได้จัดทำงบกำไรขาดทุน เพื่อแสดงการประมาณการผลการดำเนินงานของกิจการสำหรับรอบระยะเวลา 1 ปี หากบริษัทได้ดำเนินการเป็นระยะเวลา 5 ปี ดังต่อไปนี้

งบกำไรขาดทุน (Income Statement)	2566	2567	2568	2569	2570
ยอดขาย (Sales)	2,997,000	3,746,250	5,429,775	7,274,231	10,056,640
ต้นทุนสินค้าขาย (Cost of goods sold)	1,860,000	2,220,000	3,019,000	3,920,150	5,216,418
กำไรขั้นต้น (Gross Profit)	**1,137,000**	**1,526,250**	**2,410,775**	**3,354,081**	**4,840,222**
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	25,000.0	25,000.0	25,000.0	25,000.0	25,000.0
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร (SG&As)	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000
กำไรก่อนจ่ายดอกเบี้ยและภาษี (EBIT)	**92,000**	**481,250**	**1,365,775**	**2,309,081**	**3,795,222**
ค่าใช้จ่ายดอกเบี้ย (Interest Expense)	-	-	-	-	-
กำไรก่อนจ่ายภาษี (EBT)	92,000	481,250	1,365,775	2,309,081	3,795,222
ภาษีจ่าย Tax (20%)	18,400	96,250	273,155	461,816	759,044
กำไรสุทธิ (Earning after Tax, Net Profit)	**73,600**	**385,000**	**1,092,620**	**1,847,265**	**3,036,178**
เงินปันผลจ่าย (Dividend Payment)	11,040	57,750	163,893	277,090	455,427
บวกกลับ กำไรสะสม (Addition to Retained Earning)	62,560	327,250	928,727	1,570,175	2,580,751

ตารางที่ 8 งบกำไรขาดทุน

6. งบกระแสเงินสด

บริษัท ทามาโค้ดจิ จำกัด ได้จัดทำงบกระแสเงินสดเพื่อแสดงการประมาณการการเคลื่อนไหวของเงินสดสำหรับรอบระยะเวลา 1 ปี หากบริษัทได้ดำเนินการเป็นระยะเวลา 5 ปี ดังต่อไปนี้

งบกระแสเงินสด (Cash Flow Statement)	2566	2567	2568	2569	2570
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน (Cash Flow from Operation)					
กำไรสุทธิ (Net Income)	73,600	385,000	1,092,620	1,847,265	3,036,178
บวกกลับค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
เพิ่มลดของลูกหนี้การค้า (Increase)Decrease Account Rec.	-249,750	-62,438	-140,294	-153,705	-231,867
เพิ่มลดของสินค้าคงคลัง (Increase)Decrease Inventory	-155,000	-30,000	-66,583	-75,096	-108,022
เพิ่มลดของเจ้าหนี้การค้า Increase(Decrease) Account Payable	-	-	-	-	-
เพิ่มลดของค่าใช้จ่ายค้างจ่าย Increase(Decrease) Accruals	107,567	92,850	218,905	236,611	365,911
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน (Net Cash Flow from Operation)	**(198,583)**	**410,413**	**1,129,648**	**1,880,076**	**3,087,198**
กระแสเงินสดจากการลงทุน (Cash Flow from Investment)					
เพิ่มลดของสินทรัพย์ถาวร (Increase) Decrease Fixed Assets	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กระแสเงินสดจากการลงทุน (Net Cash Flow from Investment)	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
กระแสเงินสดจากการจัดหาเงิน (Cash Flow from Financing)					
เพิ่มลดของการหนี้สิน Increase (Decrease) in L/T &S/T Debt	0	0	0	0	0
การจ่ายเงินปันผล (Dividend Payment)	-11,040	-57,750	-163,893	-277,090	-455,427
การขายหุ้นเพิ่มทุน (Stock Issue)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กระแสเงินสดจากการจัดหาเงิน (Cash Flow from Financing)	-11,040	-57,750	-163,893	-277,090	-455,427
กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow)	**(209,623.33)**	**352,662.50**	**965,754.92**	**1,602,985.98**	**2,631,771.83**

ตารางที่ 9 งบกระแสเงินสด

7. บทสรุปทางการเงิน

ตัวชี้วัดทางการเงินแสดงให้เห็นว่ามูลค่าปัจจุบัน (NPV) ของบริษัทมีค่าเป็นบวก คิดเป็นเงิน 3,344,557.88 บาท แสดงถึงความน่าลงทุนในบริษัทนี้ อัตราผลตอบแทนภายในบริษัท (IRR) และ MIRR เท่ากับ 115.51% และ 78.53% ตามลำดับเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับต้นทุนของเงินทุน (WACC) เท่ากับ 14% ทำให้สามารถลงทุนในบริษัทนี้ได้เนื่องจากมีค่า IRR และ MIRR มากกว่า WACC ส่วนระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ไม่เกิน 2 ปีครึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาที่น่าสนใจในการลงทุน

รายการ	ค่าที่ได้
NPV	3,344,557.88
IRR	115.51%
MIRR	78.53%
Payback Period	2.34
WACC	14.00%

ตารางที่ 10 ตารางบทสรุปทางการเงิน

บรรณานุกรม

Bati, K. (2021). A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education. *Education and Information Technologies*, *27*, 1-24. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10639-021-10700-2

Ching, Y.-H., Hsu, Y.-C., & Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*, *62*, 563–573. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7

Clarke-Midura, J., Lee, V. R., Shumway, J. F., & Hamilton, M. M. (2019). The building blocks of coding: a comparison of early childhood coding toys. *Information and Learning Sciences*, *120*, 505-518. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/ils-06-2019-0059

Critten, V., Hagon, H., & Messer, D. (2021). Can pre-school children learn programming and coding through guided play activities? A case study in computational thinking. *Early Childhood Education Journal*, 1-13. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10643-021-01236-8

Elshiekh, R., & Butgerit, L. (2017). Using Gamification to Teach Students Programming Concepts. *Open Access Library Journal*. https://doi.org/https://doi.org/10.4236/oalib.1103803

Forquesato, L. E. T., & Borin, J. F. (2018). Kids Block Coding Game: A game to introduce programming to kids. Proceedings of the 26th Workshop on Computer Education,

GRAVITECH THAI (THAILAND) Company Limited. https://www.kidbright.io/shop

Heljakka, K., Ihamäki, P., Tuomi, P., & Saarikoski, P. (2019). Gamified Coding: Toy Robots and Playful Learning in Early Education. 2019 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI),

Hellings, J., Leek, P., & Bredeweg, B. (2019). StudyGotchi: Tamagotchi-like game-mechanics to motivate students during a programming course. European Conference on Technology Enhanced Learning,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hu, Y., Chen, C.-H., & Su, C.-Y. (2021). Exploring the effectiveness and moderators of block-based visual programming on student learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, *58*(8), 1467-1493. https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0735633120945935

Kemp, S. (2021). *Digital 2021: Global Overview Report*. DataReportal. https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report

Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of education*, *193*(3), 13-19. https://doi.org/https://doi.org/10.1177/002205741319300303

LEGO Group. https://www.lego.com/en-gb/categories/coding-for-kids

Let's Talk Science. (2018). Computational thinking framework 2018. https://letstalkscience.ca/sites/default/files/2019-10/LTS-Computational_Thinking_Framework-2018.pdf

Li, F. W., & Watson, C. (2011). Game-based concept visualization for learning programming. Proceedings of the third international ACM workshop on Multimedia technologies for distance learning,

Makeblock Company Limited. https://www.makeblock.com/

Matthews, S., & Matthews, B. (2021). Reconceptualising feedback: Designing educational tangible technologies to be a creative material. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *29*, 100278. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100278

Micro:bit Educational Foundation. https://microbit.org/

Papadakis, S. (2020). Robots and Robotics Kits for Early Childhood and First School Age. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, *14*. https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.16631

Patel, M., Shangkuan, J., & Thomas, C. (2018). *What's new with the Internet of Things?* McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/whats-new-with-the-internet-of-things#:~:text=A%20report%20from%20the%20McKinsey,human%20body%20(Exhibit%201)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Purewal, R., Christley, R., Kordas, K., Joinson, C., Meints, K., Gee, N., & Westgarth, C. (2017). Companion animals and child/adolescent development: a systematic review of the evidence. *International journal of environmental research and public health*, *14*(3), 234. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph14030234

Sáez López, J. M., Buceta Otero, R., & Lara García-Cervigón, S. D. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *24*(1), 95-113. https://doi.org/https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649

Scherer, D., & Guimarães, F. D. (2021). Study and proposal for Visual Programming Platform-Design for educational robotics for children aged 8 to 14 years. 2021 IEEE 45th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC),

Scratch Wiki. (2019). *User Interface*. https://en.scratch-wiki.info/wiki/File:Scratch_3.0_Program.png

Shahid, M., Wajid, A., Haq, K. U., Saleem, I., & Shujja, A. H. (2019). A Review of Gamification for Learning Programming Fundamental. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ICIC48496.2019.8966685

Stevens, E. (2020). What is design thinking, and how do we apply it? https://www.invisionapp.com/inside-design/what-is-design-thinking/

Terrapin Software. (2013). Pro-Bot Robotics. https://drive.google.com/file/d/0BwMdqLnntYBQVlFDLUNQMHJmN2c/view?resourcekey=0-AzEqBWMrKVSUcinkXU5YfQ

Viana, C. P., Raabe, A., & Viana, C. P. (2021). Designing Programmable Toy's Interfaces for Small Children. *Estudos Em Design*(29). https://doi.org/https://doi.org/10.35522/eed.v29i1.1150

Wang, L., Geng, F., Hao, X., Shi, D., Wang, T., & Li, Y. (2021). Measuring coding ability in young children: relations to computational thinking, creative thinking, and working memory. *Current Psychology*, 1-12. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12144-021-02085-9

Weintrop, D., Shepherd, D. C., Francis, P., & Franklin, D. (2017). Blockly goes to work:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Block-based programming for industrial robots. 2017 IEEE Blocks and Beyond Workshop (B&B),

Xu, Z., Ritzhaupt, A. D., Tian, F., & Umapathy, K. (2019). Block-based versus text-based programming environments on novice student learning outcomes: a meta-analysis study. *Computer Science Education*, *29*(2-3), 177-204. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1565233

Yu, J., & Roque, R. (2018). A survey of computational kits for young children. Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children,

Yu, J., & Roque, R. (2019). A review of computational toys and kits for young children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *21*, 17-36. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.04.001

วัชระ จตุพร. (2018). โรงเรียนทางเลือกกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนแห่งศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/136776/101944

วิจารณ์ พานิช. (2013). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ *21*. มูลนิธิสยามกัมมาจล. https://edu.lpru.ac.th/eu/21st/st-003.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2017). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.*2560)* สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา https://www.scimath.org/e-books/8376/8376.pdf

สมชาย รัตนทองคำ. (2013). ทฤษฎีการเรียนรู้. https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/56web/3learn_th56.pdf

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2014). แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ *21* ที่เน้นสมรรถนะทางสาขาวิชาชีพ http://www.thaischool1.in.th/_files_school/27012005/document/27012005_0_20150512-093836.pdf

หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2019). แนวทางการนิเทศ เพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (*Active Learning)* ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวิจัยเรื่อง การพัฒนาฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อในรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์แนะนำ และ ตรวจสอบแก้ไขปรับปรุง ฮาร์ดแวร์ต้นแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ และ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินการใช้งานของฮาร์ดแวร์ต้นแบบ

6. นายนวภัทร ลาจันทะ
   ผู้จัดการทั่วไป
   บริษัท กราวิเทคไทย (ไทยแลนด์) จำกัด

ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินเครื่องมือวัดและการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

5. นายอภิชาติ พูลสวัสดิ์
   ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

6. นายธีร์ธวัช กำทอง
   ครูระดับชั้นประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   โรงเรียนวัดบ่อ (นันทวิทยา)

7. นางสาวพิมลมุก มิสรัตน์
   ครูสอนการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
   สถาบัน Go Future Academy

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้และเกณฑ์ในการประเมิน Scoring Rubric

แผนการจัดการเรียนรู้
หลักการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
จำนวน 1 คาบ (60 นาที)

1.มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สำหรับการบูรณาการ

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ประยุกต์ใช้หลักการการจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
2. ประยุกต์ใช้หลักการพิจารณารูปแบบปัญหา (Pattern Recognition) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
3. ประยุกต์ใช้หลักการการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้
4. ประยุกต์ใช้หลักการการคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) กับการแก้โจทย์ปัญหาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ด้านทักษะ / กระบวนการ (Process) เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ใช้ทักษะในการแยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้
2. ใช้ทักษะในการหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้
3. ใช้ทักษะในการเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้
4. ใช้ทักษะในการสร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) เพื่อให้นักเรียน

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้

3. การตอบสนองการเรียนรู้ด้วยความเต็มใจ

4. การเห็นคุณค่าในการเรียนรู้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

☑ ความสามารถในการสื่อสาร

☑ ความสามารถในการคิด

☑ ทักษะการคิดวิเคราะห์

☑ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

☑ ทักษะการคิดแก้ปัญหา

☐ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

☑ ความสามารถในการแก้ปัญหา

☑ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

3.ข้อสรุปทั่วไป/สาระสำคัญ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) หมายถึงกระบวนการในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบ และการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ตามหลักการและวิธีการของวิทยาการ เนื่องจากกระบวนการเขียนโค้ดเกี่ยวข้องกับความรู้จำนวนมากเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ นักการศึกษาหลายคนกล่าวว่าการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลายเริ่มจากการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้นความสามารถในการเขียนโปรแกรมและการคิดเชิงคำนวณจึงมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก

องค์ประกอบสำคัญที่ต้องมุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะ ความเข้าใจ และวิธีการคิดได้นั้น สามารถแบ่งออกมาเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การฝึกคิดเชิงคำนวณ (Computational Practices) ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะ แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Concepts) ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจ และ คุณลักษณะนิสัยของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Dispositions) ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการคิด

4.สาระการเรียนรู้

องค์ประกอบของหลักการการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ที่มุ่งเน้นในการพัฒนาประกอบไปด้วย 4 ประการดังนี้

5) การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) คือการสามารถแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย หรือ ปัญหาย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่เล็กกว่าสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
6) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) คือความสามารถในการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการ การพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าสิ่งต่าง ๆ จะทำงานอย่างไรหรืออาจเกิดอะไรขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนด
7) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือเรื่องเกี่ยวกับการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ และเป็นการการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและทำการลบรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
8) การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) คือการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งอัลกอริทึมคือชุดของกฎหรือคำสั่งที่มีลำดับ ตรรกะ และชัดเจน ที่มีความจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือบรรลุวัตถุประสงค์ โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (20 นาที)

8) ครูแนะนำสื่อการสอน หุ่นยนต์แมว และ เกมกระดาษ รวมถึงแล็ปท็อปสำหรับการเขียนโปรแกรมแบบตัวต่อให้นักเรียนโดยกล่าวว่า “วันนี้เราจะมาเรียนกันโดยการพาหุ่นยนต์แมวเดินทางจากจุดเริ่มต้นกลับไปสู่บ้านบทเกมกระดาษแผ่นนี้”
9) ครูให้นักเรียนเสนอความคิดว่า “หุ่นยนต์แมวสามารถเดินทางจากจุดเริ่มต้นกลับบ้านได้โดยวิธีการใดบ้าง?”
10) ครูกำหนดเพิ่มว่า “หากหุ่นยนต์แมวสามารถเคลื่อนไหวได้ตามช่องในเกมกระดานเท่านั้น จะเดินทางกลับบ้านได้อย่างไร”

11)ครูกำหนดโจทย์ ในการเดินอย่างง่ายโดยไม่มีสิ่งกีดขวางหรือข้อกำหนดพิเศษ โดยให้นักเรียนทดลองควบคุมหุ่นยนต์แมวโดยการทดลองลากลุ่มคำสั่งเคลื่อนไหว ได้แก่ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และ ทำซ้ำ

12)ครูกำหนดโจทย์ ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยการให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์แมวเดินผ่านจุดต่างๆที่กำหนดให้ก่อนจะเดินกลับไปที่บ้าน

13)ครูกำหนดโจทย์ที่มีความท้าทาย โดยการให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์ เดินไปจุดต่างๆที่กำหนดโดยหลบสิ่งกีดขวางทั้งหมดก่อนจะเดินกลับไปที่บ้าน

14)ครูโยงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน รวมถึงกล่าวถึงหัวข้อและวัตถุประสงค์ในการเรียนครั้งนี้

ขั้นสอน (25 นาที)

13) ครูอธิบายหัวข้อ การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition) ว่าเป็นการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ซึ่งการจัดกับปัญหาที่ย่อยเล็กลงจะสามารถลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหาทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

14) นักเรียนยกตัวอย่างการจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)

15) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยต้องแยกปัญหาย่อยจากโจทย์ที่ครูกำหนดให้

16) ครูอธิบายหัวข้อ การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) ว่าเป็นการจดจำและใช้รูปแบบเพื่ออธิบายและแสดงลำดับในข้อมูลหรือกระบวนการ การพิจารณารูปแบบของปัญหาทำให้สามารถคาดการณ์ได้

17) นักเรียนยกตัวอย่างการพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)

18) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยใช้รูปแบบในการแก้โจทย์คล้ายเดิมหรือปรับเพิ่มเติมบางส่วนเล็กน้อย

19) ครูอธิบายหัวข้อ การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)) ว่าเป็นการลดความซับซ้อนของปัญหาหรืองานโดยเน้นคัดให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญ แต่ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออก

20) นักเรียนยกตัวอย่างการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

21) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกจากโจทย์ที่กำหนดให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

22) ครูอธิบายหัวข้อ การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) ว่าเป็นการคิดเพื่อหาขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหา โดยสามารถระบุขั้นตอนออกมาเป็นคำสั่งได้ (ด้วยวาจาหรือลายลักษณ์อักษร)

23) นักเรียนยกตัวอย่างการคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)

24) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียกควบคุมหุ่นยนต์แมว โดยให้นักเรียนระบุคำสั่งหรือขั้นตอนก่อนการควบคุมแมวอย่างละเอียด

ขั้นสรุป (15 นาที)

3) ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปหัวข้อบทเรียนทั้ง 4 หัวข้อ ได้แก่ การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition), การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction), การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) และ การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)

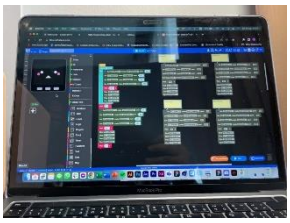
4) ครูให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์แมวโดยกำหนดโจทย์ที่มีความท้าทาย ให้นักเรียนควบคุมหุ่นยนต์เดินไปจุดต่างๆที่กำหนดโดยหลบสิ่งกีดขวางทั้งหมดก่อนจะเดินกลับไปที่บ้านให้ถูกต้อง

6.สื่อการเรียนรู้

4) เกมกระดาษขนาด A0 1 แผ่น

5) หุ่นยนต์แมว (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) 1 เครื่อง

6) แล็ปท็อปสำหรับควบคุมหุ่นยนต์แมว (ฮาร์ดแวร์สอนเขียนโปรแกรมรูปแบบหุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง) 1 เครื่อง



7.การวัดและประเมินผล

เกณฑ์การประเมินรูบริคส์ ก่อนการเรียนและหลังการเรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	**คะแนน**			
	4	**3**	**2**	**1**
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจน แต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิมและปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำ สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**<u>ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้</u>**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขึ้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**<u>ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้</u>** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

เกณฑ์คะแนน

คะแนน 4 ดีมาก

คะแนน 3 ดี

คะแนน 2 ปานกลาง

คะแนน 1 ควรปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน

แบบประเมิน Scoring Rubric ก่อนและหลังเรียน

ชื่อ..... ระดับชั้น.....

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างชัดเจน และเมื่อนำปัญหาย่อยที่แยกออกมารวมเข้าด้วยกันจะแก้ปัญหาใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์ ง่ายขึ้น และ มีประสิทธิภาพมากขึ้น	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยที่อธิบายได้ค่อนข้างชัดเจนแต่อาจมีความคลุมเครือบ้างบางจุดแต่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ ,มีคำอธิบายแต่ไม่เพียงพอ, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้	แยกปัญหาใหญ่ที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไม่มีประสิทธิภาพ, อธิบายได้ไม่ชัดเจน, ปัญหาย่อยมีความทับซ้อนกันหรือใกล้เคียงกัน และ**ไม่สามารถแก้ปัญหาใหญ่ได้**
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้อย่างชัดเจน สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำวิธีการเดิม และปรับปรุงวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้ค่อนข้างดี สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้ค่อนข้างแม่นยำสามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้	หารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้แต่ยังขาดประสิทธิภาพ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายในสถานการณ์ที่กำหนดได้แต่ยังขาดความแม่นยำ ยังไม่สามารถนำวิธีเดิมมาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงได้	**ไม่สามารถจดจำรูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาที่ถูกย่อยออกมาได้** ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ ไม่สามารถนำวิธีการเดิม มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ โดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และ รวบรัด	สามารถเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญโดยตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วน สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สามารถเลือกขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้แต่อาจมีผิดพลาดอยู่ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้อย่างล่าช้า	**ไม่สามารถแยกระหว่างขั้นตอนที่สำคัญและไม่สำคัญได้**ไม่สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายไม่ได้
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)	สร้างลำดับขั้นตอนหรือคำสั่งที่มีเหตุผล มีประสิทธิภาพ ไม่มีขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม และอธิบายลำดับขั้นได้อย่างดี สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่อธิบายได้อย่างดี ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายแต่อาจมีการลำดับขั้นตอนที่ยังมีความไม่เหมาะสมหรือมีความซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น	สร้างลำดับขั้นตอนเชิงตรรกะที่แก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้แต่อธิบายขั้นตอนได้ไม่ดี เช่น มีความคลุมเครือ	สร้างลำดับขั้นตอนที่**ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือบรรลุเป้าหมายได้** ขั้นตอนขาดประสิทธิภาพ และมีคำอธิบายที่ไม่ละเอียด ไม่ชัดเจน

ผลการประเมิน<u>ก่อน</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)				
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)				
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)				
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)				

ผลการประเมิน<u>หลัง</u>เรียน

องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ	คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (ควรปรับปรุง)
การจำแนกส่วนประกอบ (Decomposition)				
การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)				
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)				
การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking)				

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐธภา พงษ์พานิช
วัน เดือน ปี เกิด	11 สิงหาคม 2540
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจและอาชีวศึกษา ภาควิชานโยบาย การจัดการและความเป็นผู้นำทางการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University