การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

นายณภัทร ชัยมงคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SYSTEM DEVELOPMENT FOR ON-THE-FLY ASSEMBLED MULTISTAGE ADAPTIVE TESTING WITH REFLECTIVE FEEDBACK IN INFORMATION TECHNOLOGY PROFESSIONAL EXAMINATION

Mr. Nhabhat Chaimongkol

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Measurement and Evaluation
Department of Educational Research and Psychology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที
โดย	นายณภัทร ชัยมงคล
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาษีผล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาษีผล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนกานนท์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. รังสรรค์ มณีเล็ก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณภัทร ชัยมงคล : การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที (SYSTEM DEVELOPMENT FOR ON-THE-FLY ASSEMBLED MULTISTAGE ADAPTIVE TESTING WITH REFLECTIVE FEEDBACK IN INFORMATION TECHNOLOGY PROFESSIONAL EXAMINATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. โชติกา ภาษีผล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ศ. ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี, 195 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) เพื่อวิเคราะห์ผลการใช้งานและตรวจสอบคุณภาพของระบบ และ 3) เพื่อประเมินระบบ โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบ ระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบ และระยะที่ 3 การประเมินผลระบบ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน และผู้ที่สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน รวมทั้งสิ้น 200 คน เพื่อทดลองใช้งานระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพระบบประกอบด้วย แบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน แบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค และแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ สำหรับระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบออนไลน์ซึ่งพัฒนาด้วยภาษา PHP ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1.ผลการพัฒนาระบบ พบว่า กระบวนการทำงานที่สำคัญของระบบประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) จุดเริ่มต้นในการทดสอบ 2) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ 3) การคัดเลือกข้อสอบ 4) การควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ 5) การแบ่งชั้นคลังข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก และ 6) จุดยุติการทดสอบ และรูปแบบรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วยรายงาน 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) รายงานสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปและ 2) รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

2. ผลการวิเคราะห์การใช้งานระบบเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด พบว่า จำนวนข้อในการทดสอบเฉลี่ย ระดับความสามารถเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เฉลี่ยระหว่างสองกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากในการทดสอบครั้งนี้ไม่ได้เป็นการทดสอบที่มีผลได้ผลเสีย (high stake) กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ทำให้ค่าระดับความสามารถทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณา กลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที และไม่ใช่สายงานไอที พบว่า จำนวนข้อในการทดสอบเฉลี่ย ($t=-3.09$, $p=0.00$) ระดับความสามารถเฉลี่ย ($t=2.59$, $p=0.01$) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเฉลี่ย ($t=-2.21$, $p=0.03$) สำหรับสองกลุ่มมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถจำแนกกลุ่มผู้มีความสามารถทำงานด้านไอทีสูงกับผู้ที่มีความสามารถทำงานด้านไอทีต่ำได้ ดังนั้นระบบนี้จึงเหมาะสมกับการนำไปคัดเลือกบุคลากรเพื่อเข้าทำงานในสายงานไอที

3. ผลการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริงด้วยการประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าระบบมีความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน โดยด้านที่มีผลประเมินสูงสุดคือ ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ ($M=4.93$, $SD=0.21$) สำหรับผลการประเมินระบบการทดสอบหลังนำระบบไปใช้จริงด้วยแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค พบว่า ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน มีความเหมาะสมมากที่สุด ($M=4.80$, $SD=0.40$) และผลการประเมินความพึงพอใจด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน พบว่า การใช้งานของเครื่องมือต่าง ๆ บนหน้าจอมีค่าความพึงพอใจสูงสุด ($M=7.81$, $SD=0.93$)

ภาควิชา	วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา	2558	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5684455727 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION
KEYWORDS: ON-THE-FLY / REFLECTIVE FEEDBACK / ITPE

NHABHAT CHAIMONGKOL: SYSTEM DEVELOPMENT FOR ON-THE-FLY ASSEMBLED MULTISTAGE ADAPTIVE TESTING WITH REFLECTIVE FEEDBACK IN INFORMATION TECHNOLOGY PROFESSIONAL EXAMINATION. ADVISOR: ASSOC. PROF. SHOTIGA PASIPHOL, Ph.D., CO-ADVISOR: PROF. SIRICHAI KANJANAWASEE, Ph.D., 195 pp.

This research aims to 1) develop on-the-fly assembled multistage adaptive testing system with reflective feedback in information technology professional examination (ITPE) (only IP level) 2) analyze usage performance and examine system's standard and 3) evaluate testing system. The development is separated in three phases. One, develop testing system, two, analyze usage performance and examine system's standard and three, evaluate testing system. Subjects in this research were 200 persons for testing system evaluation, 100 persons who pass ITPE (IP level) and 100 persons who don't pass ITPE (IP level). The tools comprised of standard evaluation scale, heuristic evaluation scale and user satisfaction of the human-computer interface evaluation scale. The developed system is online system which was developed by PHP language. Data were analyzed by using descriptive statistics and validated construct validity by using known-groups technique.

The research findings were as follows:

1. The study of on-the-fly assembled multistage adaptive testing revealed that the important process of testing system comprised of six steps as follows: 1) initial stage, 2) ability estimation, 3) item selection, 4) item exposure rate, 5) stratified item pools by discrimination parameter (a-stratified) and 6) stopping criteria. Reflective feedback report comprised of two parts as followed 1) feedback (scored report) and 2) feedforward (recommendation for development)

2. Trying out from testing system usage was analyzed by known group technique. Subjects comprised of persons who passed and not passed IP level. The result revealed that average stage, ability and standard error were not significant. Because developed testing system was not a high-stake for subjects. In contrast, when compared between people who work in IT and non-IT revealed that average stage (t=-3.09, p=0.00), ability (t=2.59, p=0.01) and standard error (t=-2.21, p=0.03) were significantly different at level of significant .05. Moreover, ability of persons in IT field was more than persons who weren't in IT field.

3. The evaluation of testing system's standard by using standard before trying out system revealed that all evaluators agreed with the system which had the highest agreement on feasibility (M=4.93, SD=0.21). In addition, the evaluation of testing system by using heuristic evaluation after implementation revealed that pleasurable and respectful interaction with the user had the highest scored (M=4.80, SD=0.40). Moreover, the evaluation of users' satisfaction about the human-computer interface evaluation revealed that subjects had the highest satisfaction of tools on the screen.

Department:	Educational Research and Psychology	Student's Signature	.....
Field of Study:	Educational Measurement and Evaluation	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2015	Co-Advisor's Signature	.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล และศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งเสียสละเวลาในการให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ รวมถึงให้ความรู้ทางด้านการทดสอบแบบปรับเหมาะและการให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้วิจัย จนกระทั่งสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ท่านทั้งสองเปรียบเสมือนคุณพ่อ และคุณแม่ ผู้สั่งสอนผู้วิจัยให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจการวัดและประเมินผลการศึกษาได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งเป็นแบบอย่างในการเป็นนักวิจัยที่มีคุณภาพ เป็นต้นแบบของนักวิจัยที่มีคุณธรรม และเป็นแม่แบบของผู้ที่เรียกตนว่า “ครู” อย่างแท้จริง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง และ ดร. รังสรรค์ มณีเล็ก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่เสียสละเวลาอันมีค่า ช่วยแนะนำ พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้สนับสนุนทุนการวิจัย “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” จากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช สำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สำหรับข้อมูลข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ขอบคุณ คุณธนัท ทองอุทัยศรี ผู้ช่วยประสานงานและส่งข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบ

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่สละเวลาในการตรวจคุณภาพข้อสอบ ประเมินคุณภาพแบบประเมินและประเมินผลระบบ ขอขอบคุณ คุณภานุมาส เทพทอง ผู้อำนวยการสำนักยุทธศาสตร์และสื่อสารองค์กร ที่ให้การสนับสนุนระหว่างการทำวิจัยด้วยดีเสมอมา และขอบคุณทุกกำลังใจจากพี่น้องสถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและการพัฒนา (องค์การมหาชน)

ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อนในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณ คุณวรัญญา รุมแสง คุณจอมทัพ ขวัญราช และคุณสุรเดช อนันตสวัสดิ์ เพื่อนร่วมรุ่นสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษาภาคนอกเวลาราชการ ผู้ซึ่งคอยสอบถาม ติดตาม ดูแลเอาใจใส่ และคอยช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณ ดร.สิริรัฐ บุญรักษา และคุณสิทธิ ชัยสิทธิ์ ผู้ช่วยในการวางแผนและพัฒนาระบบให้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้องจากทุกสาขาวิชาการและสาขาวิชาชีพ ผู้คอยให้กำลังใจ และมอบความปราถนาดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อพุ่ม คุณแม่ประทุม และคุณพี่สุพจน์ ชัยมงคล ผู้ซึ่งคอยเป็นกำลังใจและคอยสนับสนุนผู้วิจัยอยู่เบื้องหลังด้วยดีเสมอมา วันนี้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จได้ก็เพราะการสนับสนุนของ “ครอบครัว”

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา 1

คำถามการวิจัย 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 8

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 9

ประโยชน์ที่ได้รับ 11

บทที่ 2 12

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ 12

ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน 23

ตอนที่ 3 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย 27

ตอนที่ 4 มโนทัศน์เกี่ยวกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 5 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 43

ตอนที่ 6 มโนทัศน์เกี่ยวกับการประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ 53

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย 58

บทที่ 3 61

วิธีดำเนินการวิจัย 61

ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 61

ระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 65

ระยะที่ 3 การประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 68

บทที่ 4 74

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 74

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 74

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การใช้งานระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ตอนที่ 3 ผลการประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 122

บทที่ 5 135

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 135

สรุปผลการวิจัย 136

อภิปรายผลการวิจัย 142

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ 150

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 151

รายการอ้างอิง 153

ภาคผนวก 159

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 195

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ข้อเปรียบเทียบเชิงทฤษฎีของการทดสอบแบบ CAT MST และ OMST..... 29

ตารางที่ 2 ข้อเปรียบเทียบเชิงปฏิบัติของการทดสอบแบบ CAT MST และ OMST..... 29

ตารางที่ 3 แนวทางที่ควรทำสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียน..... 36

ตารางที่ 4 แนวทางที่ควรหลีกเลี่ยงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียน..... 37

ตารางที่ 5 เนื้อหาในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีระดับ IP 44

ตารางที่ 6 รายการประเมินฮิวริสติคตามแนวคิด Nielsen and Molich (1990) 54

ตารางที่ 7 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที..... 66

ตารางที่ 8 สัดส่วนข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีในแต่ละชุด 76

ตารางที่ 9 ตัวอย่างรายงานสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback)..... 80

ตารางที่ 10 รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา..... 81

ตารางที่ 11 จำนวนผู้ตอบข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำแนกตามปีและรอบการสอบ..... 99

ตารางที่ 12 อัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนขององค์ประกอบแรกเทียบกับค่าไอเกนขององค์ประกอบที่สอง..... 100

ตารางที่ 13 ความเที่ยงของข้อสอบจำแนกตามปีและรอบการสอบ 101

ตารางที่ 14 ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือก 102

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพารามิเตอร์ในคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที..... 102

ตารางที่ 16 แบบฟอร์มการตัดสินความตรงตามเนื้อหาข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที 104

ตารางที่ 17 คลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที..... 110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 18 ผลการประเมินระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริงด้วยแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) 112
ตารางที่ 19 ผลการทดสอบจากการนำระบบไปทดลองใช้เบื้องต้น 113
ตารางที่ 20 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 115
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยจำนวนขั้น ความสามารถ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 116
ตารางที่ 22 ผลการทดสอบจากระบบจำแนกตามข้อมูลทั่วไป 117
ตารางที่ 23 ร้อยละของคะแนนการทดสอบจากระบบ 118
ตารางที่ 24 จำนวนการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา 118
ตารางที่ 25 การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP 121
ตารางที่ 26 การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT) 122
ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน 123
ตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค 126
ตารางที่ 29 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ 128
ตารางที่ 30 ผลการประเมินระบบหลังนำระบบไปใช้จริงด้วยแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) 131
ตารางที่ 31 ผลการประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน 132

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ 14

ภาพที่ 2 แผนภาพองค์ประกอบและเส้นทางการทำงานของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (MST) 24

ภาพที่ 3 รูปแบบโมเดล 1-2-3-4 ของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน 25

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทดสอบแบบ OMST (Zheng & Chang, 2015) 28

ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Hattie & Timperley, 2007) 35

ภาพที่ 6 ตัวอย่างรายงานข้อมูลย้อนกลับจากการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ 41

ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัยในการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 60

ภาพที่ 8 กรอบการดำเนินงานระยะที่ 1 การพัฒนาระบบ 64

ภาพที่ 9 กรอบการดำเนินงานระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบ 67

ภาพที่ 10 กรอบการดำเนินงานระยะที่ 3 การประเมินระบบ 71

ภาพที่ 11 กรอบการดำเนินงานการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที 73

ภาพที่ 12 การจัดการระบบการลงทะเบียน 83

ภาพที่ 13 ฐานข้อมูลสำหรับการสร้างชุดข้อสอบ 84

ภาพที่ 14 ชุดข้อสอบสำหรับการทดสอบขั้นแรก 84

ภาพที่ 15 คลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีในระบบการทดสอบ 84

ภาพที่ 16 การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด (MLE) 85

ภาพที่ 17 การประมาณค่าความสามารถด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (EAP) 86
ภาพที่ 18 การออกแบบหน้าจอระบบการทดสอบ 88
ภาพที่ 19 หน้าจอหลักระบบการทดสอบ 89
ภาพที่ 20 การลงทะเบียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 90
ภาพที่ 21 การแสดงสถานะเมื่อกดปุ่มลงทะเบียน 90
ภาพที่ 22 ข้อความยืนยันตัวตนในการลงทะเบียน 91
ภาพที่ 23 ข้อความยืนยันการสมัครสมาชิกสมบูรณ์ 91
ภาพที่ 24 การเข้าระบบการทดสอบ 91
ภาพที่ 25 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเมื่อเข้าสู่ระบบครั้งแรก 92
ภาพที่ 26 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยหลังการอัพเดท 92
ภาพที่ 27 หน้าจอแสดงรายละเอียดคำชี้แจง 93
ภาพที่ 28 ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ชุดที่ 1 93
ภาพที่ 29 ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ชุดที่ 2 94
ภาพที่ 30 การประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ 96
ภาพที่ 31 ตัวอย่างรายงานผลการทดสอบกรณีผ่านการทดสอบ 97
ภาพที่ 32 ตัวอย่างรายงานผลการทดสอบกรณีไม่ผ่านการทดสอบ 98
ภาพที่ 33 scree plot จำแนกตามปีและรอบการสอบ 100
ภาพที่ 34 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปสำหรับผู้ผ่านการทดสอบ 119
ภาพที่ 35 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปสำหรับผู้ไม่ผ่านการทดสอบ 119
ภาพที่ 36 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา 2 ด้าน 120
ภาพที่ 37 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา 3 ด้าน 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

การทดสอบโดยทั่วไปจะใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกับผู้สอบทุกคน ซึ่งอาจส่งผลต่อความถูกต้องแม่นยำในการวัด เนื่องจากข้อสอบหนึ่งฉบับมีระดับความยากที่แตกต่างกันส่งผลให้ผู้สอบบางคนอาจต้องทำข้อสอบที่ยากหรือง่ายเกินไป ดังนั้นการทดสอบในอุดมคติจึงมีความคิดว่าข้อสอบในแต่ละข้อควรมีความเหมาะสมกับความสามารถในแต่ละบุคคล ซึ่งเรียกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะ (adaptive testing or tailored testing) แนวคิดดังกล่าวเริ่มนำมาใช้ในการทดสอบเชาวน์ปัญญาด้วยแบบสอบของบิเนท์ (Binet) ซึ่งผู้ดำเนินการสอบจะพิจารณาข้อสอบข้อแรก หากข้อสอบข้อแรกยากหรือง่ายเกินไป ข้อถัดไปก็จะง่ายลงหรือยากขึ้นเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับเชาว์ปัญญาของผู้สอบ และเมื่อทำข้อสอบไปเรื่อยๆ จะถึงข้อที่ยากมากขึ้นจนผู้สอบไม่สามารถทำข้อสอบได้ถูกเป็นจำนวนหนึ่ง จึงยุติการทดสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เริ่มมีการพัฒนาขึ้น David Weiss จึงได้นำคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (mainframe computer) มาใช้กับการทดสอบแบบปรับเหมาะ ต่อมาเรียกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computer adaptive testing: CAT) ซึ่งการทดสอบดังกล่าวเป็นที่นิยมสำหรับใช้ในการประเมินผลทางการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น การทดสอบเพื่อศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา (Graduate Record Examination: GRE) การทดสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ (Graduate Management Admission Test: GMAT) (Chang, 2004; Linden, 2008)

การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAT) เป็นวิธีการทดสอบที่รวมทฤษฎีการวัดและเทคโนโลยีเข้าด้วยกันเพื่อให้การวัดมีความแม่นยำ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ จุดเริ่มต้นในการทดสอบ การคัดเลือกข้อสอบและการประมาณค่าความสามารถ และเกณฑ์ที่ใช้ในการยุติการทดสอบ หัวใจของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์คือกระบวนการคัดเลือกข้อสอบ (item selection) ซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละรูปแบบในการดำเนินการโดยอาศัยคุณลักษณะของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

(item response theory) ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความน่าจะเป็นในการเดา (Chang, 2004, 2015; Phankokkruad, 2012; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

แม้ว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์จะมีข้อดีกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิมอยู่หลายประการ แต่ก็ยังพบประเด็นที่เป็นปัญหา โดยการทดสอบ GRE และ GMAT ในปี 2000 และ 2003 พบว่าคะแนนของผู้สอบกว่าพันคนขาดความน่าเชื่อถือ เนื่องจากมีการประมาณค่าคะแนนจากความสามารถของผู้สอบต่ำกว่าและสูงกว่าความเป็นจริง อันเนื่องมาจากกระบวนการในการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์อยู่บนพื้นฐานของวิธีการให้สารสนเทศสูงสุด (maximum information) ซึ่งมีความยุ่งยากเมื่อการทดสอบมีขนาดใหญ่ หากผู้สอบบังเอิญตอบข้อสอบได้ถูกหรือเกิดความประมาทตอบข้อสอบผิดในข้อสอบข้อแรก อาจทำให้การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบผิดพลาด ส่งผลให้การเลือกข้อสอบในขั้นถัดไปเกิดความผิดพลาดด้วยเช่นกัน และเป็นไปได้ยากที่ผู้สอบจะกลับเข้าไปสู่ข้อสอบที่อยู่ในระดับซึ่งตรงกับความสามารถของตนเองได้ด้วยจำนวนข้อสอบที่สั้น ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาและทดแทนการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAT) ด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน (multi stage testing: MST) ซึ่งจะทำการประมาณค่าความสามารถจนกว่าผู้สอบจะทำข้อสอบในขั้นแรกเสร็จสิ้น ดังนั้นจึงเป็นวิธีการที่ช่วยลดปัญหาในการประมาณค่าความสามารถต่ำกว่าหรือสูงกว่าความเป็นจริง (Chang, 2015; Zheng & Chang, 2015)

การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน (MST) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการทดสอบที่ต้องการใช้เทคนิคการปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการลดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าคะแนนในการทดสอบที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าความเป็นจริง การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนดำเนินการโดยแบ่งข้อสอบออกเป็นขั้น (stage) ในแต่ละขั้นจะประกอบไปด้วยโมดูล (module) ที่มีข้อสอบแบ่งไว้ตามระดับความยาก ในการทดสอบผู้สอบจะทำการทดสอบในขั้นแรกโดยเป็นขั้นที่มีระดับความยากปานกลาง หลังจากทำการทดสอบเสร็จ จะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการตอบข้อสอบ หลังจากนั้นจะทำการเลือกข้อสอบในขั้นที่สองตามผลการตอบข้อสอบในขั้นแรก เมื่อผู้สอบทำขั้นที่สองเสร็จจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและทำการเลือกข้อสอบในขั้นถัดไปตามความสามารถของผู้สอบกระทั่งถึงเกณฑ์ในการยุติการทดสอบ นอกจากลดการประมาณค่าความสามารถที่ผิดพลาดแล้ว การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนยังช่วยลดความเครียดในการทดสอบของผู้สอบ เนื่องจากผู้สอบสามารถกลับไปแก้ไขในขั้นที่กำลังดำเนินการทดสอบอยู่ได้ ซึ่งแตกต่างจากการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบเดิมที่ผู้สอบไม่สามารถกลับไปแก้ไขข้อสอบได้ โดยจะสามารถ

แก้ไขได้เฉพาะขั้นที่กำลังดำเนินการทดสอบเท่านั้น ไม่สามารถกลับไปแก้ไขในขั้นอื่นได้ (Han & Guo, 2013; Zheng & Chang, 2015; Zheng, Nozawa, Gao, & Chang, 2012) แม้จะมีการพัฒนาวิธีการที่ช่วยให้การทดสอบแบบปรับเหมาะสามารถลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการประมาณค่าความสามารถผู้สอบแล้ว แต่ก็ยังมีอีกหลายประเด็นที่ยังต้องมีการพัฒนา เช่น การจัดชุดข้อสอบที่ต้องจัดทำไว้ล่วงหน้า ซึ่งหากเป็นการทดสอบขนาดใหญ่ (large scale) อาจเกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากชุดข้อสอบดังกล่าวดำเนินการโดยผู้บริหารการทดสอบซึ่งใช้คนในการดำเนินการ จึงได้มีผู้พัฒนาขั้นตอนการดำเนินการใหม่โดยนำจุดเด่นของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAT) และการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน (MST) รวมเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นการแบบทดสอบแบบหลายขั้นตอนแต่มีการจัดชุดทดสอบแบบประมวลชุดแบบทดสอบทันที ภายหลังจากที่ผู้รับการทดสอบทำแบบทดสอบเสร็จในแต่ละขั้น โดยมิได้มีการจัดชุดแบบทดสอบไว้ล่วงหน้าซึ่งเรียกว่าวิธีออนเดอะฟลาย

การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (on-the-fly assembled multistage adaptive testing: OMST) ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี 2014 โดย Zheng และ Chang ซึ่งเป็นการรวมกรอบแนวคิดของการทดสอบแบบ CAT และการทดสอบแบบ MST เข้าด้วยกัน นับว่าเป็นการช่วยเสริมให้การทดสอบแบบปรับเหมาะมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยกระบวนการของการทดสอบแบบ OMST เหมือนกับการทดสอบแบบ MST คืออนุญาตให้ข้ามหรือย้อนกลับไปทำข้อสอบข้อก่อนหน้าได้ สำหรับกระบวนการที่การทดสอบแบบ OMST เหมือนกับการทดสอบแบบ CAT คือสามารถปรับข้อสอบให้เหมาะกับผู้สอบรายบุคคลได้แม่นยำกว่าการทดสอบแบบ MST แต่ไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบข้อก่อนหน้าได้ นอกจากนี้การทดสอบแบบ OMST ยังลดความผิดพลาดจากคนในการจัดชุดข้อสอบสำหรับการทดสอบขนาดใหญ่ โดยกระบวนการของ OMST จะควบคุมคุณภาพการจัดชุดข้อสอบแบบอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ (Chang, 2015; Zheng & Chang, 2015)

แนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย ขั้นเริ่มต้น (initial stage) จะใช้ข้อสอบที่มีความยากปานกลาง (moderate difficulty level) จากนั้นจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากการตอบข้อสอบของผู้สอบในขั้นแรก (first stage) ลำดับถัดไปชุดของข้อสอบจะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับทำการทดสอบในขั้นที่สอง (second stage) โดยชุดข้อสอบจะมีความเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบในขั้นแรก เมื่อผู้สอบทำข้อสอบในขั้นที่สองเสร็จเรียบร้อย จะทำการประมาณค่าความสามารถในขั้นที่สองและชุดข้อสอบในขั้นถัดไปจะถูกสร้างขึ้นตามระดับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าในขั้นที่สอง กระบวนการจะดำเนิน

ต่อไปจนกระทั่งเป็นไปตามเกณฑ์ในการยุติการทดสอบ (stopping criteria) หลังจากทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นทั้งหมด จะดำเนินการแปลงผลการทดสอบให้เป็นคะแนนโดยดูจากข้อมูลผลการตอบข้อสอบทั้งหมด สำหรับกระบวนการสร้างชุดข้อสอบของการทดสอบแบบ OMST จะกระทำขึ้นหลังจากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยจะใช้ขั้นตอนทางคอมพิวเตอร์ (computer algorithm) ในการคัดเลือกข้อสอบแต่ละข้อเพิ่มเข้าไปในชุดข้อสอบแต่ละขั้น โดยมีการควบคุมความครอบคลุมของเนื้อหา (content coverage) อัตราการเปิดเผยข้อสอบ (exposure rates) และคุณสมบัติอื่นๆ ของกระบวนการในการเลือกข้อสอบ (Zheng & Chang, 2015) ซึ่งจะต่างจากการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน (MST) ที่มีการจัดชุดข้อสอบไว้ก่อนล่วงหน้า แนวคิดในการทดสอบดังกล่าวเป็นแนวคิดต้นแบบ (prototype) เพื่อแก้ไขปัญหาการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม ซึ่งใช้การจำลองข้อมูลในการตรวจสอบกระบวนการแต่ไม่เคยมีการนำมาใช้กับการทดสอบจริง ดังนั้นหากมีการนำการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายมาใช้กับการทดสอบจริงก่อให้เกิดประโยชน์กับระบบการทดสอบอย่างยิ่ง โดยปกติหลังจากผู้เข้ารับการทดสอบดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เสร็จสิ้น จะมีการรายงานผลการทดสอบตามระดับความสามารถของผู้สอบ แต่ยังไม่พบการนำการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ (reflective feedback) มาประยุกต์ใช้กับการทดสอบแบบปรับเหมาะ

ข้อมูลย้อนกลับในบริบทของการศึกษาโดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้และทักษะ นอกจากนี้หากกล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ (achievement) ข้อมูลย้อนกลับจะหมายถึงองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Shute, 2007) โดยจากการศึกษาผลการพัฒนารูปแบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าจำนวนนักเรียนที่มีพัฒนาการซึ่งใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงมีจำนวนมากกว่านักเรียนที่ไม่มีพัฒนาการ (โชติกา ภาษีผล, ประกอบ กรณีกิจ, & พิทักษ์ โสตถยาคม, 2558) ดังนั้นการนำวิธีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อก่อให้เกิดการปรับปรุงจึงเกิดประโยชน์มากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเพียงคะแนนการทดสอบเพียงอย่างเดียว ยิ่งไปกว่านี้หากนำแนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์และการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมาพัฒนาเป็นระบบ จะช่วยทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการรายงานผลการทดสอบเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงมากยิ่งขึ้น

ระบบคือชุดขององค์ประกอบที่ทำงานร่วมกันและมีความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและคุณลักษณะขององค์ประกอบ (Hall & Fagen, 1956) ซึ่งเมื่อนำแนวคิดด้านเทคโนโลยีและด้านการศึกษามาพัฒนาเป็นระบบที่ทำงานร่วมกันจึงมีเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางจิตเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายของมนุษย์ในบริบททางสังคมและสิ่งแวดล้อมต่างๆ (Luppicini, 2005) ในทางการศึกษานอกจากจะมีการพัฒนาระบบการเรียนรู้ (learning system) ระบบการทดสอบก็เป็นสิ่งที่ได้มีการพัฒนาร่วมกันกับเทคโนโลยี โดยมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการทดสอบ จากเดิมใช้การทดสอบโดยใช้กระดาษ (paper & pencil) เมื่อมีการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการทดสอบ จึงได้พัฒนาเป็นระบบการทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computer-based) และเมื่อแนวคิดทางการทดสอบมีการพัฒนามากยิ่งขึ้นจึงได้มีการนำแนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยี จึงเกิดเป็นระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computer adaptive test) ขึ้น (Zheng & Chang, 2015)

ในการพัฒนาระบบสิ่งที่สำคัญคือการประเมินการใช้งานของระบบ ซึ่งมีวิธีการและแนวทางแตกต่างกันออกไป สำหรับการประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์มีการนำแนวคิดการประเมินคุณลักษณะโปรแกรมที่นิยมใช้กันเรียกว่าการประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และการประเมินจากผู้ใช้งาน (user evaluation) ที่นิยมใช้คือการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) มาใช้ร่วมกันโดยในการประเมินคุณลักษณะโปรแกรมจะใช้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และการศึกษาร่วมกัน เนื่องจากการพัฒนาระบบจะต้องใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการพัฒนา ส่วนเนื้อหาต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในด้านการศึกษา (M. Lilley, Barker, & Britton, 2004; Nielsen, 1992) นอกจากนี้ในการพัฒนาระบบยังต้องอาศัยการประเมินตามทฤษฎีการประเมินคือ การประเมินตามมาตรฐานการประเมินระบบ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ (utility) ความเป็นไปได้ (feasibility) ความเหมาะสม (propriety) และความถูกต้อง (accuracy) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554)

ปัจจุบันการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์นำมาใช้แพร่หลายกับการทดสอบคัดเลือกบุคคลเข้าเรียนต่อในระดับบัณฑิตศึกษาเช่น Graduate Record Examination หรือ GRE เป็นต้น ซึ่งเห็นได้ว่าการคัดเลือกบุคคลโดยใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับ แต่กระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ยังขาดความแม่นยำ ดังนั้นหากนำการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายและ

การสะท้อนข้อมูลย้อนกลับซึ่งยังไม่เคยมีการพัฒนาร่วมกันมาพัฒนาและปรับใช้ จะทำให้เกิดความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ เพื่อก่อให้เกิดการพัฒนามากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการทดสอบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นสาขาวิชาที่มีความสำคัญในการดำเนินงานขององค์กรในยุคปัจจุบัน ดังนั้นหากการคัดเลือกหรือเลื่อนตำแหน่งบุคลากรด้านไอทีไม่มีศักยภาพเพียงพอ อาจทำให้องค์กรประสบปัญหาในการดำเนินงานและไม่สามารถแข่งขันกับองค์กรอื่นได้

ในปี พ.ศ.2558 ประเทศไทยจะก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียน (ASEAN community) ดังนั้นบุคลากรในสาขาวิชาชีพไอทีจึงต้องเตรียมพร้อมทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อรองรับการเคลื่อนย้ายแรงงานที่กำลังจะเกิดขึ้น หากบุคลากรในสาขาวิชาชีพไอทีไม่พัฒนาศักยภาพของตนเองอาจทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับประเทศอื่นในภูมิภาคได้ ประเด็นที่น่าจับตามองเมื่อมีการเคลื่อนย้ายแรงงานคือประเด็นด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เนื่องจากปัจจุบันเป็นยุคแห่งการสื่อสารซึ่งต้องอาศัยการส่งผ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยีประเภทต่างๆ ดังนั้นจึงถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อองค์กรและประเทศ ด้วยเหตุที่ประเทศต่างๆ ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมกัน ดังนั้นจึงได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการโครงการสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีขึ้น (information technology professionals examination council: ITPEC) โดยความร่วมมือของกลุ่มภาคีจำนวน 7 ประเทศ ได้แก่ ญี่ปุ่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม เมียนม่า มองโกเลีย และประเทศไทย ซึ่งเป็นการทดสอบวัดระดับความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแบบไม่อิงผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 information technology passport examination: IP ระดับที่ 2 fundamental information technology engineer examination: FE ระดับที่ 3 applied information technology engineering examination: AP และระดับที่ 4 advance professional examination ซึ่งเป็นความเชี่ยวชาญเฉพาะ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ , 2558)

แม้ว่าจะเป็นการทดสอบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ในการทดสอบ ITPE ยังคงใช้กระดาษในการทดสอบ (paper & pencil test) เนื่องจากข้อจำกัดด้านเทคนิคในการทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการทดสอบ โดยศึกษาเฉพาะระดับ IP เนื่องจากเป็นระดับทั่วไปซึ่งจะนำไปสู่มาตรฐานในการวัดสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเฉพาะทางต่อไป ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

(information technology professional examination: ITPE) ระดับ IT Passport ซึ่งประยุกต์ใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อลดข้อผิดพลาดจากการทดสอบแบบปรับเหมาะดั้งเดิม และสามารถสะท้อนข้อมูลย้อนกลับให้กับผู้สอบเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ รวมทั้งใช้เป็นแนวทางสำหรับอนาคตในการจัดสอบมาตรฐานวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับประเทศไทยด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะ และเพื่อให้บุคลากรสาขาไอทีของประเทศมีระดับขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีเทียบเท่ามาตรฐานในระดับสากล

คำถามการวิจัย

คำถามการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1. ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ควรมีองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

2. ผลการใช้งานและคุณภาพของระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ มีลักษณะเป็นอย่างไร

3. ผลประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ มีลักษณะเป็นอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

2. เพื่อวิเคราะห์ผลการใช้งานและตรวจสอบคุณภาพของระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

3. เพื่อประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) เป็นการนำแนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม (CAT) และแนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน (MST) มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ซึ่งกรอบแนวคิดดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นในปี 2015 และเป็นเพียงการศึกษากระบวนการต้นแบบ (prototype) ดังนั้นจึงยังไม่เคยมีการนำกรอบแนวคิดดังกล่าวมาใช้กับการทดสอบจริง ในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการพัฒนากระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) จากกรอบแนวคิดต้นแบบโดยการถอดขั้นตอนการทำงาน (algorithm) และนำมาพัฒนาเป็นระบบสำหรับการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (Zheng & Chang, 2015)

2. ข้อสอบที่นำมาใช้เป็นข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (Information Technology Professional Examination: ITPE) ระดับ IT Passport ตั้งแต่ปี 2012-2014 จำนวน 600 ข้อ ซึ่งข้อสอบทั้งหมดเป็นข้อสอบที่เคยทำมาใช้ทดสอบจริง และมีการเผยแพร่ข้อสอบพร้อมเฉลยผ่านเว็บไซต์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ข้อสอบเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมดและมีรูปแบบของคำตอบเป็นแบบ 4 ตัวเลือก โดยเนื้อหาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ด้านกลยุทธ์ (strategy) ด้านเทคโนโลยี (technology) และด้านการจัดการ (management) ซึ่งข้อสอบได้ผ่านการวิพากษ์จากคณะผู้เชี่ยวชาญ 7 ประเทศในคณะกรรมการโครงการสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที โดยมีจำนวนผู้เข้าสอบตั้งแต่ปี 2012-2014 มีจำนวน 7,288 และมีผู้สอบผ่าน จำนวน 1,636 คน ซึ่งเกณฑ์ผู้สอบผ่านใช้เกณฑ์คะแนนรวม 3 ส่วนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 55 โดยแต่ละส่วนต้องมีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 สำหรับผลการตอบข้อสอบเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบในการจัดทำคลังได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ซึ่งโดยทั่วไปคลังข้อสอบที่เหมาะสมควรมีอย่างน้อย 100-200 ข้อ (Weiss อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี (2555)) สำหรับคลังข้อสอบในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์มาจากข้อสอบจำนวน 600 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ระหว่างปี 2012-2014 โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังคือ ค่าความยาก (b) อยู่ในช่วง -4 ถึง 4 ค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ในช่วง 0 ถึง α และความน่าจะเป็นในการเดา (c) ไม่เกิน 0.50 เนื่องจากข้อสอบที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวน 600 ข้อ จึงต้องขยายเกณฑ์ให้ได้ข้อสอบขั้นต่ำจำนวน 500 ข้อ ซึ่งในการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม R เนื่องจากเป็นโปรแกรมประเภทฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย (open source) ด้วยชุดคำสั่งสำเร็จรูป (package) irtoys ซึ่งเป็นชุดคำสั่งสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item

response theory: IRT) จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 520 ข้อ ดังนั้นคลังข้อสอบในการวิจัยครั้งนี้จึงมีจำนวนทั้งสิ้น 520 ข้อ ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำอยู่ 2.5 เท่า

3. ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย ในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับพัฒนาโดยภาษา PHP ซึ่งสามารถใช้งานผ่านระบบออนไลน์ โดยเป้าหมายของการพัฒนาระบบคือเพื่อเตรียมความพร้อมในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีโดยมีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับให้กับผู้เข้ารับการทดสอบเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาตนเองก่อนการทดสอบจริง

4. การประเมินระบบการทดสอบประกอบด้วยการประเมิน 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกการประเมินการออกแบบและการทำงานของระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญโดยใช้การประเมินแบบอิงมาตรฐาน ได้แก่ การใช้ประโยชน์ (utility) ความเป็นไปได้ (feasibility) ความเหมาะสม (propriety) และความถูกต้อง (accuracy) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554) ส่วนที่สองคือการประเมินหลังนำระบบไปใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญด้วยการประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการประเมิน 10 ด้าน ได้แก่ การมองเห็นสถานะการใช้งานระบบ ความสอดคล้องของระบบกับการใช้งานจริง การควบคุมและความอิสระของผู้ใช้งาน ความสอดคล้องกับมาตรฐาน การป้องกันความผิดพลาด การตรวจสอบการเข้าใช้งาน ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการใช้งาน ความสวยงามในการออกแบบ การช่วยเหลือโดยการกู้คืนระบบจากข้อผิดพลาด และการช่วยเหลือด้วยเอกสารต่างๆ (Mariana Lilley & Barker, 2003; Nielsen, 1992; Nielsen & Molich, 1990) และส่วนที่สามคือ การประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบด้วยการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการประเมิน 5 ด้าน ได้แก่ หน้าจอระบบ คำศัพท์และสารสนเทศของระบบ การเรียนรู้ และสมรรถนะของระบบ (Chin, Diehl, & Norman, 1988; Navas et al., 2007)

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง ชุดขององค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันในการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่สามารถสะท้อนข้อมูลย้อนกลับให้ผู้เข้ารับการทดสอบเพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงตนเอง โดยระบบประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดเริ่มต้นในการทดสอบ (initial stage) 2) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (ability

estimation) 3) การคัดเลือกข้อสอบ (item selection) 4) การควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ (exposure rate) 5) การแบ่งชั้นคลังข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) และ 6) จุดยุติการทดสอบ (stopping criteria) และรูปแบบรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วยรายงาน 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) รายงานสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward)

การสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ (reflective feedback) หมายถึง ชุดข้อมูลที่สะท้อนความสามารถตามมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีโดยระบุถึงจุดเด่น จุดที่ควรปรับปรุง และแนวทางในการประกอบวิชาชีพสาขาไอทีซึ่งรูปแบบได้มาจากการรวมกันระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปและข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computer adaptive test: CAT) หมายถึง การทดสอบที่ผู้สอบได้รับแบบทดสอบที่มีระดับความยากแตกต่างกันตามความสามารถของผู้สอบ โดยใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคัดเลือกข้อสอบและประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ

การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (multi stage testing: MST) หมายถึง การทดสอบที่มีการคัดเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมาจากโมดูล (module) ของข้อสอบในแต่ละขั้น (stage) โดยแต่ละขั้นจะประกอบไปด้วยโมดูลของข้อสอบที่มีการจัดเตรียมไว้โดยผู้บริหารการทดสอบ และแต่ละโมดูลจะประกอบไปด้วยข้อสอบที่มีความยากใกล้เคียงกัน

การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (on the fly assembled multistage adaptive testing: OMST) หมายถึง การทดสอบที่จัดข้อสอบตามระดับความสามารถของผู้สอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งในการจัดชุดข้อสอบจะกระทำภายหลังจากทราบค่าความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าในขั้น (stage) ก่อนหน้าจากข้อสอบแต่ละข้อ และนำมาจัดเป็นชุดข้อสอบแต่ละชุด (module) ซึ่งมีค่าความยากใกล้เคียงกัน

แบบทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (Information Technology Professional Examination: ITPE) ระดับ IP หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีโดยความร่วมมือของกลุ่มภาคี 7 ประเทศ ได้แก่ ญี่ปุ่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม เมียนมา มองโกเลีย และประเทศไทย ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบวัดระดับความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแบบไม่อิงผลิตภัณฑ์ โดยประกอบด้วยเนื้อหาสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกลยุทธ์ (strategy) 2) ด้านการจัดการ (management) และ 3) ด้านเทคโนโลยี (technology)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนสองค่า (dichotomous IRT) หมายถึง แนวคิดความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบของผู้สอบได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ โดยการตอบข้อสอบมีการตรวจให้คะแนนแบบสองค่า เช่น ตอบผิดได้ 0 ตอบถูกได้ 1

พารามิเตอร์ของข้อสอบ หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อซึ่งประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ความยาก (difficulty: b) ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (discrimination: a) และค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดา (guessing: c)

การประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ หมายถึง การประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้วยการประเมินแบบอิงมาตรฐาน ได้แก่ ความมีประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความถูกต้อง การประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และการประเมินจากผู้ใช้งานด้วยการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ เพื่อใช้สำหรับเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีจริง

2. ได้แนวทางในการจัดทำระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทดสอบประเภทอื่นได้ต่อไปในอนาคต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้ ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน ตอนที่ 3 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย ตอนที่ 4 มโนทัศน์เกี่ยวกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ตอนที่ 5 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ตอนที่ 6 มโนทัศน์เกี่ยวกับการประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ และตอนที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งหัวข้อการนำเสนอดังนี้ 1) ความหมายของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ 2) หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ 3) ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ 4) องค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ และ 5) จุดเด่นและจุดด้อยของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1 ความหมายของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

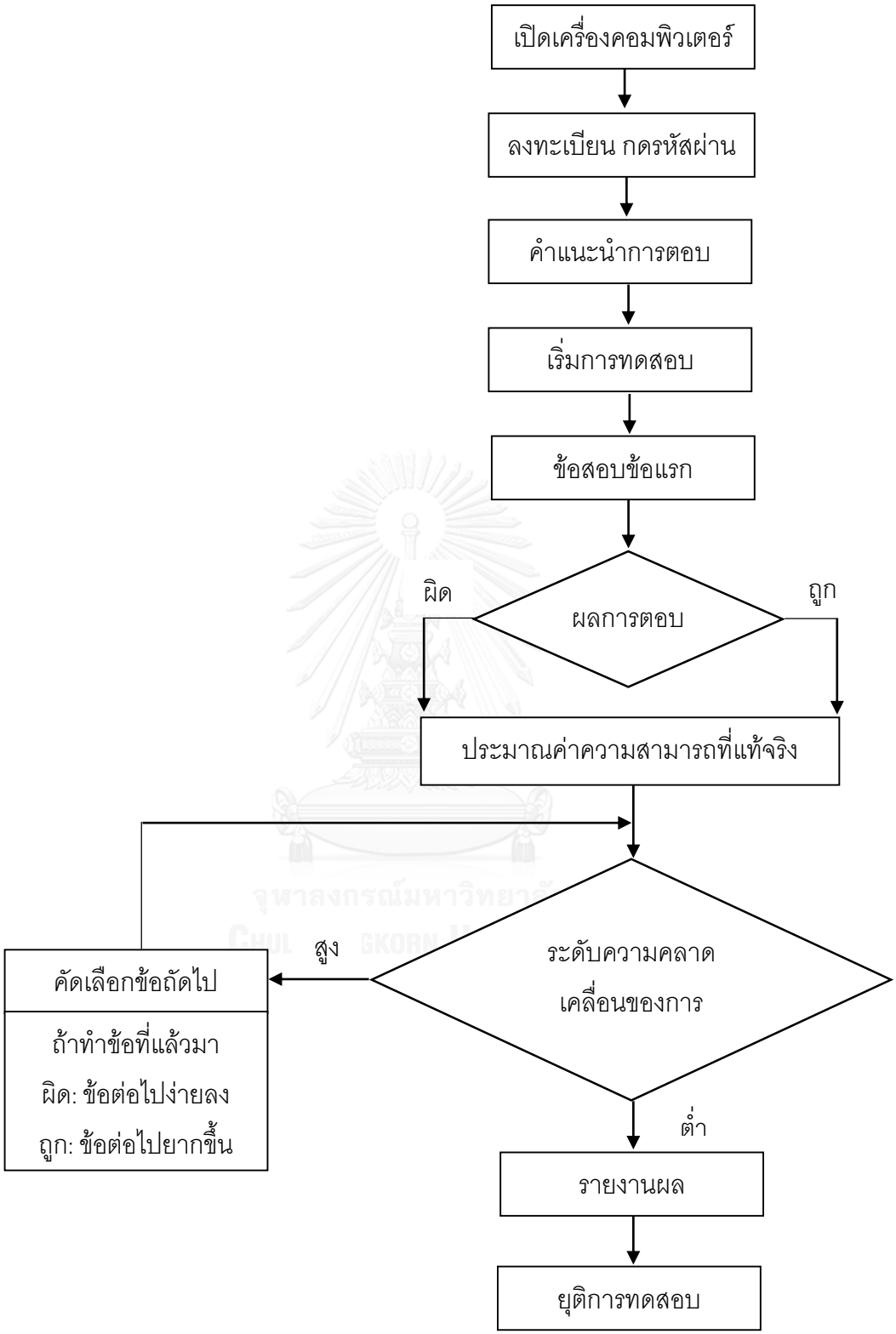
การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computerized adaptive testing: CAT) หมายถึง การทดสอบที่ผู้สอบใช้แบบทดสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งมีการคัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากตามความสามารถของผู้สอบ โดยใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคัดเลือกข้อสอบและประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถช่วยทำให้ความถูกต้องของคะแนนการทดสอบในเชิงสถิติเพิ่มขึ้น โดยแนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ เริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ปี 1905 โดยนำมาใช้กับแบบวัดเชาว์ปัญญาของ Binet-Simon ซึ่งข้อคำถามจะถูกเลือกให้เหมาะสมกับอายุสมองของผู้เข้ารับการทดสอบ โดยการอ้างอิงอายุสมองของผู้เข้ารับการทดสอบมาจากผลการตอบข้อคำถามข้อก่อนหน้า และจะทำการเลือกข้อคำถามให้ผู้เข้ารับการทดสอบตอบเพียงพอจนกระทั่งสามารถประมาณค่าอายุที่แท้จริง

ของผู้เข้ารับการทดสอบได้ ความเป็นจริงแนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะมีมานาน สามารถพบเห็นได้จากการทดสอบปากเปล่า (oral test) โดยผู้จัดสอบสามารถเลือกคำถามที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบได้ตามระดับความรู้จากการสอบถามและพูดคุย (Linden, 2000)

1.2 หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นการปรับข้อสอบให้เหมาะกับความสามารถของผู้สอบ โดยแนวทางในการคัดเลือกข้อสอบของแต่ละคนขึ้นอยู่กับผลการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมา ในการทดสอบผู้สอบจะเริ่มทำข้อสอบข้อแรกโดยเป็นข้อที่มีค่าความยากระดับปานกลาง หลังจากนั้นจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการตอบข้อสอบ เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่มีความยากและอำนาจจำแนกที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งมีหลักคือหากผู้สอบตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมาถูกต้อง ข้อถัดไปจะมีค่าระดับความยากที่ยากขึ้น แต่หากผู้สอบตอบข้อสอบผิด ข้อถัดไปจะมีค่าระดับความยากที่ลดลง จนกระทั่งการประมาณค่าความสามารถผู้สอบอยู่ในระดับที่น่าเชื่อถือ คืออยู่ในเกณฑ์ของความคลาดเคลื่อนที่กำหนดจึงยุติการทดสอบ โดยภาพขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแสดงดังภาพที่ 1 (Čisar, Radosav, Markoski, Pinter, & Čisar, 2010; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

1.3 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนสองค่า

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) เป็นทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้สอบที่มีอยู่ในตัวบุคคล (ability) กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามโดยใช้โค้งคุณลักษณะข้อสอบในการอธิบาย (item characteristic curve: ICC) ซึ่งมีการกำหนดพารามิเตอร์ของข้อสอบ 3 ค่า ได้แก่ ค่าความยาก (difficulty: b) ค่าอำนาจจำแนก (discrimination power: a) และค่าความน่าจะเป็นในการเดา (guessing probability: c)โดยในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสามารถจำแนกออกเป็นสองประเภทได้แก่ ทฤษฎีการตอบสนองแบบตรวจให้คะแนนสองค่า (dichotomous IRT) เช่น การตรวจให้คะแนนถูกผิด คือ ตอบถูกได้ 1 ตอบผิดได้ 0 และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่าสองค่า (polytomous IRT) เช่น การตอบคำถามทางจิตวิทยาแบบมาตรประมาณค่า (rating scale) เป็นต้น โดยในการทดสอบที่เป็นแบบหลายตัวเลือก (multiple choice) จะเป็นการทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนสองค่า ซึ่งคุณลักษณะของโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบให้คะแนนสองค่าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสในการตอบข้อสอบถูก (probability: P_i) กับความสามารถของผู้สอบ (ability: θ) ซึ่งอยู่ในลักษณะของโค้งคุณลักษณะของข้อสอบที่มีรูปแบบฟังก์ชั่นโลจิสติก (logistic function) หรือฟังก์ชั่นปกติสะสม(normal ogive function) โดยมีโมเดลหลัก 3 โมเดล ได้แก่ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

1.3.1 โมเดลโลจิสติกแบบ 3 พารามิเตอร์ (three parameter logistic model: 3PL) ซึ่งมีรูปแบบฟังก์ชั่นดังนี้

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{(1 - c_i)}{1 + e^{-Da_i(\theta - b_i)}}$$

โดยที่ θ คือ ค่าความสามารถของผู้สอบซึ่งได้จากการประมาณค่าตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งนิยมปรับให้เป็นมาตรฐาน (standardize) ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 และค่าที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง – 3 ถึง 3

$P_i(\theta)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นของผู้ที่มีความสามารถระดับ θ จะสามารถตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

b_i คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (difficulty parameter) ค่าที่นิยมใช้อยู่ระหว่าง -2.5 ถึง +2.5

a_i คือ ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ (discrimination parameter) ค่าที่นิยมใช้อยู่ระหว่าง +0.50 ถึง +2.50

c_i คือ ค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดาของข้อสอบ (guessing parameter) ค่าที่นิยมใช้คือค่าไม่เกิน 0.30

e คือ ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติ (natural log) มีค่าประมาณ 2.7182

D คือ ค่าองค์ประกอบการปรับสเกลเพื่อทำให้ฟังก์ชั่น (logistic) กับนอมอลออไจฟ์ (normal ogive) มีค่าใกล้เคียงกัน หรือค่าประมาณความสามารถมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.01

1.3.2 โมเดลโลจิสติกแบบ 2 พารามิเตอร์ (two parameter logistic model: 2PL) ซึ่งมีรูปแบบฟังก์ชั่นดังนี้

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta - b_i)}}$$

ซึ่งค่าความยาก (b) และค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ และค่าโอกาสในการเดามีค่าเป็น 0

1.3.3 โมเดลโลจิสติกแบบ 1 พารามิเตอร์ (one parameter logistic model: 1PL) หรือเรียกอีกอย่างว่าโมเดลแบบราช (rasch model) ซึ่งมีรูปแบบฟังก์ชั่นดังนี้

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-(\theta - b_i)}}$$

ซึ่งค่าความยาก (b) มีค่าแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าคงที่และค่าโอกาสในการเดามีค่าเป็น 0

1.4 มโนทัศน์เกี่ยวกับการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อสอบ

การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) มีข้อตกลงเบื้องต้นทั่วไปว่าข้อสอบทุกข้อต้องมุ่งวัดความสามารถเดียว (one ability) ซึ่งเรียกว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (unidimentionlity) หากข้อสอบมีการวัดความสามารถมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบจะเรียกว่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (multidimensionality) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) โดยในการตรวจสอบมิติของข้อสอบมีอยู่ด้วยกันหลากหลายมากกว่า 30 วิธี ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจสอบได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (exploratory factor analysis) และพิจารณาค่าความเที่ยง (McGill, 2009; ชัยวิชิต เชียรชนะ, 2552; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (exploratory factor analysis: EFA)

ในการพิจารณาความเป็นเอกมิติของข้อสอบด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ใช้การพิจารณาจากค่าไอเกน (eigen value) โดยพิจารณาเฉพาะค่าไอเกนที่มีค่ามากกว่าหนึ่งขึ้นไป

เกณฑ์ในการพิจาณาใช้การเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนขององค์ประกอบแรกเทียบกับค่าไอเกนขององค์ประกอบอื่น หากมีค่าอัตราส่วนมากกว่า 3.00 เท่าขึ้นไป จะแสดงถึงความเป็นเอกมิติ (unidimenstionality) ของข้อสอบ โดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนสามารถแสดงได้ดังนี้ (McGill, 2009; ชัยวิชิต เชียรชนะ, 2552)

$$\text{อัตราส่วนค่าไอเกน} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

โดยที่ λ_1 คือค่าไอเกนขององค์ประกอบที่หนึ่ง และ λ_2 คือค่าไอเกนขององค์ประกอบที่สอง หากค่าอัตราส่วนสูงจะแสดงให้เห็นหลักฐานความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบ นอกจากการพิจารณาค่าอัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนแล้ว ในการตรวจสอบความเป็นเอกมิติอีกหนึ่งวิธี ซึ่งเป็นอีกหนึ่งในหลักฐาน (evident) ในการสนับสนุนความเป็นเอกมิติของแบบทดสอบคือค่าความเที่ยง

ความเที่ยง (reliability)

สำหรับการพิจารณาความเป็นเอกมิติด้วยค่าความเที่ยง (reliability) นั้น ใช้การพิจารณาจากค่าความเที่ยงด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาก (Cronbach's alpha coefficient) โดยหากค่าความเที่ยงมีค่าสูงแสดงให้เห็นถึงความเป็นเอกพันธ์ (homogeneity) ของข้อสอบ ซึ่งแสดงถึงหลักฐานของความเป็นเอกมิติ (unidimensionality) ของข้อสอบเช่นกัน โดยการหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบากสามารถแสดงได้ดังนี้ (McGill, 2009)

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K} \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2}\right)$$

โดยที่ K คือจำนวนข้อสอบทั้งหมด $\boldsymbol{\sigma_X^2}$ คือความแปรปรวนของคะแนนรวมที่สังเกตได้ และ $\boldsymbol{\sigma_{Y_i}^2}$ คือความแปรปรวนของข้อสอบข้อที่ i

1.5 องค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

ในการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีองค์ประกอบหลักในกระบวนการทดสอบดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2538, 2555)

1.5.1 จุดเริ่มต้นการทดสอบ (initial item)

สำหรับการเริ่มต้นการทดสอบแบบปรับเหมาะจะเริ่มต้นจากคัดเลือกข้อสอบข้อแรก (initial item) โดยปกติข้อสอบข้อแรกจะเป็นข้อที่มีความยากปานกลาง ซึ่งสามารถแบ่งการเลือกข้อสอบข้อแรกออกเป็น 2 วิธีได้แก่

- เมื่อประชากรของผู้สอบมีความสามารถที่ใกล้เคียงกัน (homogenous) หรือไม่ทราบข้อมูลผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมาของประชากร เช่น นิสิตชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ควรเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีความยากปานกลางเนื่องจากไม่มีข้อมูลผลสัมฤทธิ์ก่อนหน้าของนิสิต

- เมื่อประชากรของผู้สอบมีความสามารถที่แตกต่างกัน (heterogeneous) หรือพอทราบสารสนเทศเกี่ยวกับระดับการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมาของประชากร เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ควรเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีความยากปานกลางในแต่ละระดับชั้น เนื่องจากแต่ละระดับชั้นนักเรียนมีความสามารถที่แตกต่างกัน

จากข้อมูลการศึกษาของ Lord (1977 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) พบว่า เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบข้อแรกไม่ค่อยมีความสำคัญ สำหรับการทดสอบที่แบบสอบมีความยาวเกิน 25 ข้อ โดยได้ทำการศึกษาจากการจำลองข้อมูลด้วยข้อสอบข้อแรกที่มีระดับความยากแตกต่างกันพบว่า เมื่อใช้ข้อสอบเกิน 25 ข้อจะไม่ส่งผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ จึงสามารถสรุปได้ว่าระดับความยากของข้อสอบข้อแรกไม่มีผลต่อการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เมื่อแบบสอบมีความยาวเพิ่มขึ้น

1.5.2 การคัดเลือกข้อสอบและการประมาณค่าความสามารถ (item selection and ability estimation)

เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบได้ทำข้อสอบข้อแรกเรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการตอบข้อสอบ หลังจากนั้นจะทำการเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบต่อไป โดยรายละเอียดของการคัดเลือกข้อสอบและการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมีดังนี้

- การประมาณค่าความสามารถ (ability estimation)

สำหรับการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) มีวิธีการที่นิยมใช้อยู่ด้วยกัน 2 วิธีได้แก่ วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงที่สุด (maximum likelihood estimation) และ วิธีการประมาณค่าแบบเบเซียน (bayesian estimation) ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีอยู่ด้วยกันหลากหลายโปรแกรม เช่น โปรแกรม LOGISTS โปรแกรม BILOG เป็นต้น

- การคัดเลือกข้อสอบ (item selection)

ในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แต่ละวิธี สามารถเลือกใช้กับวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบวิธีใดก็ได้ แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณจะนิยมเลือกใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและวิธีการคัดเลือกข้อสอบที่สอดคล้องกัน การคัดเลือกข้อสอบซึ่งเป็นที่นิยมประกอบด้วยวิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงที่สุด (maximum likelihood estimation) และวิธีการประมาณค่าแบบเบเซียน (bayesian estimation) โดยมีรายละเอียดดังนี้

• วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงที่สุด (maximum likelihood estimation) มีวิธีการคัดเลือกข้อสอบอยู่ 3 วิธีได้แก่ 1) การคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) สอดคล้องกับระดับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่า 2) การคัดเลือกข้อสอบที่มีตำแหน่งสารสนเทศสูงสุดสอดคล้องกับระดับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่า และ 3) การคัดเลือกข้อสอบที่ให้สารสนเทศสูงสุดตรงตำแหน่งระดับความสามารถ

◆ การคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) สอดคล้องกับระดับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าจะทำการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่มีค่าระดับความยากซึ่งสอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้สอบ โดยจะทำการตรวจสอบข้อสอบทุกข้อในคลังเพื่อเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากใกล้เคียงกับค่าความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าที่แท้จริงมากที่สุด และจะใช้ข้อสอบข้อดังกล่าวเป็นข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบ ซึ่งวิธีนี้ใช้กันมาเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากเป็นวิธีที่มีการคำนวณไม่ซับซ้อนและค่อนข้างประหยัดค่าใช้จ่าย

◆ การคัดเลือกข้อสอบที่มีตำแหน่งสารสนเทศสูงสุดสอดคล้องกับระดับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่า เนื่องจากการทดสอบโดยทั่วไปมักมีปัจจัยจากการเดาเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นวิธีการการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากสอดคล้องกับระดับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าจึงมีแนวโน้มที่จะมีการเลือกข้อสอบข้อที่ยากเกินความสามารถของผู้สอบ จึงได้มีการนำวิธีการเลือกจากตำแหน่งของข้อสอบที่มีสารสนเทศสูงสุดสอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้สอบมาใช้ โดยข้อสอบแต่ละข้อจะให้สารสนเทศสูงสุดที่ตำแหน่ง $\theta = m_i$ เมื่อค่า m_i สำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ สามารถคำนวณได้จาก

$$m_i = b_i + \frac{1}{Da_1} ln\left[\frac{1+\sqrt{1+8c_i}}{2}\right]$$

เมื่อ D = ค่าคงที่

Ln = ค่าลอกฐานธรรมชาติ (natural logarithm)

a_i = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

b_i = ค่าความยากของข้อสอบ

c_i = ค่าโอกาสในการเดาข้อสอบถูก

ค่า m_i เป็นค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) ณ ตำแหน่งที่ข้อสอบข้อนั้นให้สารสนเทศสูงที่สุด ซึ่งหากค่า $m_i > b_i$ และ $c_i > 0$ แสดงว่าข้อสอบมีค่าระดับความยากที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบที่มีความสามารถสูงกว่าความยากของข้อสอบเล็กน้อย ดังนั้นในการนำค่า m_i มาใช้ในการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบจึงทำให้การคัดเลือกข้อสอบดีกว่าวิธีเลือกจากค่าระดับความยากเพียงอย่างเดียว

◆ การคัดเลือกข้อสอบที่ให้สารสนเทศสูงสุดตรงตำแหน่งระดับความสามารถ โดยจะใช้การตรวจข้อสอบทุกข้อที่ยังมิได้นำมาใช้สอบซึ่งสามารถให้สารสนเทศได้สูงที่สุดตรงตำแหน่งความสามารถ วิธีการนี้จะต้องคำนวณหาสารสนเทศของข้อสอบ (item information) ณ ตำแหน่งระดับความสามารถของผู้สอบ (θ)

• วิธีการประมาณค่าแบบเบเซียน (bayesian estimation)

ในการคัดเลือกข้อสอบที่นำมาใช้กับวิธีการประมาณค่าแบบเบเซียนคือการเลือกข้อสอบที่ยังไม่เคยมีการนำมาใช้ในการทดสอบ ซึ่งจะให้ค่าความแปรปรวนของค่าความสามารถที่คาดหวังต่ำที่สุด (smallest posterior variance) หมายความว่าเป็นการคัดเลือกข้อสอบข้อที่คาดว่าจะสามารถลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้มากที่สุด โดยมีรายละเอียดของทฤษฎีเบส์ (bayes' theorem) ดังนี้

$f(\theta/U) = K\, L(\theta/U)\, f(\theta)$

เมื่อ $f(\theta/U)$ = การแจกแจงภายหลัง (posterior distribution) ของค่าความสามารถ

$L(\theta/U)$ = ฟังก์ชั่นความเป็นไปได้ (likelihood function) ของเวคเตอร์ U (ผลการตอบข้อสอบ)

$f(\theta)$ = การแจกแจงภายหลัง (posterior distribution) ของค่าความสามารถ

K = ค่าคงที่ (constant)

1.5.3 เกณฑ์ยุติในการทดสอบ (stopping criteria)

การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ ผู้สอบทำการทดสอบจนกระทั่งเป็นไปตามเกณฑ์ยุติในการทดสอบ การทดสอบจะสิ้นสุดลงและทำการประมาณค่าความสามารถ

ของผู้สอบต่อไป เกณฑ์ยุติในการทดสอบที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทได้แก่ เกณฑ์กำหนดจำนวนข้อสอบคงที่ และเกณฑ์กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

• เกณฑ์กำหนดจำนวนข้อสอบคงที่

เป็นการกำหนดให้ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบที่มีความยาวของแบบสอบเท่ากันทุกคน เช่น ในการทดสอบกำหนดเกณฑ์แบบจำนวนข้อสอบคงที่โดยให้ความยาวแบบสอบเท่ากับ 30 ข้อ ดังนั้นผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนจะต้องทำข้อสอบจำนวน 30 ข้อ เมื่อทำครบข้อที่ 30 การทดสอบจะยุติลง สำหรับเกณฑ์ดังกล่าวจะเหมาะกับการศึกษากระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยการจำลองข้อมูลเนื่องจากเมื่อจำนวนข้อสอบมีจำนวนเท่ากัน จะทำให้สามารถเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบสอบได้อย่างชัดเจน

• เกณฑ์กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

การทดสอบแบบปรับเหมาะในทางปฏิบัติ ผู้เข้ารับการทดสอบควรจะดำเนินการทดสอบไปเรื่อยๆ จนกระทั่งผู้เข้ารับการทดสอบได้รับการประมาณค่าความสามารถที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ลดต่ำลงจนถึงระดับที่สามารถยอมรับได้ การทดสอบจึงยุติลง โดยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสามารถหาได้จาก

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}}$$

เมื่อ $SE(\theta)$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถ θ

$I(\theta)$ = สารสนเทศของแบบสอบของผู้มีความสามารถ θ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.6 จุดแข็งและจุดอ่อนของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

สำหรับจุดแข็งของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computer adaptive testing: CAT) ในเชิงทฤษฎีเป็นการทดสอบที่ผู้เข้ารับการทดสอบได้รับการจัดข้อสอบที่มีความยากตามระดับความสามารถของตน โดยที่ข้อสอบไม่ง่ายหรือยากจนเกินไปเหมือนกับการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ใช้กระดาษในการทดสอบ และจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนลดลงโดยที่ไม่สูญเสียความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้ารับการทดสอบ ขั้นตอนการเลือกข้อสอบจะเลือกข้อสอบแต่ละข้อภายหลังการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากคลังข้อสอบด้วยกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ โดยอยู่บนพื้นฐานของผลการตอบข้อสอบจากข้อก่อนหน้า ซึ่งเป็นการควบคุมคุณภาพที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากสามารถลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากคนในการจัดการข้อสอบได้ โดยมีการควบคุมเงื่อนไขต่างๆ เช่น ความครอบคลุมของเนื้อหา

(content coverage) และอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ (item exposure) เป็นต้น (Zheng & Chang, 2015; ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ, ศิริเดช สุชีวะ, ศิริชัย กาญจนวาสี, & Muraki, 2555)

ด้านจุดอ่อนของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ในเชิงทฤษฎีคืออาจเกิดการประมาณค่าความสามารถที่เกินจริง (over estimate) และต่ำกว่าจริง (under estimate) ซึ่งจากการศึกษาได้พบกรณีดังกล่าวในการทดสอบเข้าเรียนต่อในระดับบัณฑิตศึกษา (graduate record examination: GRE) และการทดสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อด้านการจัดการในระดับบัณฑิตศึกษา (graduate management admission test: GMAT) ซึ่งผลคะแนนการทดสอบพบว่าไม่มีความคงเส้นคงวาและมีการประมาณค่าความสามารถผิดพลาดกับผู้สอบกว่าพันคน (Zheng & Chang, 2015) นอกจากนี้ในการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ยังไม่อนุญาตให้ผู้เข้ารับการทดสอบย้อนกลับไปเปลี่ยนคำตอบ เนื่องจากใช้ข้อสอบเพียงหนึ่งข้อในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน (multistage adaptive testing) ขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาการประมาณค่าสูงหรือต่ำกว่าจริง อีกทั้งยังอนุญาตให้ผู้เข้ารับการทดสอบสามารถกลับไปแก้ไขข้อสอบข้อที่ผ่านมาได้ ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นการทดสอบที่มีการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งมีความแตกต่างจากการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ผู้สอบต้องทำข้อสอบทุกข้อโดยไม่ได้มีการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับความสามารถ จากการวิจัยได้มีการศึกษาความคงที่ของสเกล (scale stability) ในการสอบ GMAT ซึ่งเป็นการทดสอบขนาดใหญ่ จากผลการศึกษาพบว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งใช้กับการทดสอบขนาดใหญ่ เช่น GMAT มีสเกลในการวัดที่ความคงที่ (Guo & Wang, 2005) นอกจากนี้ยังได้มีการนำการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์มาปรับใช้กับการประเมินความรู้ของนักเรียน ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีพลังสำหรับการประเมินเป็นอย่างยิ่ง (Andjelic & Cekerevac, 2014) ยิ่งไปกว่านั้นจากการศึกษายังพบว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ในการประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนทั้งในรูปแบบปัจเจกและแบบกลุ่ม (Weiss, 2004)

นอกจากการศึกษาประสิทธิภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แล้วยังมีการศึกษาวิจัยองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ ได้แก่ คลังข้อสอบ (item bank) การเริ่มต้น (starting) การควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบ (item exposure) การประมาณค่าความสามารถ (estimating theta) การเลือกข้อสอบ (item selection) และการ

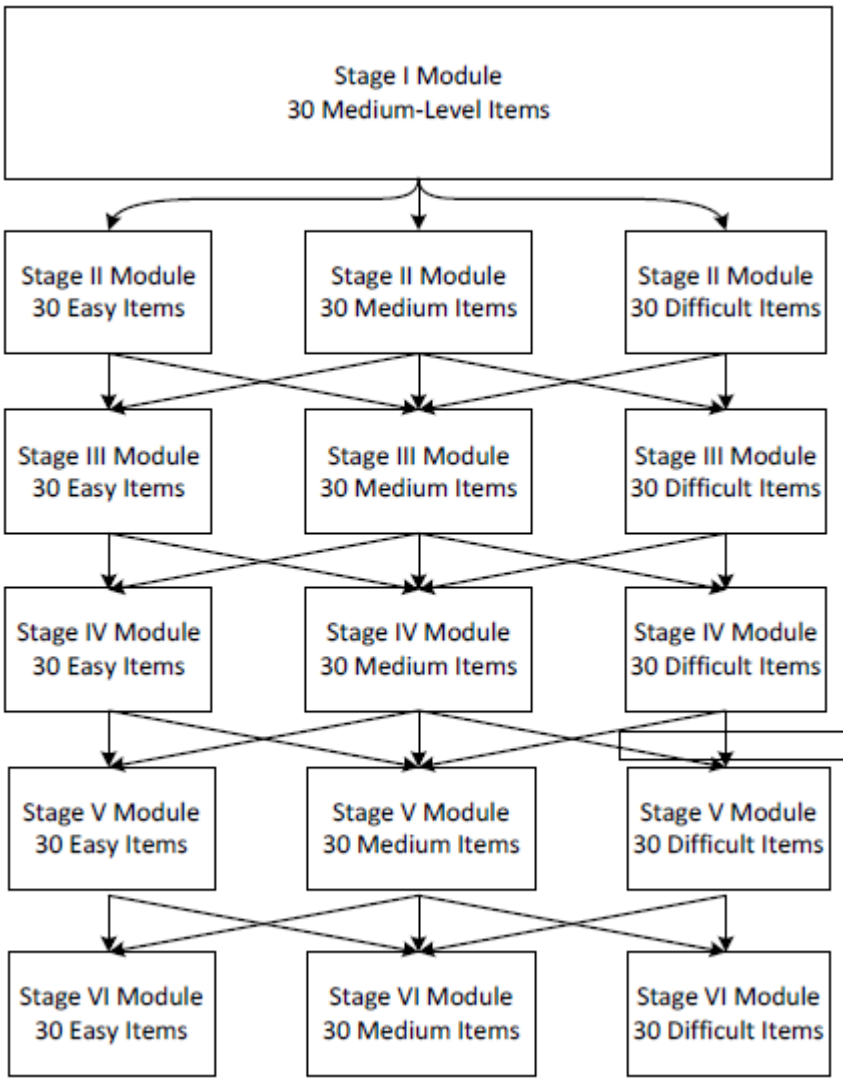
สิ้นสุดการทดสอบ (ending) (Boyd, Dodd, & Fitzpatrick, 2013; Cohen & Albright, 2014; Gu & Reckase, 2007; Weiss, 2011)

ตอนที่ 2 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน

จากปัญหาการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบดั้งเดิม (CAT) ที่มีการประมาณค่าความสามารถสูงกว่าและต่ำกว่าจริง ซึ่งเกิดจากการประมาณค่าจากข้อสอบเพียงข้อเดียวจึงได้มีการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (multistage adaptive tests: MST) ขึ้น โดยนักวิจัยที่เริ่มนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้คือ Lord และ Novick ซึ่งเริ่มแรกได้นำมาใช้กับการทดสอบแบบสองขั้น (two-stage testing) จากผลการทดสอบพบว่าความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถมีค่าดีขึ้น (Zenisky, 2010) ซึ่งข้อสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอนจะมีการจัดชุดไว้ล่วงหน้า (pre-assembled) โดยแบ่งเป็นหลายขั้น แต่ละขั้นจะประกอบด้วยชุด (panel) ข้อสอบหลายชุด แต่ละชุดจะประกอบไปด้วยจำนวนโมดูล (modules) ของข้อสอบที่แน่นอน ซึ่งโมดูลจะมีระดับความยากที่หลากหลาย ระหว่างการทดสอบ ผู้สอบแต่ละคนจะได้รับเลือกชุดข้อสอบที่มีการเตรียมไว้ล่วงหน้าอย่างสุ่ม (random) และจะเริ่มทำการทดสอบในโมดูลสำหรับขั้นที่หนึ่ง (stage 1) หลังจากทำข้อสอบในขั้นที่หนึ่งเสร็จเรียบร้อย ผู้สอบจะได้รับการจัดชุดโมดูลที่มีระดับความยากเหมาะสมที่สุดกับผู้สอบในขั้นถัดไป โดยแต่ละโมดูลจะได้รับการเลือกผ่านเส้นทาง (pathway) ของแต่ละโมดูลจากชุดข้อสอบที่ถูกเลือก (Zheng & Chang, 2015)

2.1 องค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน

ในการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (MST) จะมีกระบวนการที่แตกต่างจากการทดสอบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAT) ซึ่งองค์ประกอบของกระบวนการที่สำคัญได้แก่ ชุด (panel) โมดูล (module) ขั้น (stage) และเส้นทาง (pathway) โดยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 (Zheng et al., 2012)



ภาพที่ 2 แผนภาพองค์ประกอบและเส้นทางการทำงานของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (MST)

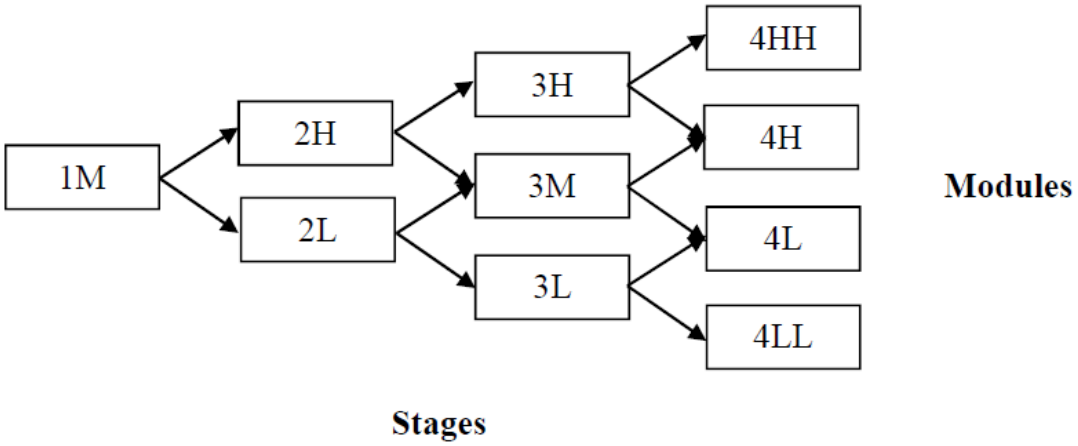
ในการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอนประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 4 องค์ประกอบสำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ชุด (panel) ในชุดข้อสอบหนึ่งชุดจะประกอบด้วยข้อสอบที่มีโมดูลความยากคละกัน ซึ่งในแต่ละชุดข้อสอบจะต้องมีจำนวนโมดูลที่เท่ากัน ซึ่งหมายความว่าข้อสอบต้องเป็นข้อสอบคู่ขนานกัน โดยชุดข้อสอบจะมีกี่ชุดก็ได้ ขึ้นอยู่กับผู้บริหารการทดสอบจะทำการจัดเตรียมไว้ โดยชุดการทดสอบจะต้องมีการจัดชุดข้อสอบจากคลังข้อสอบไว้ล่วงหน้าก่อนทำการทดสอบจริง

- โมดูล (module or testlets) ในหนึ่งชุดจะสามารถประกอบไปด้วยข้อสอบหลายโมดูล ขึ้นอยู่กับการจัดข้อสอบ ซึ่งในโมดูลสามารถกำหนดระดับความยากได้ตามความต้องการขึ้นอยู่กับ

ผู้บริหารการทดสอบซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยระดับความยาก ง่ายที่สุด (easy) ปานกลาง (medium) และยาก (difficult)

- ขั้น (stage) คือขั้นตอนในทดสอบซึ่งสามารถแบ่งได้ตามความต้องการของผู้จัดการทดสอบ โดยขั้นแรกจะเป็นขั้นที่มีระดับความยากปานกลางเพื่อใช้ในการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้ารับการทดสอบเพื่อคัดเลือกโมดูลข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้สอบในขั้นถัดไป จากภาพตัวอย่างที่ 3 แสดงข้อมูลโมเดล 1-2-3-4 ของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน



ภาพที่ 3 รูปแบบโมเดล 1-2-3-4 ของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน

- เส้นทาง (pathway or routing) เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบทำการทดสอบเสร็จในแต่ละขั้นจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้เข้ารับการทดสอบ หลังจากนั้นระบบจะค้นหาโมดูลตามเส้นทางที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ เมื่อพบโมดูลที่เหมาะสมจะดำเนินการวิ่งไปตามเส้นทางเพื่อนำผู้เข้ารับการทดสอบไปยังโมดูลที่เหมาะสมตามความสามารถของผู้เข้ารับการทดสอบ

2.2 จุดแข็งและจุดอ่อนของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน

สำหรับจุดแข็งของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (MST) มีอยู่ด้วยกันหลายประการคือ กระบวนการในการเลือกข้อสอบจะกระทำเฉพาะระหว่างขั้น (stage) เท่านั้นไม่ได้ใช้กระบวนการเลือกภายในขั้น ดังนั้นจึงอนุญาตให้ผู้สอบสามารถย้อนหรือ

ข้ามข้อสอบภายในขั้นที่กำลังดำเนินการทดสอบได้ เพื่อทำการทบทวนหรืออาจเปลี่ยนคำตอบ ซึ่งต่างจากการทดสอบแบบ CAT ซึ่งผู้เข้ารับการทดสอบไม่สามารถกลับไปแก้ไขข้อสอบก่อนหน้าได้ ดังนั้น MST จึงทำให้ผู้เข้ารับการทดสอบรู้สึกเครียดและกังวลลดลงในระหว่างการทดสอบ นอกจากนี้กระบวนการในการจัดการทดสอบแบบ MST ยังอนุญาตให้ผู้พัฒนาแบบทดสอบสามารถกำกับติดตามและควบคุมคุณภาพของชุดแบบทดสอบ เนื่องจากชุดแบบทดสอบจะถูกเตรียมขึ้นก่อนการทดสอบ ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาการทดสอบสามารถทบทวนชุดแบบทดสอบจากหลากหลายมุมมอง อาทิเช่น การควบคุมความเท่าเทียมของเนื้อหา (content balance) ความเท่าเทียมกันของการเฉลยคำตอบ (answer key) เป็นต้น (Zheng et al., 2012) นอกจากนี้ในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเพื่อคัดเลือกชุดข้อสอบที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบจะทำการประมาณค่าจากชุดของข้อสอบในขั้นแรก ซึ่งต่างจากการทดสอบแบบปรับเหมาะดั้งเดิม จึงทำให้ลดความผิดพลาดจากการประมาณค่าความสามารถผู้สอบจากข้อสอบข้อแรกเพียงข้อเดียว ซึ่งหากเกิดความผิดพลาดในการประมาณค่าความสามารถจากข้อสอบข้อแรกจะทำให้ผู้เข้ารับการทดสอบอาจให้เวลานานกว่าปกติในการทดสอบ (Zheng & Chang, 2015)

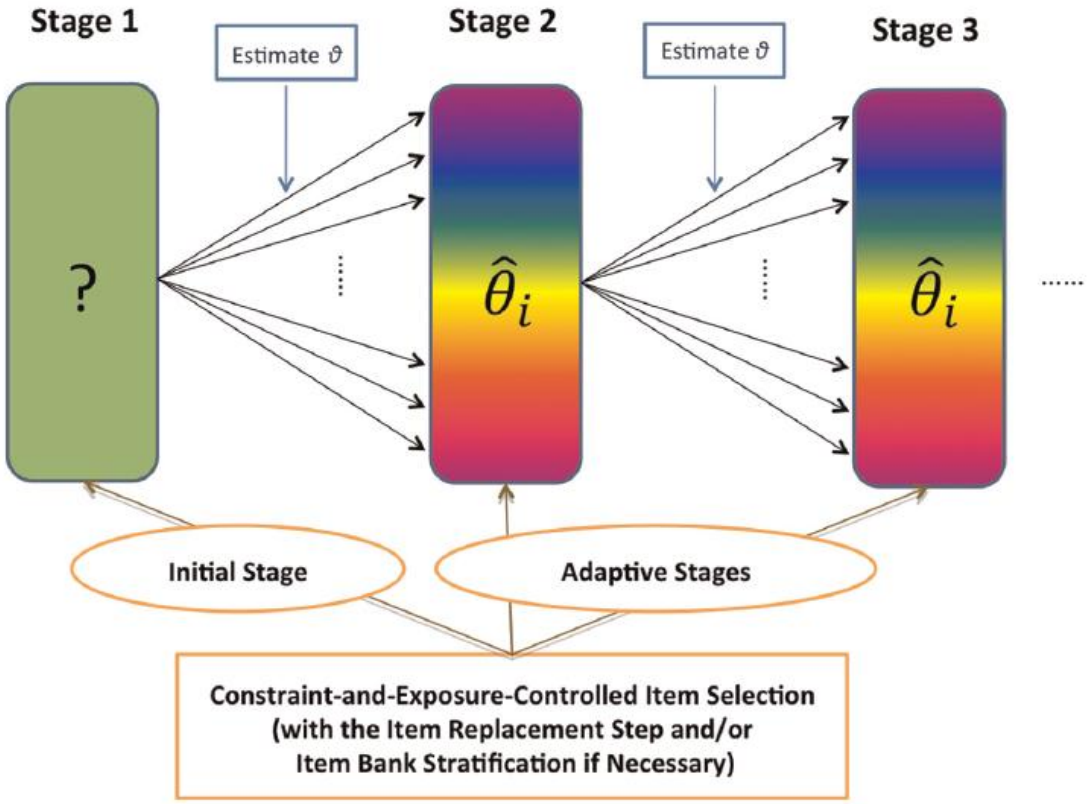
ด้านจุดอ่อนของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน คือต้องมีการจัดเตรียมชุดข้อสอบ (panel) และโมดูล (module) ของข้อสอบไว้ล่วงหน้า ซึ่งใช้คนในการดำเนินการ ดังนั้นหากเป็นการทดสอบที่มีขนาดใหญ่อาจเกิดความผิดพลาดในการจัดชุดข้อสอบได้ จึงถือว่าเป็นอีกหนึ่งจุดอ่อนที่สำคัญของการทดสอบด้วยวิธีนี้ (Zheng & Chang, 2015) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการจัดชุดข้อสอบแบบอัตโนมัติขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากคนในการจัดชุดข้อสอบ ซึ่งเรียกว่าการจัดชุดข้อสอบแบบออนเดอะฟลาย (on-the-fly) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดการประมาณค่าที่ผิดพลาดจากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากข้อสอบเพียงข้อเดียว ซึ่งในการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนจะประมาณค่าความสามารถจากชุดข้อสอบในขั้นแรก (initial stage) จากการศึกษาวิจัยได้มีการเปรียบเทียบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม โดยใช้การจำลองข้อมูลซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อรับใบประกอบวิชาชีพแพทย์ และเป็นการทดสอบขนาดกลาง (medium-size) จากผลการศึกษาพบว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนมีการประมาณค่าความสามารถที่ถูกต้องและแม่นยำมากกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิม (Brossman & Guille, 2014) ยิ่งไปกว่านั้นจากการศึกษาด้วยการจำลองข้อมูลสำหรับการทดสอบขนาดใหญ่ (large-scale) พบว่าความถูกต้องในการจำแนกของ

การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนดีกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม (Zheng et al., 2012) ต่อมาเมื่อเทคโนโลยี มีการพัฒนามากขึ้นจึงได้มีการศึกษากระบวนการจัดชุดข้อสอบแบบอัตโนมัติ (automated test assembly) ขึ้นเพื่อใช้สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน ซึ่งได้มีการพัฒนาการจัดชุดข้อสอบอัตโนมัติแบบฮิวริสติคขึ้นและจากการศึกษาพบว่าการจัดชุดข้อสอบอัตโนมัติแบบฮิวริสติคมีสมรรถนะเหมาะกับการนำไปใช้มากกว่ากระบวนการจัดชุดข้อสอบด้วยวิธีอื่น (Zheng, Nozawa, Zhu, & Gao, 2014)

ตอนที่ 3 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย

จากแนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAT) และการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (MST) พบว่าแต่ละแนวคิดมีจุดเด่นและจุดอ่อนที่แตกต่างกันดังนั้นจึงได้มีการนำแนวคิดการทดสอบทั้งสองวิธีมารวมกัน ทำให้สามารถปิดจุดอ่อนของแต่ละวิธีได้เป็นอย่างดี ซึ่งเรียกว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (on the fly assemble multistage adaptive testing: OMST) การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายมีประสิทธิภาพที่เหนือกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์และการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน โดยขั้นตอนการทำงานของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 ซึ่งเป็นกระบวนการศึกษาต้นแบบ (prototype) ของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายซึ่งแบ่งขั้นตอน (stage) ในการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้ (Zheng & Chang, 2015)



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทดสอบแบบ OMST (Zheng & Chang, 2015)

ขั้นเริ่มต้น (initial stage) ของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายจะใช้ข้อสอบที่มีระดับความยากปานกลาง (moderate difficulty level) จากนั้นจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการตอบข้อสอบของผู้สอบในขั้นแรก (first stage) ลำดับถัดไปชุดของข้อสอบจะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับกระบวนการทดสอบในขั้นที่สอง (second stage) โดยชุดข้อสอบที่ถูกจัดขึ้นใหม่จะมีความเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบในขั้นแรก เมื่อผู้สอบทำข้อสอบในขั้นที่สองเสร็จเรียบร้อย จะทำการประมาณค่าความสามารถจากผลการตอบข้อสอบในขั้นที่สอง และชุดข้อสอบในขั้นถัดไปจะถูกสร้างขึ้นตามระดับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าในขั้นที่สอง กระบวนการจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งสิ้นสุดตามเกณฑ์ยุติที่กำหนดไว้ หลังจากทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นทั้งหมด จะมีการให้คะแนนผู้สอบจากข้อมูลผลการตอบข้อสอบทั้งหมด สำหรับกระบวนการสร้างชุดข้อสอบหลังจากผู้เข้ารับการทดสอบทำข้อสอบเสร็จแต่ละชุดจะใช้ขั้นตอนทางคอมพิวเตอร์ (computer algorithm) ในการจัดชุดข้อสอบใหม่ ซึ่งจะมีการควบคุมเงื่อนไขในการทดสอบต่างๆ เช่น การควบคุมความครอบคลุมของเนื้อหา (content coverage) อัตราการเปิดเผยข้อสอบ (exposure rates) และคุณสมบัติอื่นๆ ของกระบวนการในการเลือกข้อสอบ เป็นต้น

ตารางที่ 1 ข้อเปรียบเทียบเชิงทฤษฎีของการทดสอบแบบ CAT MST และ OMST

เงื่อนไข	CAT	MST	OMST
1. การประมาณค่าความสามารถ	ประมาณค่าความสามารถจากข้อสอบเพียงข้อเดียว ส่วนใหญ่ใช้วิธี maximizing the fisher information (MFI) ทำให้เกิดการประมาณค่าเกินจริงหรือต่ำกว่าจริง (over & under estimate) หากผู้สอบบังเอิญเดาข้อสอบข้อแรกถูกหรือพลาดทำข้อสอบข้อแรกผิด	ใช้การประมาณค่าจากชุดของข้อสอบในขั้นตอนเริ่มต้น (initial stage) ทำให้ไม่เกิดการประมาณค่าเกินจริงหรือต่ำกว่าจริง	ใช้การประมาณค่าจากชุดของข้อสอบในขั้นตอนเริ่มต้น (initial stage) ทำให้ไม่เกิดการประมาณค่าเกินจริงหรือต่ำกว่าจริง
2. การแก้ไขการตอบข้อสอบ	ไม่อนุญาตให้ผู้สอบกลับไปแก้ไขข้อสอบที่ทำผ่านมาแล้ว	ผู้สอบสามารถแก้ไขข้อสอบในขั้นที่กำลังดำเนินการได้ ทำให้ลดภาวะความเครียด แต่ไม่สามารถกลับไปแก้ไขในขั้นก่อนหน้าได้	ผู้สอบสามารถแก้ไขข้อสอบในขั้นที่กำลังดำเนินการได้ ทำให้ลดภาวะความเครียด แต่ไม่สามารถกลับไปแก้ไขในขั้นก่อนหน้าได้
3. การควบคุมคุณภาพ	ควบคุมการจัดการแบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความรวดเร็วและสะดวก ทั้งการควบคุมเงื่อนไขในการเลือกชุดข้อสอบ ขั้นตอนการทดแทนข้อสอบ และขั้นตอนการควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบ	ควบคุมการจัดการแบบสอบด้วยคน หากข้อสอบจำนวนมากอาจเกิดความคลาดเคลื่อน	ควบคุมการจัดการแบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความรวดเร็วและสะดวก ทั้งการควบคุมเงื่อนไขในการเลือกชุดข้อสอบ ขั้นตอนการทดแทนข้อสอบ และขั้นตอนการควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบ

ตารางที่ 2 ข้อเปรียบเทียบเชิงปฏิบัติของการทดสอบแบบ CAT MST และ OMST

เงื่อนไข	CAT	MST	OMST
1. เริ่มต้นการทดสอบ	ใช้ข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางเพียง 1 ข้อ เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ	ใช้ชุดข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง ผู้สอบต้องทำข้อสอบทั้งชุด หลังจากนั้นจึงประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ	ใช้ชุดข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง ผู้สอบต้องทำข้อสอบทั้งชุด หลังจากนั้นจึงประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ

เงื่อนไข	CAT	MST	OMST
2. การเลือกข้อสอบ	เลือกข้อถัดไปจากค่าความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าในข้อแรก หากทำข้อสอบข้อแรกถูก ข้อถัดไปจะมีค่าความยากสูงขึ้น แต่หากทำผิดข้อถัดไปจะมีค่าความยากที่ลดลง	เลือกชุดข้อสอบในขั้นถัดไปโดยดูจากค่าความสามารถในขั้นแรก (initial stage) โดยเลือกชุดที่มีความยาก ใกล้เคียงกับผู้สอบ หากผู้สอบมีความสามารถต่ำจะเลือกชุดข้อสอบที่ง่ายลง หากผู้สอบมีความสามารถสูงจะเลือกชุดข้อสอบที่ยากขึ้น	เลือกชุดข้อสอบในขั้นถัดไปโดยดูจากค่าความสามารถในขั้นแรก (initial stage) โดยเลือกชุดที่มีความยาก ใกล้เคียงกับผู้สอบ หากผู้สอบมีความสามารถต่ำจะเลือกชุดข้อสอบที่ง่ายลง หากผู้สอบมีความสามารถสูงจะเลือกชุดข้อสอบที่ยากขึ้น
3. การเตรียมข้อสอบในขั้นถัดไป	มีการจัดเตรียมข้อสอบไว้ล่วงหน้าในคลังข้อสอบโดยแบ่งตามความยากง่าย เมื่อประมาณค่าความสามารถเรียบร้อย สามารถดึงได้จากคลังทันที	มีการจัดเตรียมชุดข้อสอบไว้ล่วงหน้า โดยแบ่งข้อสอบออกเป็นชุด (panel) และโมดูล (module) ในแต่ละโมดูลจะแบ่งตามความยาก ง่าย เมื่อประมาณค่าความสามารถเรียบร้อย สามารถดึงชุดข้อสอบได้จากคลังทันที	ไม่มีการจัดเตรียมชุดข้อสอบไว้ล่วงหน้า เมื่อประมาณค่าความสามารถผู้สอบจากขั้นแรกแล้ว จะมีการจัดชุดข้อสอบขึ้นตามความยากง่ายเพื่อให้ตรงกับความสามารถของผู้สอบ โดยกระบวนการจัดข้อสอบจะทำขึ้นใหม่ทันที (on the fly) โดยใช้ขั้นตอนทางคอมพิวเตอร์ (computer algorithm) โดยมีการควบคุมความครอบคลุมของเนื้อหาและอัตราการเปิดเผยข้อสอบและคุณสมบัติอื่นๆ ในการเลือกข้อสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาของ Zheng and Chang (2015) ได้ทำการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) ซึ่งเป็นต้นแบบขึ้น และนำมาเปรียบเทียบคุณภาพกับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAT) การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (MST) ในการศึกษาเป็นการจำลองข้อมูลโดยการเปรียบเทียบ 3 เงื่อนไข ได้แก่ 1) วิธีการในการเลือกข้อสอบด้วยวิธีการโปรแกรม 0-1 (0-1

programming) และวิธีการเลือกข้อสอบแบบฮิวริสติค (heuristic) 2) การควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบด้วยวิธีซิมสันเฮตเตอร์ (sympson–hetter: SH) และวิธีมัลติโนเมียล ซิมสันเฮตเตอร์ (multinomial sympson–hetter: MSH) และ 3) การจัดการคลังข้อสอบด้วยวิธีการแบ่งชั้น (stratified) และไม่แบ่งชั้น (non-stratified)

จากการศึกษามีประเด็นที่น่าสนใจคือเมื่อทำการเปรียบเทียบการทดสอบแบบ OMST และ CAT ด้วยวิธีการเลือกข้อสอบแบบฮิวริสติกด้วยดัชนีค่าก่อนหน้าสูงสุด (maximum priority index: MPI) พบว่าการทดสอบแบบ OMST สามารถประมาณค่าได้แม่นยำกว่าการทดสอบแบบ CAT แต่เนื่องจากการศึกษาเป็นการจำลองข้อมูล ดังนั้นในการนำมาใช้กับการทดสอบจริงอาจต้องมีการควบคุมเงื่อนไขเช่นเดียวกับการจำลองข้อมูล และข้อสังเกตจากการศึกษามีสองประเด็นใหญ่ ได้แก่ 1) เงื่อนไขทั้งหมดของการทดสอบแบบ OMST และการทดสอบแบบ CAT มีจำนวนความเอนเอียง (bias) ค่อนข้างคล้ายกัน ในขณะที่ MST จะมีความเอนเอียงที่มากกว่าการทดสอบแบบ OMST 2) วิธีการควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบด้วยวิธี SH มีประสิทธิภาพกว่าวิธี MSH (Zheng, & Chang, 2014) ซึ่งกระบวนการในการทดสอบแบบ OMST ประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

- การเลือกข้อสอบ (item selection)

- สำหรับแบบทดสอบที่มีการควบคุมเงื่อนไขทางสถิติ (tests without nonstatistical constraints) หากแบบทดสอบมีการควบคุมเงื่อนไขทางสถิติ เช่น ความครอบคลุมของเนื้อหา กระบวนการเลือกข้อสอบในการทดสอบแบบ CAT สามารถนำมาใช้กับการทดสอบแบบ OMST ได้เช่นเดียวกันโดยใช้วิธีสารสนเทศของฟิชเชอร์สูงสุด (maximum fisher information) ด้วยดัชนี MPI ซึ่งในแต่ละขั้น (stage) จะทำการเลือกชุดของข้อสอบมาหนึ่งชุดที่มีสารสนเทศสูงสุดภายหลังการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ในด้านความแตกต่างของการทดสอบแบบ OMST กับการทดสอบแบบ CAT คือ ในการปรับเหมาะของการทดสอบแบบ CAT จะปรับข้อสอบในระดับข้อ แต่การทดสอบแบบ OMST จะปรับข้อสอบในระดับขั้น (stage) สำหรับรายละเอียดของดัชนี MPI มีดังนี้

กำหนดให้เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเงื่อนไขแทนด้วยสัญลักษณ์ C โดยที่เมทริกซ์ I x K ที่มีเมทริกซ์ $C_{ik}=1$ บ่งชี้ว่าเงื่อนไข k มีความสัมพันธ์กับข้อสอบ i และ $C_{ik}=0$ บ่งชี้ว่าเงื่อนไข k ไม่มีความสัมพันธ์กับข้อสอบ i เงื่อนไขแต่ละเงื่อนไขจะมีความสัมพันธ์กับค่าถ่วงน้ำหนัก w_k โดยดัชนีสำหรับข้อสอบ i สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PI_i = I_i(\hat{\theta}) \prod_{k=1}^{K} (w_k f_k)^{c_{ik}}$$

โดยที่ $I_i(\hat{\theta})$ คือค่าสารสนเทศของฟิชเชอร์ของข้อสอบข้อที่ i ที่ได้จากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบที่ระดับ θ และ f_k ใช้ในการวัดสเกลที่เหลือตามโควต้าของเงื่อนไข k ในการทดสอบใช้ขีดจำกัดล่าง (lower bound) เท่านั้นสำหรับเงื่อนไขในแต่ละคุณลักษณะ หากขีดจำกัดล่างของเงื่อนไข k ไม่เป็นไปตามเงื่อนจะได้ค่าดังนี้

$$f_k = \frac{l_k - x_k}{l_k}$$

โดยที่ l_k เป็นค่าขีดจำกัดล่างของเงื่อนไข k และ x_k เป็นจำนวนของข้อสอบที่ถูกเลือกซึ่งมีความสอดคล้องกับเงื่อนไข และเมื่อขีดจำกัดล่างเป็นไปตามเงื่อนไข ค่า f_k จะมีค่าเป็น 1

- สำหรับแบบทดสอบที่ไม่มีเงื่อนไขทางสถิติ (tests with nonstatistical constrains) หากแบบทดสอบไม่มีการควบคุมเงื่อนไขทางสถิติในการทดสอบแบบ OMST สามารถรวมแนวคิด 2 วิธีเข้าด้วยกันเพื่อให้ชุดข้อสอบในแต่ละขั้นมีความเหมาะสมกับความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าจากผลการตอบข้อสอบก่อนหน้าและยังคงทำตามเงื่อนไขที่กำหนดได้พร้อมกัน โดยแนวคิดดังกล่าวได้แก่ แนวคิดของการเลือกข้อสอบที่มีการควบคุมตามเงื่อนไข (constraint-controlled item selection methods) และแนวคิดการแทนที่ด้วยข้อสอบ (item replacement step) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แนวคิดของการเลือกข้อสอบที่มีการควบคุมตามเงื่อนไข (constraint-controlled item selection methods) มีการพัฒนาในการทดสอบแบบ CAT ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้กับการทดสอบแบบ OMST โดยในการจัดการข้อสอบในแต่ละขั้นของการทดสอบแบบ OMST จะทำการเลือกชุดของข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้โดยทำการควบคุมเงื่อนไขในการเลือกข้อสอบ และดำเนินการจัดการชุดข้อสอบให้เป็นไปตามเงื่อนไข สำหรับวิธีการเลือกข้อสอบที่มีการควบคุมเงื่อนไขที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ วิธีการโปรแกรม 0-1 (0-1 programming approach) และวิธีฮิวริสติค (heuristic approach)

วิธีการโปรแกรม 0-1 จะดำเนินการสร้างข้อสอบให้ครบในทุกเงื่อนไขแต่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการแก้ไขปัญหาของซอร์ฟแวร์ และอาจเกิดปัญหาเมื่อคลังข้อสอบมีจำนวนไม่เพียงพอตามเงื่อนไข วิธีการโปรแกรม 0-1 ถูกออกแบบมาสำหรับการจัดการชุดข้อสอบ

แบบระบุจำนวนข้อสอบที่แน่ชัด (fixed test forms) สำหรับวิธีฮิวริสติคไม่เหมือนกับวิธีการโปรแกรม 0-1 ซึ่งไม่สามารถยืนยันได้ว่าในการทดสอบจะเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แต่การทำงานจะเร็วกว่าวิธีการโปรแกรม 0-1

2) แนวคิดการแทนที่ด้วยข้อสอบ (item replacement step) จากวิธีการเลือกข้อสอบที่มีการควบคุมเงื่อนไขจะทำให้ในแต่ละขั้นตอน (stage) มีการละเมิดเงื่อนไขอยู่บ้าง แต่หากต้องการกำหนดเงื่อนไขอย่างเข้มงวด วิธีการเลือกข้อสอบที่มีการควบคุมตามเงื่อนไขอาจไม่สามารถเป็นไปตามเงื่อนไขได้ทั้งหมด ดังนั้นขั้นตอนการแทนที่ข้อสอบจึงถูกนำมาใช้ทดแทนหลังจากการเลือกข้อสอบขั้นแรกเสร็จสิ้น

หลังจากชุดของข้อสอบถูกเลือกขึ้นมาเพื่อใช้ในขั้นถัดไปด้วยวิธีการเลือกข้อสอบโดยการควบคุมตามเงื่อนไข จะมีการตรวจสอบว่าข้อสอบเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไข ข้อสอบจากชุดของข้อสอบที่ใช้สำหรับแทนที่จะถูกนำไปแทนที่ข้อสอบที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข ข้อสอบที่ใช้สำหรับแทนที่จะถูกเลือกโดยอยู่บนพื้นฐานของสารสนเทศที่ช่วยทำให้เกิดความแม่นยำในการวัดมากยิ่งขึ้น หลังจากเงื่อนไขต่างๆ ได้รับการแก้ไข ชุดของข้อสอบจะถูกนำไปใช้กับผู้เข้ารับการทดสอบในขั้นถัดไป

- การควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบ (exposure control)

ในการควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบสามารถควบคุมได้ด้วยกระบวนการอัตโนมัติเหมือนกับการทดสอบแบบ CAT โดยเราสามารถป้องกันข้อสอบที่ถูกนำมาใช้บ่อย (over-exposed) จากกรณีที่มีการเปิดเผยและมีการแบ่งปันข้อสอบกับผู้สอบอื่น ซึ่งได้มีการพัฒนาวิธีซิมสันเฮตเตอร์ (sympson-hetter: SH) และวิธีมัลติโนเมียล ซิมสันเฮตเตอร์ (multinomial sympson-hetter: MSH) วิธี SH จะมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี MSH ในการควบคุมอัตราการเปิดเผยสูงสุด (maximum exposure rate) และเมื่อมีการจับคู่ระหว่างวิธีการโปรแกรม 0-1 พบว่า วิธี SH ใช้ระยะเวลาในการคำนวณที่นานกว่าวิธี MSH ดังนั้นวิธี MSH จึงได้รับการแนะนำมากกว่าเมื่อนำมาใช้กับวิธีการโปรแกรม 0-1 และวิธี SH ได้รับการแนะนำเมื่อนำมาใช้กับวิธีฮิวริสติค สำหรับการลดจำนวนข้อสอบที่อาจถูกนำมาใช้บ่อยได้มีการแนะนำให้ใช้วิธีการแบ่งชั้นคลังข้อสอบ (item bank stratification) ร่วมด้วย

- การแบ่งชั้นคลังข้อสอบ (item bank stratification)

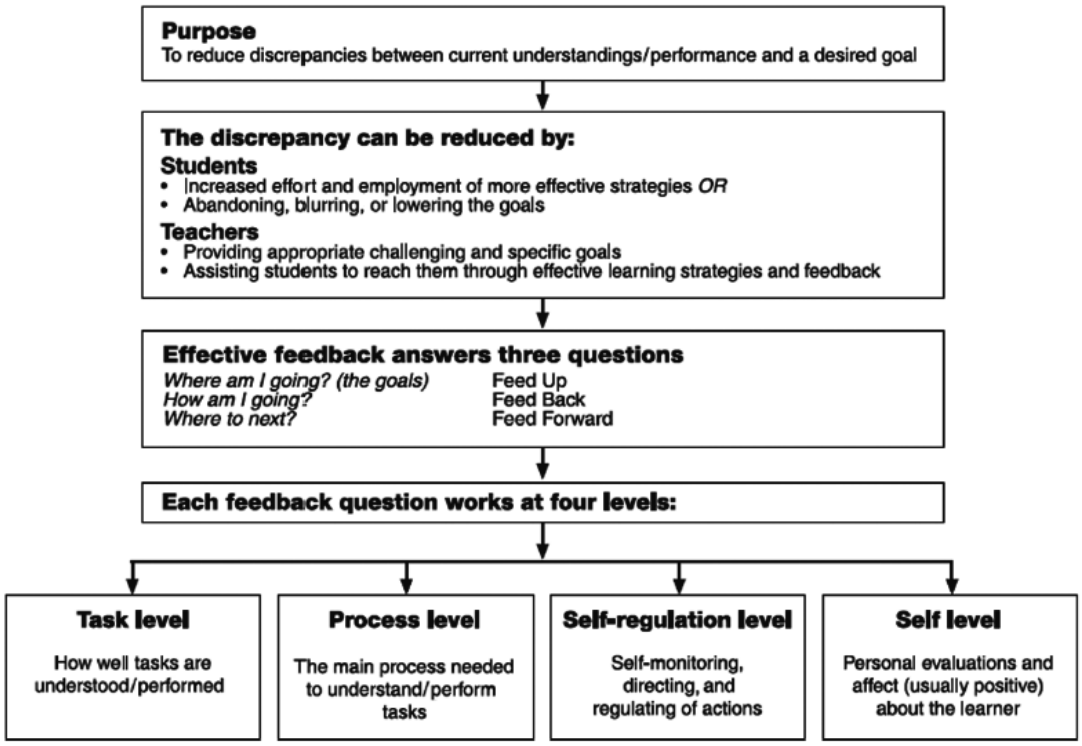
ในกลยุทธ์การแบ่งชั้นคลังข้อสอบถูกออกแบบเพื่อลดการใช้ข้อสอบข้อเดิมที่เคยถูกนำมาใช้ในแบบทดสอบแล้วจากคลังข้อสอบ ซึ่งในการประเมินการแบ่งชั้นคลังข้อสอบใช้การประเมินจากจำนวนข้อสอบที่ไม่ถูกนำมาใช้ จากการศึกษาพบว่าคลังข้อสอบที่มีการแบ่งชั้นจะช่วย

ลดจำนวนข้อสอบที่ไม่ถูกนำมาใช้ในขณะที่ยังสามารถรักษาระดับความถูกต้องในการวัดได้เป็นอย่างดีทั้งในการทดสอบแบบ CAT และการทดสอบแบบ OMST (Zheng, & Chang, 2014)

การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนซึ่งใช้วิธีการจัดชุดข้อสอบไว้ล่วงหน้าโดยบุคคล ดังนั้นอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ด้วยเหตุนี้วิธีออนเดอะฟลายจึงสามารถช่วยลดความผิดพลาดดังกล่าวเพราะเป็นการจัดชุดข้อสอบภายหลังการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ในปี 2013 ได้มีการพัฒนาวิธีการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนแบบใหม่ขึ้นซึ่งเรียกว่าการทดสอบแบบหลายขั้นตอนโดยการจัดรูปโค้งสารสนเทศ (multistage test by shaping) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าวิธีการใหม่นี้มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบดั้งเดิม (CAT) และผู้สอบยังสามารถกลับไปแก้ไขคำตอบได้เหมือนการทดสอบแบบหลายขั้นตอน (MST) (Han & Guo, 2013) ต่อมาได้มีการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายขึ้น (OMST) ซึ่งในการศึกษาใช้การจำลองข้อมูลโดยมีหลักการคล้ายกับการทดสอบแบบหลายขั้นตอนด้วยการจัดรูปโค้งสารสนเทศ จากผลการศึกษาเงื่อนไขของวิธีการทดสอบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นกับวิธีการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม พบว่าการทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิม (Zheng, & Chang, 2014) ซึ่งวิธีการทดสอบแบบ OMST สามารถควบคุมคุณภาพของการจัดชุดแบบทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ (Chang, 2014)

ตอนที่ 4 มโนทัศน์เกี่ยวกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เป็นมโนทัศน์ของข้อมูลที่ได้รับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ครู เพื่อน หนังสือ ประสบการณ์หรือตนเอง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถหรือความเข้าใจของผู้เรียน นอกจากนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับยังเป็นองค์ประกอบหลักของการประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assessment) และเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน วัตถุประสงค์หลักของการให้ข้อมูลย้อนกลับคือการปิดช่องว่างระหว่างความสามารถในปัจจุบันของผู้เรียนกับความสามารถที่ปรารถนา (Hattie & Timperley, 2007; Ludvigsen, Krumsvik, & Furnes, 2015) โดยได้มีการพัฒนากรอบแนวคิดของการให้ข้อมูลย้อนกลับไว้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Hattie & Timperley, 2007)

วัตถุประสงค์หลักของการให้ข้อมูลย้อนกลับคือการลดความแตกต่างระหว่างความสามารถหรือความเข้าใจในปัจจุบันของผู้เรียนกับเป้าหมายที่ปรารถนา โดยใช้กลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับครูและนักเรียนซึ่งกลยุทธ์อาจทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นหรือลดลง ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพต้องตอบคำถามหลัก 3 ข้อ ได้แก่ เป้าหมายคืออะไร จะไปถึงเป้าหมายนั้นอย่างไร และควรจะทำอะไรต่อไป ซึ่งกิจกรรมที่จะทำให้สามารถตอบคำถามดังกล่าวแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับความสามารถตามหน้าที่ 2) ระดับกระบวนการ 3) ระดับการกำกับตนเอง และ 4) ระดับส่วนบุคคล (Hattie & Timperley, 2007) นอกจากนี้การสะท้อนข้อมูลย้อนกลับถือเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียน (formative feedback) เพื่อการพัฒนา ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาแนวทางเพื่อให้เกิดการพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งแนวทางแบ่งออกเป็นแนวทางที่ควรทำและแนวทางที่ควรหลีกเลี่ยงโดยมีรายละเอียดดังนี้ (Shute, 2007)

ตารางที่ 3 แนวทางที่ควรทำสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียน

เรื่อง	รายละเอียด
1. เน้นการให้ข้อมูลย้อนกลับตามภารกิจไม่ใช่ตามผู้เรียน	การให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนควรระบุแนวทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความสัมพันธ์กับภารกิจ โดยให้คำแนะนำว่าควรพัฒนาอย่างไร
2. การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ละเอียดเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้น	การให้ข้อมูลย้อนกลับควรอธิบายว่าปัญหาเกิดจากอะไร (what) อย่างไร (how) และ/หรือทำไม (why) การให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงพุทธิปัญญามีประสิทธิภาพมากกว่าการพิสูจน์ยืนยันผลลัพธ์
3. การนำเสนอข้อมูลย้อนกลับอย่างละเอียดในหน่วยเรียนรู้	การให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างละเอียดในประเด็นที่เล็กอาจไม่มีประโยชน์มาก ในการนำเสนอสารสนเทศที่มากเกินไปอาจไม่ส่งผลพิเศษต่อการเรียนรู้แต่จะทำให้ผู้เรียนรับภาระเกิน (overload) การนำเสนอข้อมูลย้อนกลับเป็นลำดับขั้นจะทำให้สามารถควบคุมความผิดพลาดและให้สารสนเทศที่เพียงพอกับผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความผิดพลาดของตัวเอง
4. การระบุและทำความชัดเจนกับข้อความสำหรับข้อมูลย้อนกลับ	ถ้าข้อมูลย้อนกลับไม่ได้ถูกกำหนดไว้หรือไม่ชัดเจน จะทำให้ขัดขวางการเรียนรู้และสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อแท้ หากเป็นไปได้พยายามเชื่อมโยงข้อมูลย้อนกลับให้มีความชัดเจนและต้องมีการระบุเป้าหมายและประสิทธิภาพ
5. การทำข้อมูลย้อนกลับให้เป็นเรื่องง่ายเท่าที่จะทำได้แต่ไม่ง่ายเกินไป (ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความต้องการของผู้เรียนและเงื่อนไขของคำสั่ง)	ข้อมูลย้อนกลับอย่างง่ายเป็นหลักการทั่วไปขึ้นอยู่กับบทบาท หากมีบทบาทเดียวก็มีข้อมูลย้อนกลับเดียว และหากมีหลายบทบาทก็จะมีข้อมูลย้อนกลับที่ซับซ้อนขึ้น การสร้างข้อมูลย้อนกลับที่เพียงพอเท่านั้นจึงจะสามารถช่วยผู้เรียนได้แต่ต้องไม่มากเกิน การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ซับซ้อนมากเกินไปไม่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างง่าย
6. การลดความไม่แน่นอนระหว่างความสามารถและเป้าหมาย	การให้ข้อมูลย้อนกลับควรมีเป้าหมายที่ชัดเจน เพื่อนำไปสู่การลดและขจัดความไม่แน่นอนของความสัมพันธ์ที่ว่าผู้เรียนมี

เรื่อง	รายละเอียด
	สมรรถนะในการเรียนรู้ดีอย่างไรในภารกิจที่กำหนดและอะไรเป็นสิ่งที่เราต้องการทำให้บรรลุเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย
7. การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ไม่เอนเอียง ตามวัตถุประสงค์โดยการเขียนหรือให้ข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์	ข้อมูลย้อนกลับจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือจะได้รับการพิจารณามากกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบอื่น ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุที่ใช้ในการอธิบายได้ว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับทางคอมพิวเตอร์จะทำงานดีกว่าการให้ข้อมูลผ่านบุคคลโดยตรงเพื่อขจัดความลำเอียง
8. การส่งเสริมเป้าหมายและทิศทางในการเรียนรู้ผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับ	การให้ข้อมูลย้อนกลับสามารถใช้เป็นทางเลือกในการกำหนดทิศทาง โดยจากการมุ่งเน้นสมรรถนะเพื่อการมุ่งเน้นการเรียนรู้ ซึ่งสามารถเกิดจากทักษะในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ดังนั้นความผิดพลาดจะเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการในการเรียนรู้
9. การให้ข้อมูลย้อนกลับหลังจากที่ผู้เรียนมีความพยายามในการแก้ไข	ไม่อนุญาตให้ผู้เรียนเห็นคำตอบก่อนที่จะพยายามแก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง จากการศึกษาพบว่าการควบคุมกระบวนการวิจัยดังกล่าวเกิดประโยชน์ในด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งให้ผลลัพธ์ดีกว่าการไม่ควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 แนวทางที่ควรหลีกเลี่ยงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียน

เรื่อง	รายละเอียด
1. อย่าใช้การเปรียบเทียบกับกลุ่ม	การให้ข้อมูลย้อนกลับควรหลีกเลี่ยงการเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่นทั้งทางตรงและทางอ้อม
2. ระมัดระวังเกี่ยวกับการให้เกรดในภาพรวม	การให้ข้อมูลย้อนกลับควรระบุจุดแข็งและให้สารสนเทศว่าควรพัฒนาอย่างไร เหมือนการรับประกันโดยไม่ให้เพียงเกรดในภาพรวมเท่านั้น จากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับเพียงเกรดรวมไม่มีทักษะในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น แต่ผู้ที่ได้รับสารสนเทศและทราบจุดแข็งของตนมีทักษะในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมาก ดังนั้นประสิทธิภาพในการให้ข้อมูลย้อนกลับจึงมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาของคำแนะนำ

เรื่อง	รายละเอียด
3. ไม่นำเสนอข้อมูลย้อนกลับที่ทำให้ผู้เรียนหมดกำลังใจหรือเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน	การหลีกเลี่ยงประเด็นนี้ไม่ได้เป็นเพียงแค่ความรู้สึกที่คิดว่าควรจะเป็นเท่านั้น แต่ได้มีการศึกษาจากรายงานการให้ข้อมูลย้อนกลับพบว่าประเด็นที่ทำให้นักเรียนหมดกำลังใจจะเป็นสาเหตุบ่อนทำลายการเรียนรู้ของนักเรียน
4. จำกัดการยกย่องชมเชย	การยกย่องชมเชยด้วยข้อมูลย้อนกลับจะส่งผลโดยตรงต่อผู้เรียน ซึ่งบางครั้งอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนต่อผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้
5. พยายามหลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยการพูด	เมื่อการให้ข้อมูลย้อนกลับถูกส่งไปยังผู้เรียนโดยรูปแบบที่มีความเป็นกลาง เช่น การให้ข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ จะก่อให้เกิดความเอนเองที่น้อยกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับจากการพูดโดยตรง
6. ไม่ขัดขวางการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับหากผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนรู้อยู่แล้ว	การขัดขวางการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความใส่ในการเรียนพยายามแก้ไขปัญหา สามารถทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเสียระบบและเป็นการขัดขวางการเรียนรู้ของนักเรียน
7. หลีกเลี่ยงการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยการแนะนำคำตอบที่ถูกต้อง	การแนะนำจะเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน แต่บางครั้งผู้เรียนอาจนำไปใช้ในการที่ผิด ดังนั้นควรมีการพิจารณาความพร้อมในการให้ข้อมูล เช่น มีการกำหนดชนิดของการแนะนำที่เหมาะสม
8. ไม่จำกัดการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยตัวอักษรเพียงอย่างเดียว	การใช้มัลติมีเดียสามารถเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับไม่ควรกำหนดให้ใช้เพียงข้อความซึ่งเป็นตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ควรพิจารณาการนำเสนอข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบอื่นควบคู่ไปด้วยกัน
9. ลดการวิเคราะห์และการวินิจฉัยความผิดพลาด	การวิเคราะห์ความผิดพลาดและวินิจฉัยอาจไม่ให้ประโยชน์ที่เพียงพอต่อผู้เรียน ยิ่งไปกว่านั้นการวิเคราะห์ความผิดพลาดไม่ค่อยมีความสมบูรณ์และบ่อยครั้งที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นการวิเคราะห์และการวินิจฉัยจะเป็นเพียงส่วนย่อยในการช่วยเหลือผู้เรียนเท่านั้น

มีการนำการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) มาใช้ในการพิจารณาทักษะของความเป็นผู้นำเป็นระยะเวลานาน เพื่อต้องการให้องค์กรบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ แต่ปัญหาเบื้องต้นของการให้ข้อมูลย้อนกลับคือเน้นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในอดีต ซึ่งได้เกิดขึ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว มีโอกาสน้อยมากที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต ดังนั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับยังคงมีข้อจำกัดไม่มีความเป็นพลวัตร ต่อมาได้มีการศึกษาผู้นำมากกว่าห้าพันคนโดยให้ทำการฝึกปฏิบัติ ในการฝึกปฏิบัติกำหนดให้มีบทบาทหนึ่งคือการถามเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง (feedforward) โดยให้ผู้นำให้ข้อมูลสำหรับอนาคตมากเท่าที่จะสามารถทำได้ และอีกบทบาทหนึ่งคือการรับฟังข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง โดยใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ในแต่ละบทบาท หลังจากเสร็จสิ้นการฝึกปฏิบัติได้ให้ผู้นำให้คำนิยามหนึ่งคำสำหรับประสบการณ์ที่ได้ ซึ่งคำตอบที่ได้เป็นคำตอบในเชิงบวก เช่น เยี่ยม มีพลัง เป็นประโยชน์ ซึ่งคำตอบในภาพรวมหลังจากได้รับการแนะนำและพัฒนาความคิดคือทุกคนเกิดความสนุก (Goldsmith, 2003)

เหตุผลที่ทุกคนเกิดความสนุกเพราะว่าการฝึกปฏิบัติไม่ได้ทำให้รู้สึกแย่ ไม่ทำให้หน้าแตก ไม่ทำให้รู้สึกว่าเกิดความไม่สบายใจ ซึ่งสาเหตุที่ใช้ในการอธิบายว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงสามารถนำมาใช้ได้บ่อยและมากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับปกติมีทั้งสิ้น 10 ประการดังนี้

1. เราสามารถเปลี่ยนอนาคตได้แต่เราไม่สามารถเปลี่ยนอดีตได้

2. ประโยชน์ของการช่วยแนะนำบุคคลให้ทำอนาคตให้ถูกต้องมีมากกว่าการพิสูจน์ว่าบุคคลทำอะไรผิดในอดีต

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงเป็นสิ่งที่เหมาะสมสำหรับผู้ประสบความสำเร็จ

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงสามารถมาได้จากทุกคนซึ่งรู้เกี่ยวกับภารกิจไม่ใช่เพียงผู้ใดผู้หนึ่ง

5. การข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงรายบุคคลจะไม่ให้ข้อมูลเช่นเดียวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติ

6. การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติสามารถสนับสนุนข้อมูลส่วนบุคคลแบบเหมารวมและการประเมินตนเองในทางลบ

7. คนส่วนมากไม่ชอบการรับและให้ข้อมูลย้อนกลับทางลบ

8. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงสามารถครอบคลุมเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ทั้งหมด

9. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงมีแนวโน้มที่จะรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติ

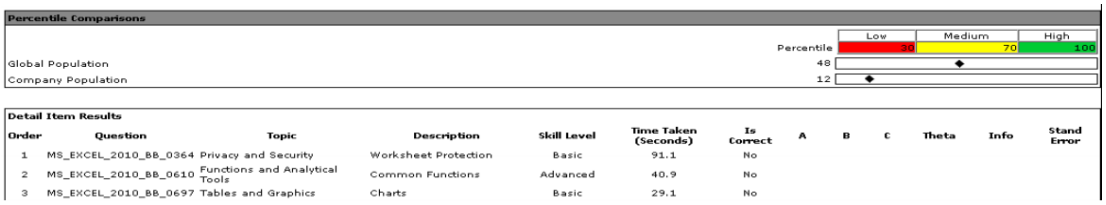
10. การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงเป็นเครื่องมีที่มีประโยชน์เพื่อนำไปใช้กับผู้จัดการ เพื่อน สมาชิกของทีม และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงไม่ได้หมายความไม่ต้องให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติ แต่เป็นการแสดงให้เห็นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงสามารถทำได้บ่อยกว่า รวมถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่มีมากกว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงทำให้การดำเนินชีวิตมีความสุขมากขึ้น (Goldsmith, 2003)

การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเรียน และเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assessment) เพื่อระบุให้เห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียนจนนำไปสู่การทำให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามศักยภาพของผู้เรียน โดยมีการศึกษานำข้อมูลย้อนกลับมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบแฟ้มสะสมงานซึ่งประกอบด้วยข้อมูลย้อนกลับ 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลย้อนกลับทั่วไป (feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง (feedforward) โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปได้แก่การให้ข้อความที่สามารถอธิบายผลงานของนักเรียนว่าถูกหรือผิดและดีหรือไม่ดีอย่างไร โดยอิงจากเกณฑ์ในการประเมิน สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง ได้แก่ การให้ข้อความซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงผลงานในอนาคต (โชติกา ภาษีผล et al., 2558)

ดังนั้นกระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งสองส่วนเมื่อนำมาใช้ร่วมกันสามารถเรียกว่าการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ (reflective feedback) ซึ่งหมายถึงผู้เรียนจะได้รับข้อมูลผลการเรียนตามความสามารถ ซึ่งจะตัดสินตามเกณฑ์ เช่น คะแนนเต็ม 100 คะแนน นักเรียนสามารถทำได้ 70 คะแนน และเมื่อทราบคะแนนแล้วก็จะนำข้อมูลมาสะท้อนกลับไปยังผู้เรียนโดยการให้คำแนะนำเพื่อการปรับปรุง เช่น คะแนนส่วนใหญ่ได้มาจากเนื้อหาส่วนใดและควรพัฒนาในส่วนใด เป็นต้น ซึ่งได้มีการนำการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมาทำการศึกษากับครูฝึกสอนซึ่งสะท้อนข้อมูลย้อนกลับไปยังครูพี่เลี้ยง จากการศึกษาพบว่าความคาดหวังหรือความต้องการของครูฝึกสอนที่ต้องการจากครูพี่เลี้ยงมีมากกว่าประสบการณ์ที่ได้รับจริงจากการฝึกสอนที่ได้จากครูพี่เลี้ยง แสดงให้เห็นว่าครูฝึกสอนได้รับการช่วยเหลือในด้านต่างๆ ไม่เพียงพอ อาจเกิดมาจากภาระงานที่มากเกินไปของครูพี่เลี้ยงหรือครูพี่เลี้ยงมีความรู้ในการสอนงานไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องจัดสรรภาระงานของครูพี่เลี้ยงหรือทำการพัฒนาความรู้ของครูพี่เลี้ยงใดด้านต่างๆ ให้มีความเพียงพอในการสอนงานครูฝึกสอน (Damar, 2013) และยังมีการนำการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคลินิกของนักเรียนอีกด้วย (Wojcikowski & Brownie, 2013)

สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับได้มีการนำมาใช้กับการทดสอบแบบปรับเหมาะในการทดสอบโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เช่น การทดสอบโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซล (microsoft excel) โดยหลังจากการทดสอบจะรายงานข้อมูลผลการตอบข้อสอบ (SHL Group Limited, 2011) ดังตัวอย่างในภาพที่ 6



Percentile Comparisons

	Percentile	Low	Medium	High
		30	70	100
Global Population	48		◆	
Company Population	12	◆		

Detail Item Results

Order	Question	Topic	Description	Skill Level	Time Taken (Seconds)	Is Correct	A	B	C	Theta	Info	Stand Error
1	MS_EXCEL_2010_BB_0364	Privacy and Security	Worksheet Protection	Basic	91.1	No						
2	MS_EXCEL_2010_BB_0610	Functions and Analytical Tools	Common Functions	Advanced	40.9	No						
3	MS_EXCEL_2010_BB_0697	Tables and Graphics	Charts	Basic	29.1	No						

ภาพที่ 6 ตัวอย่างรายงานข้อมูลย้อนกลับจากการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

โดยปกติรายการจากการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติ ไม่เคยมีการนำการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง ดังนั้นในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้นำการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติ (feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง (feedforward) มาใช้ร่วมกันซึ่งจะเรียกว่าการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ (reflective feedback) โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติจะมีการรายงานผลคะแนนตามเนื้อหาที่ผู้สอบตอบข้อสอบ ซึ่งระบุว่าผู้สอบใช้เวลาในการทดสอบจำนวนเท่าไร ทำข้อสอบในส่วนใดผิด ส่วนใดถูก และส่วนที่ทำถูกและผิดอยู่ในเนื้อหาส่วนในซึ่งเป็นส่วนของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติหลังจากการทดสอบเสร็จสิ้น หลังจากนั้นจะให้ข้อมูลอีกหนึ่งส่วนคือให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง

การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง (feedforward) สำหรับทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีระดับ IT Passport จะให้ข้อมูลเพื่อแนะนำการประกอบอาชีพในอนาคตโดยอิงตามมาตรฐานของ Information-Technology Promotion Agency ซึ่งได้แบ่งมาตรฐานความเชี่ยวชาญในการประกอบอาชีพด้านไอทีระดับ IP ออกเป็น 5 สาขาอาชีพ ได้แก่

1) นักกลยุทธ์ (strategist)

บทบาทของนักกลยุทธ์ คือ การกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานที่มีประโยชน์กับการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งด้านการปฏิรูป การสร้างความชำนาญ และการใช้งานให้เหมาะสมกับกลยุทธ์ความร่วมมือทางธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ต้องการความร่วมมือ เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ระบบแบบฝังตัว (embedded system product) ซึ่งมีการกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าผ่านประโยชน์ของซอฟต์แวร์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์

2) ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเทคนิค (technical specialist)

บทบาทของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเทคนิค คือ การกำหนดเทคนิคที่ก่อให้เกิดประโยชน์กับระบบเครือข่าย (networks) ฐานข้อมูล (databases) หรือ ระบบแบบฝังตัว (embedded system) เพื่อนำไปสร้างเป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบที่เหมาะสมพร้อมทั้งยังสนับสนุนการด้านออกแบบการสร้าง และการผลิตของแอพพลิเคชันและระบบแบบฝังตัว

3) นักสถาปัตยกรรมระบบ (system architect)

บทบาทของนักสถาปัตยกรรมระบบ คือ ตอบสนองต่อข้อเสนอด้านกลยุทธ์พื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศจากนักกลยุทธ์ (strategist) ด้วยการจัดการความต้องการอย่างเป็นระบบโดยการสร้างวิธีการพร้อมทั้งออกแบบระบบและแอพพลิเคชั่นให้เป็นไปตามความต้องการเช่นเดียวกับการกำหนดความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระบบแบบฝังตัว (embedded system) และดำเนินการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ

4) ผู้จัดการโครงการ (project manager)

บทบาทของผู้จัดการโครงการ คือ ทำหน้าที่สนับสนุนโครงการในการพัฒนาระบบ สร้างแผนงานโครงการ จัดสรรทรัพยากรและบุคลากร และรับผิดชอบต่องบประมาณ ระยะเวลาในการขนส่ง และความต้องการเชิงคุณภาพ

5) ผู้จัดการงานบริการ(service manager)

บทบาทของผู้จัดการการบริการ คือ สร้างระบบและผลผลิตเพื่อก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการดำเนินงาน และทำหน้าที่ลดการสูญเสียในสถานการณ์ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายเพื่อให้การจัดการมีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น การให้ความปลอดภัยและการบริการที่มีความน่าเชื่อถือสูง

สำหรับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงจะดำเนินการรายงานพร้อมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบปกติ ซึ่งก่อนออกผลรายงานจะทำการตรวจสอบผลคะแนนจากการทดสอบก่อน หากไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานวิชาชีพ กล่าวคือผลรวมคะแนนทุกด้านต้องมากกว่าร้อยละ 60 และแต่ละด้านต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 หากคะแนนของผู้เข้ารับการทดสอบต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าวจะไม่มีการออกรายงานการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง จะมีการรายงานเพียงข้อมูลย้อนกลับแบบปกติคือคะแนนจากผลการตอบเท่านั้น หากผู้เข้ารับการทดสอบผ่านเกณฑ์ตามเงื่อนไขจะมีการรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบปกติและข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงร่วมกัน โดยรายงานผลข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงจะมีการเสนอแนะอาชีพที่มีความ

เหมาะสมกับผู้เข้ารับการทดสอบ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการประกอบอาชีพทางด้านไอทีให้มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง

ตอนที่ 5 มโนทัศน์เกี่ยวกับการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทกับการดำเนินชีวิตประจำวัน และขยายวงกว้างไปยังภาคธุรกิจและภาคการศึกษา แม้เทคโนโลยีจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่ยังพบว่าบุคลากรด้านไอทียังขาดแคลนอยู่อีกเป็นจำนวนมาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยสถาบันวิทยาการ สวทช. (NSTDA Academy) จึงได้ร่วมมือกับกลุ่มภาคี 7 ประเทศ ญี่ปุ่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม เมียนมา มองโกเลีย และประเทศไทย ภายใต้ชื่อ Information Technology Professionals Examination Council: ITPEC โดยร่วมกันจัดสอบเพื่อวัดระดับความรู้และทักษะพื้นฐานด้านไอทีแบบไม่อิงผลิตภัณฑ์ การสอบนี้เหมาะสำหรับผู้ประกอบอาชีพด้านไอที นักวิเคราะห์ และนักวิชาการทุกสาขา รวมถึงผู้ที่สนใจสอบเทียบความรู้ด้านไอทีของตนเอง ITPE เป็นอีกแนวทางการดำเนินงานหนึ่งในการปรับใช้ เป็นเกณฑ์ประเมินสมรรถนะด้านไอที (IT competencies) สำหรับบุคลากรที่ทำงานสายงาน (IT) และไม่ทำงานสายงาน (Non-IT) รวมทั้งใช้ประกอบการสรรหา คัดเลือก เลื่อนขั้น ปรับตำแหน่ง ของบุคลากร และยังใช้เป็นเครื่องมือในการเติมเต็มช่องว่าง (gap filling) ในการพัฒนาบุคลากรไอที ซึ่งมาตรฐานข้อสอบ ITPE สามารถวัดทักษะของบุคลากรทางด้านไอทีได้ครอบคลุมในหลากหลายมิติ ได้แก่ ด้านกลยุทธ์ ด้านการบริหารจัดการ และด้านเทคโนโลยี นอกจากนี้ผลการทดสอบยังสามารถนำมาช่วยในการวางแผนเพื่อเพิ่มศักยภาพของบุคลากรด้านไอทีขององค์กรให้มีความเหมาะสม หากบุคลากรมีจุดอ่อนในมิติใด จะสามารถมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาในมิตินั้นได้ตรงตามความต้องการ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2558)

เนื้อหาในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีระดับ IT Passport (IP) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ด้านกลยุทธ์ (strategy) ด้านการจัดการ (management) และด้านเทคโนโลยี (technology) ซึ่งเนื้อหาแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้ (Information-Technology Promotion Agency Japan, 2010)

ด้านกลยุทธ์ (strategy)

- เนื้อหาด้านกลยุทธ์จะประกอบไปด้วยคำศัพท์เบื้องต้นและแนวคิดที่จำเป็นที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการคำนวณทางคอมพิวเตอร์และกิจกรรมที่ร่วมกันต่างๆ รวมถึงแนวคิดในการอธิบายหลักสูตรสารสนเทศผ่านการศึกษาทางเลือก เช่น ในหนังสือพิมพ์ทั่วไป หนังสือ และ

แมกกาซีน นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้เบื้องต้นของวิธีการสำหรับการแก้ปัญหาและวิเคราะห์งานด้วยตนเอง และความรู้เบื้องต้นสำหรับประโยชน์ของเครื่องมือในสำนักงานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ไขปัญหา

ด้านการจัดการ (management)

- เนื้อหาด้านการจัดการประกอบด้วยคำศัพท์เบื้องต้นและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบและกระบวนการจัดการโครงการ โดยไม่รวมถึงศัพท์เฉพาะและแนวคิดขั้นสูง โดยเนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางธุรกิจ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ เครือข่าย และเครื่องมือที่เกี่ยวกับสำนักงาน

ด้านเทคโนโลยี (technology)

- เนื้อหาด้านเทคโนโลยีประกอบด้วยคำศัพท์เบื้องต้น แนวคิด และตรรกะผ่านกระบวนการ โดยเนื้อหาจะไม่รวมเทคนิคพิเศษขั้นสูง นอกจากนี้เนื้อหายังเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานสำหรับการใช้งานระบบให้เกิดความสะดวกและปลอดภัย

ตารางที่ 5 เนื้อหาในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีระดับ IP

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
กลยุทธ์ (Strategy)	1	กิจการองค์กรและกฎหมาย (corporate and legal affairs)	1	กิจกรรมองค์กร (corporates activities)	- แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับกิจกรรมองค์กรและการจัดการธุรกิจ - เทคนิคสำหรับการวิเคราะห์เครื่องมือทางธุรกิจและการแก้ไขปัญหาที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย แนวคิด PDCA และการวางแผนเชิงปฏิบัติการโดยการใช้เทคนิค เช่น แผนภูมิพาเรโต (pareto chart) - การใช้สัญลักษณ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเครื่องมือทางธุรกิจเช่น ผังการไหลของงาน (work flow) - แนวคิดเบื้องต้นทางการเงินและบัญชี เช่น งบการเงิน (financial

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
					statement) และจุดคุ้มทุน (break-even points)
			2	กิจการด้านกฎหมาย (legal affairs)	- กฎหมายเกี่ยวกับสถานที่ทำงาน เช่น ลิขสิทธิ์ทรัพย์สินทางปัญญา พ.ร.บ. การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ร.บ. มาตรฐานแรงงาน - แนวคิดและคุณสมบัติของลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ เช่น ชนิดของลิขสิทธิ์และการจัดการลิขสิทธิ์ - แนวคิดของความร่วมมือตามกฎระเบียบและข้อบังคับเช่น การปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับและการกำกับดูแลกิจการ - ความสำคัญของมาตรฐาน
	2	กลยุทธ์ทางธุรกิจ (business strategy)	3	การจัดการกลยุทธ์ทางธุรกิจ (business strategy management)	- แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์การจัดการสารสนเทศและระบบการจัดการธุรกิจ เช่น การวิเคราะห์ SWOT การจัดการข้อมูลผลิตภัณฑ์ PPM ความพึงพอใจของลูกค้า CRM และ SCM - แนวคิดเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการตลาด - เทคนิคการวิเคราะห์สารสนเทศสำหรับการวางแผนกลยุทธ์เชิงธุรกิจ - ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือสำนักงาน (ชุดโปรแกรมสำเร็จรูป) เช่น ซอฟต์แวร์การจัดการ

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
					ข้อมูลแบบตาราง (spreadsheet) ซอฟต์แวร์ฐานข้อมูล
			4	การจัดการกลยุทธ์ด้านเทคโนโลยี (technological strategy management)	- ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญและจุดประสงค์ของกลยุทธ์การพัฒาเทคโนโลยี
			5	อุตสาหกรรมทางธุรกิจ (business industry)	- คุณลักษณะของระบบโดยทั่วไปในทางธุรกิจที่มีความหลากหลายเช่น พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) ระบบ POS การ์ด IC และการประยุกต์ใช้ระบบ RFID - คุณลักษณะและแนวโน้มของอุปกรณ์เครื่องใช้ในบ้านอัจฉริยะและระบบแบบฝังตัว (embedded system)
	3	กลยุทธ์ระบบ (system strategy)	6	กลยุทธ์ระบบ (system strategy)	- ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของกลยุทธ์ระบบสารสนเทศและแนวคิดของเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ การพัฒนาธุรกิจ และการแก้ไขปัญหา - แนวคิดของโมเดลโดยทั่วไปในโมเดลเชิงธุกิจ - ประสิทธิภาพจากการใช้เครื่องมือสำหรับการใช้งานเป็นกลุ่ม (groupware)ในการสื่อสารและเป็นเครื่องมือสำหรับสำนักงาน

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
					- จุดประสงค์และแนวคิดการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการดำเนินงานจากการใช้คอมพิวเตอร์และเครือข่าย - แนวคิดและวิธีการสำหรับการบริการทั่วไป - ความสำคัญและจุดประสงค์ของโปรโมชั่นและกิจกรรมการประเมินประโยชน์ที่ได้จากระบบ
			7	การวางแผนระบบ (system planning)	- จุดประสงค์ของการวางแผนทางคอมพิวเตอร์ - จุดประสงค์ของคำจำกัดความตามความต้องการในเชิงปฏิบัติซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ในสถานะปัจจุบัน - ผังการไหลเบื้องต้นของการจัดซื้อ เช่น การประมาณค่า RFPs และคำขอจัดซื้อ
การจัดการ (management)	4	เทคโนโลยีการพัฒนา (development technology)	8	เทคโนโลยีการพัฒนาระบบ (system development technology)	- ผังการไหลเบื้องต้นของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น นิยามของความต้องการ การออกแบบระบบ การโปรแกรม การทดสอบ และการดูแลรักษาซอร์ฟแวร์ - แนวคิดของการประมาณค่าในการพัฒนาซอฟต์แวร์
			9	เทคนิคการจัดการในการพัฒนาซอร์ฟแวร์	- ความสำคัญและจุดประสงค์ของวิธีการพัฒนาโดยทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
				(software development management techniques)	
	5	การจัดการโครงการ (project management)	10	การจัดการโครงการ (project management)	- ความสำคัญ วัตถุประสงค์ แนวคิด กระบวนการ และวิธีการของการจัดการโครงการ
	6	การจัดการบริการ (service management)	11	การจัดการบริการ (service management)	- ความสำคัญ วัตถุประสงค์ และแนวคิดของการจัดการบริการด้านไอที - ความเข้าใจของงานที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น โปรแกรมช่วยเหลือในการทำงาน (help desk) - แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาสิ่งแวดล้อมของระบบ เช่น คอมพิวเตอร์และเครือข่าย
			12	การตรวจสอบระบบ (system audit)	- ความสำคัญ วัตถุประสงค์ แนวคิด และเป้าหมายของการตรวจสอบระบบ - ผังการไหลของการตรวจสอบระบบ เช่น การวางแผน การสืบสวน และการรายงานผล - ความสำคัญ วัตถุประสงค์ และแนวคิดของการควบคุมภายในและธรรมภิบาลด้านไอที

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
เทคโนโลยี (technology)	7	ทฤษฎีพื้นฐาน (basic theory)	13	ทฤษฎีพื้นฐาน (basic theory)	- แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับเลขฐาน รวมถึงคุณสมบัติและเครื่องหมายของเลขฐานสอง - แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับเซต เช่น แผนภาพเวนไดอะแกรม (Venn diagrams) ความน่าจะเป็นและสถิติ - แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับเนื้อหาด้านสารสนเทศ เช่น บิต ไบท์ และการแปลงข้อมูล
			14	ขั้นตอนและการโปรแกรม (algorithm and programming)	- แนวคิดเบื้องต้นของขั้นตอน (algorithm) และโครงสร้างข้อมูล รวมถึงหลักการเขียนแผนผังการไหลของข้อมูล - บทบาทของการเขียนโปรแกรม - ชนิดและการใช้งานเบื้องต้นของภาษามาร์กอัพ (markup language) เช่น HTML และ XML
	8	ระบบคอมพิวเตอร์ (computer system)	15	องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ (computer component)	- องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่พื้นฐานของคอมพิวเตอร์ - ความสามารถและกลไกพื้นฐานของกระบวนการ ชนิดและคุณลักษณะของหน่วยความจำ (memory) - ชนิดและคุณลักษณะของแหล่งเก็บข้อมูลมีเดีย - ชนิดและคุณลักษณะของอินเตอร์เฟสปัจจัยนำเข้า/ส่งออก (input/ output interface)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
			16	องค์ประกอบระบบ (system component)	- คุณลักษณะขององค์ประกอบระบบของชนิดในการประมวลผลและชนิดของการใช้งาน - คุณลักษณะของระบบลูกข่ายและแม่ข่าย (client/ server system) - คุณลักษณะของระบบเว็บ (web system) - แนวคิดของความสามารถของระบบความเที่ยงและประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์
			17	ซอร์ฟแวร์ (software)	- ความจำเป็น ฟังก์ชั่น ชนิด และคุณลักษณะของระบบปฏิบัติการ (OSs) - แนวคิดและการใช้งานฟังก์ชั่นพื้นฐานของการจัดการไฟล์ เช่น วิธีการเข้าถึงและวิธีการค้นหา และแนวคิดพื้นฐานของการสำรองข้อมูล - คุณลักษณะและการดำเนินงานพื้นฐานของชุดซอฟต์แวร์ เช่น เครื่องมือสำนักงาน (office tools) - คุณลักษณะของซอร์ฟแวร์แบบโอเพ่นซอร์ส (open source software: OSS)
			18	ฮาร์ดแวร์ (hardware)	- ชนิดและคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
					- ชนิดและคุณลักษณะของอุปกรณ์นำเข้าและส่งออก (input/ output devices)
	9	องค์ประกอบเชิงเทคนิค (technical element)	19	อินเตอร์เฟสสำหรับมนุษย์ (human interface)	- แนวคิดและคุณลักษณะของการออกแบบอินเตอร์เฟส (interface) เช่น GUI และเมนู - แนวคิดของการออกแบบเว็บ - แนวคิดของการออกแบบเพื่อการใช้งานโดยเท่าเทียม (universal design)
			20	มัลติมีเดีย (multimedia)	- ชนิดและคุณลักษณะของการเข้ารหัสเช่น JPEG MPEG และ MP3 - จุดประสงค์และคุณลักษณะของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย เช่น การจำลองแบบสภาพแวดล้อมจริง (virtual reality: VR) และคอมพิวเตอร์กราฟฟิค (computer graphics: CG) - คุณลักษณะของมีเดีย การบีบอัด (compression) และการคลายออก (decompression) ของข้อมูลสารสนเทศ
			21	ฐานข้อมูล (database)	- ความสำคัญ จุดประสงค์ และแนวคิดของระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) - แนวคิดของการวิเคราะห์และออกแบบข้อมูล และคุณลักษณะของโมเดลฐานข้อมูล - วิธีการจัดการ เช่น การส่งออกข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
					- วิธีการประมวลผลฐานข้อมูล เช่น การควบคุมแบบพิเศษและการประมวลผลในการกู้คืนข้อมูล
			22	เครือข่าย (network)	- ชนิดและองค์ประกอบของ LAN และ WAN ที่เกี่ยวข้องกับเครือข่าย และหน้าที่ของอินเตอร์เน็ตและอุปกรณ์การเชื่อมต่อ LAN - ความจำเป็นของโปรโตคอล (protocols) ในการเชื่อมต่อเครือข่าย และหน้าที่ของโปรโตคอลโดยทั่วไป - คุณลักษณะและกลไกเบื้องต้นของอินเตอร์เน็ต - คุณลักษณะของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) และการบริการอินเตอร์เน็ต (internet service) - ความเข้าใจของชนิดและคุณลักษณะของบัญชี (accounting) และอัตราการส่งข้อมูลของการบริการการสื่อสาร เช่น การสื่อสารผ่านมือถือและ IP ของโทรศัพท์
			23	ความปลอดภัย (security)	- ความปลอดภัยของข้อมูลเบื้องต้นจากมุมมองในด้านความปลอดภัย และกิจกรรมด้านความปลอดภัยในชุมชนของเครือข่าย - สินทรัพย์ด้านสารสนเทศ จุดประสงค์ของการจัดการความเสี่ยงและแนวคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการทดสอบ					ขอบเขตของเนื้อหา
เรื่อง	เนื้อหาหลัก		เนื้อหาย่อย		
					ของนโยบายความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศ - แนวคิด ชนิด และคุณลักษณะของการวัดความปลอดภัยเชิงเทคนิค เช่น การวัดไวรัสคอมพิวเตอร์ - แนวคิด ชนิด และคุณลักษณะเชิงกายภาพและการวัดความปลอดภัยจากมนุษย์ เช่น การควบคุมการเข้า/ออก และการควบคุมการเข้าถึงระบบ - ชนิดและคุณลักษณะของเทคโนโลยีการยืนยันตัวบุคคล (authentication) เช่น รหัสประจำตัว (ID) รหัสผ่าน (password) การตอบกลับ (callback) ลายเซ็นดิจิตอล (digital signature) และการยืนยันตัวบุคคลเชิงชีวภาพ (biometric authentication) - กลไกและคุณลักษณะของเทคโนโลยีการเข้ารหัส เช่น กุญแจสาธารณะและกุญแจส่วนบุคคล (public keys and private keys)

ตอนที่ 6 มโนทัศน์เกี่ยวกับการประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

ในการพัฒนาระบบสิ่งที่คัญคือการประเมินผลการใช้งานของระบบ ซึ่งมีวิธีการและแนวทางแตกต่างกันออกไป สำหรับการประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์มีการนำแนวคิดการประเมินคุณลักษณะโปรแกรมที่นิยมใช้กันเรียกว่าการประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และการประเมินจากผู้ใช้งาน (user evaluation) มาใช้

ร่วมกัน ซึ่งการประเมินจากผู้ใช้งานที่นิยมใช้คือการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) โดยในการประเมินจะอาศัยผู้เชี่ยวชาญทั้งศาสตร์ของคอมพิวเตอร์และการศึกษาเข้าด้วยกัน เนื่องจากการพัฒนาระบบจะใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการพัฒนา สำหรับด้านเนื้อหาที่นำเข้ามาใช้งานในระบบจะต้องอาศัยความเชี่ยวชาญจากผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา ซึ่งรายละเอียดในการประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์มีรายละเอียดดังนี้ (M. Lilley et al., 2004)

6.1 การประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation)

การประเมินแบบฮิวริสติคเป็นวิธีการค้นหาปัญหาจากการใช้งานในการออกแบบหน้าจอระบบ (user interface) โดยมีชุดของนักประเมินจำนวนหนึ่งในการตรวจสอบหน้าจอระบบและตัดสินเพื่อยอมรับว่าหน้าจอสามารถใช้งานได้โดยทั่วไป พร้อมให้ความคิดเห็นว่าหน้าจอส่วนใดที่ดีและส่วนใดควรต้องปรับปรุง (Nielsen, 1992; Nielsen & Molich, 1990) การประเมินแบบฮิวริสติคเป็นวิธีการที่เร็วที่สุด ประหยัด และเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการระบุปัญหาของการใช้งานโดยการประเมินจะใช้กับระบบจริงหรือระบบต้นแบบ (prototype) ซึ่งควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ (expert) ในการประเมินผู้เชี่ยวชาญจะใช้รายการตรวจสอบตามรายการประเมินแบบฮิวริสติค ซึ่งโดยธรรมชาติของการประเมินการใช้งานของหน้าจอระบบไม่สามารถทำได้โดยอัตโนมัติซึ่งคงยังต้องใช้มนุษย์ในการตรวจสอบ สำหรับรายการประเมินฮิวริสติคแบบดั้งเดิมตามแนวคิดของ Nielsen ประกอบด้วยรายการประเมินทั้งสิ้น 10 รายการโดยมีรายละเอียดดังนี้ (Chen & Macredie, 2005; Gómez, Caballero, & Sevillano, 2014)

ตารางที่ 6 รายการประเมินฮิวริสติคตามแนวคิด Nielsen and Molich (1990)

รายการประเมิน	คำอธิบาย
1. การมองเห็นสถานะของระบบ (visibility of system status)	ระบบควรจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานอยู่ตลอดเวลาว่ากำลังดำเนินการอะไรอยู่ โดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมภายในระยะเวลาที่สมเหตุสมผล
2. การจับคู่ระหว่างระบบกับโลกของความเป็นจริง (match between system and the real world)	ระบบควรพูดภาษาเดียวกับผู้ใช้งาน ด้วยคำ ประโยค และแนวคิดซึ่งผู้ใช้งานมีความคุ้นเคยมากกว่าการใช้คำศัพท์ที่เป็นของระบบ โดยให้เป็นไปตามแบบแผนของโลกความเป็นจริงซึ่งการจัดทำข้อมูลต้องมีลำดับที่เป็นธรรมชาติและมีตรรกะ

รายการประเมิน	คำอธิบาย
3. การควบคุมและความเป็นอิสระของผู้ใช้งาน (user control and freedom)	ผู้ใช้งานควรมีอิสระในการพัฒนาแนวทางในการใช้งานของตนเอง เลือกและเรียงลำดับเครื่องมือ และสามารถยกเลิกหรือทำซ้ำกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้ว มากกว่าที่จะกำหนดระบบให้ผู้ใช้งาน
4. ความคงเส้นคงวาและมาตรฐาน (consistency and standards)	ผู้ใช้งานไม่ควรสับสนกับคำพูด สถานการณ์ หรือการกระทำที่มีความแตกต่างกัน แต่มีความหมายเหมือนกัน และระบบควรมีการทำงานที่เป็นแบบแผน
5. การป้องกันความผิดพลาด (error prevention)	ข้อความแจ้งเตือนความผิดพลาดควรการออกแบบอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้งานครั้งแรก
6. ใช้การจำข้อมูลมากกว่าการเรียกคืนข้อมูล (recognition rather than recall)	การสร้างวัตถุ การกระทำ และตัวเลือกในการใช้งาน ผู้ใช้งานไม่ควรที่จะต้องจำข้อมูลจากส่วนหนึ่งเพื่อไปใช้งานอีกส่วนหนึ่ง คำสั่งในการใช้งานของระบบควรมองเห็นได้ง่ายและมีความเหมาะสม
7. ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของการใช้งาน (flexibility and efficiency of use)	อนุญาตให้ผู้ใช้งานเลือกการกระทำที่ทำบ่อยและเหมาะกับผู้ใช้งาน โดยการให้ทางเลือกซึ่งหมายถึงการเข้าถึงและการดำเนินงานสำหรับผู้ใช้งานที่มีความแตกต่างจากผู้ใช้งานปกติ (เช่น ด้านกายภาพ ความสามารถทางสมอง วัฒนธรรม ภาษา เป็นต้น)
8. รูปแบบสวยงามและเรียบง่าย (aesthetic and minimalist design)	ข้อความแจ้งเตือนไม่ควรประกอบด้วยข้อมูลที่ไม่มีความสอดคล้องหรือไม่มีความต้องการ การแจ้งเตือนที่มีความพิเศษต้องนำมาเทียบกับการแจ้งเตือนแบบปกติเพื่อดูความสอดคล้อง หากไม่มีความจำเป็นควรลดการแจ้งเตือนให้เหลือเพียงแบบปกติ
9. การช่วยเหลือผู้ใช้งานระบุตัวตน วินิจฉัย และกู้คืนจากข้อผิดพลาด (help users recognize, diagnose, and recover from errors)	ข้อความแจ้งเตือนควรมีความชัดเจนเพื่อบ่งชี้ปัญหาและการแนะนำอย่างมีโครงสร้างในการแก้ปัญหา ซึ่งควรนำเสนอในภาษาที่เรียบง่าย

รายการประเมิน	คำอธิบาย
10. การช่วยเหลือและเอกสารข้อมูลการช่วยเหลือ (help and documentation)	แม้ว่าจะเป็นข้อดีหากระบบสามารถใช้งานโดยไม่ต้องใช้คู่มือ แต่ก็อาจมีความจำเป็นที่จะต้องให้การช่วยเหลือและให้เอกสารประกอบ ทุกองค์ประกอบของสารสนเทศควรง่ายต่อการค้นหาและเน้นในส่วนเครื่องมือของผู้ใช้งานเป็นหลัก มีการจัดเรียงลำดับในการค้นหาและรายการไม่ควรยาวเกินไป

ในการศึกษาต่อมาของ Gómez et al. (2014) ได้เพิ่มเติมองค์ประกอบในการประเมินอีก 3 ประเด็น ได้แก่ สนับสนุนและเพิ่มทักษะของผู้ใช้งาน (support and extend the user's current skills) ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (pleasurable and respectful interaction with the user) และการป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล (protect the personal information) เพื่อให้การประเมินมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้องค์ประกอบในการประเมินทั้งสิ้น 13 องค์ประกอบ ดังรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากการศึกษางานวิจัยซึ่งได้พัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบภาษาอังกฤษ ได้มีการนำแนวคิดการประเมินแบบฮิวริสติคมาใช้ในการประเมินระบบต้นแบบ โดยในการประเมินใช้ผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 11 คน ซึ่งมีทั้งผู้เชี่ยวชาญในด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และด้านภาษาอังกฤษ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดได้เข้าร่วมฟังคำอธิบายในการใช้งานระบบการทดสอบเพื่อทำให้ผู้เชี่ยวชาญมีความเข้าใจที่ชัดเจนตามวัตถุประสงค์ของระบบต้นแบบ หลังจากผู้เชี่ยวชาญเข้าร่วมฟังการสรุปคำอธิบายรายละเอียดระบบเรียบร้อย ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนได้ทำการประเมินหน้าจอระบบ (interface) ของระบบต้นแบบอย่างเป็นอิสระกัน ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการประเมินใช้สเกลการวัดแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ โดยระดับ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง ถึงระดับ 5 หมายถึงดีมาก และเมื่อคำนวณคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.9 ถึง 4.5 หมายความว่าหน้าจอระบบไม่มีปัญหาในการใช้งาน (M. Lilley et al., 2004)

6.2 การประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface)

นอกจากการประเมินความสามารถของระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้วยการประเมินเพื่อช่วยแก้ปัญหาแล้ว การประเมินที่มีความสำคัญอีกประการคือการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้งานเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาระบบ หากระบบสามารถ

ตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดีจนทำให้ผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจ จะทำให้ระบบได้รับการขับเคลื่อนจนนำมาซึ่งการใช้งานจริงในองค์กรหรือสังคม แต่หากระบบไม่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจ ก็อาจทำให้ระบบไม่ได้รับการขับเคลื่อนหรืออาจต้องสูญเวลาเปล่าในการพัฒนา ดังนั้นจึงได้มีผู้พัฒนาเครื่องมือการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งานขึ้น ซึ่งเป็นเครื่องมือเพื่อประเมินความพึงพอใจของอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งานโดยทั่วไป (generic user interface questionnaire: QUIS) โดยรายละเอียดในการประเมินประกอบด้วยเนื้อหาหลัก 5 ด้านดังนี้ (Chin et al., 1988; Navas et al., 2007)

- ภาพรวมปฏิสัมพันธ์ของระบบ (overall reaction to the software) เป็นความพึงพอใจในภาพรวมของผู้ใช้งานในการใช้งานระบบ

- หน้าจอ (screen) ผู้ใช้งานสามารถอ่านหน้าจอได้อย่างง่าย มีความชัดเจน เน้นหน้าจอในส่วนที่ใช้ประโยชน์ รวมถึงรูปแบบในการจัดวาง

- การใช้คำศัพท์และสารสนเทศระบบ (terminology and system information) ผู้ใช้งานสามารถพบคำศัพท์ในระบบที่มีความสอดคล้องและเหมาะสม ข้อความแจ้งเตือนบนหน้าจอมีความชัดเจน ระบบมีการแจ้งเตือนว่าผู้ใช้งานดำเนินการอะไรอยู่พร้อมทั้งมีข้อความแจ้งเตือนความผิดพลาดที่มีประโยชน์

- การเรียนรู้ (learning) ผู้ใช้งานมีความคิดเสมอว่าระบบง่ายต่อการเรียนรู้ ไม่ยุ่งยากซ้ำซ้อน ชื่อและคำสั่งง่ายต่อการจำ

- ความสามารถของระบบ (system capabilities) ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างรวดเร็ว และสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดระบบได้ง่าย การใช้งานมีความสัมพันธ์กับระดับประสบการณ์ของผู้ใช้งาน

6.3 การประเมินตามมาตรฐานการประเมินระบบ

การประเมินตามมาตรฐานการประเมินระบบของ Stufflebeam ประกอบด้วยเนื้อหาหลักในการประเมินทั้งสิ้น 4 หมวด ได้แก่ การใช้ประโยชน์ (utility) ความเป็นไปได้ (feasibility) ความเหมาะสม (propriety) และความถูกต้อง (accuracy) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554)

- การใช้ประโยชน์ (utility) เป็นการประกันความเป็นประโยชน์ของระบบในการตอบสนองต่อความต้องการในการใช้สารสนเทศของผู้ที่เกี่ยวข้องให้ครอบคลุม ทันเวลา และมีผลต่อการนำไปใช้

- ความเป็นไปได้ (feasibility) เป็นการประกันความสอดคล้องของระบบกับสภาพความเป็นจริง เหมาะสมกับสถานการณ์ ปฏิบัติได้ ยอมรับได้ ประหยัดและคุ้มค่า

- ความเหมาะสม (propriety) เป็นการประกันว่าระบบมีความเหมาะสมซึ่งเป็นไปตามกฎระเบียบ จรรยาบรรณ คำนึงถึงสวัสดิภาพของผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ที่ได้รับผลกระทบ

- ความถูกต้อง (accuracy) เป็นการประกันว่าระบบมีการใช้เทคนิคที่เหมาะสม ให้สารสนเทศที่เพียงพอ

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย

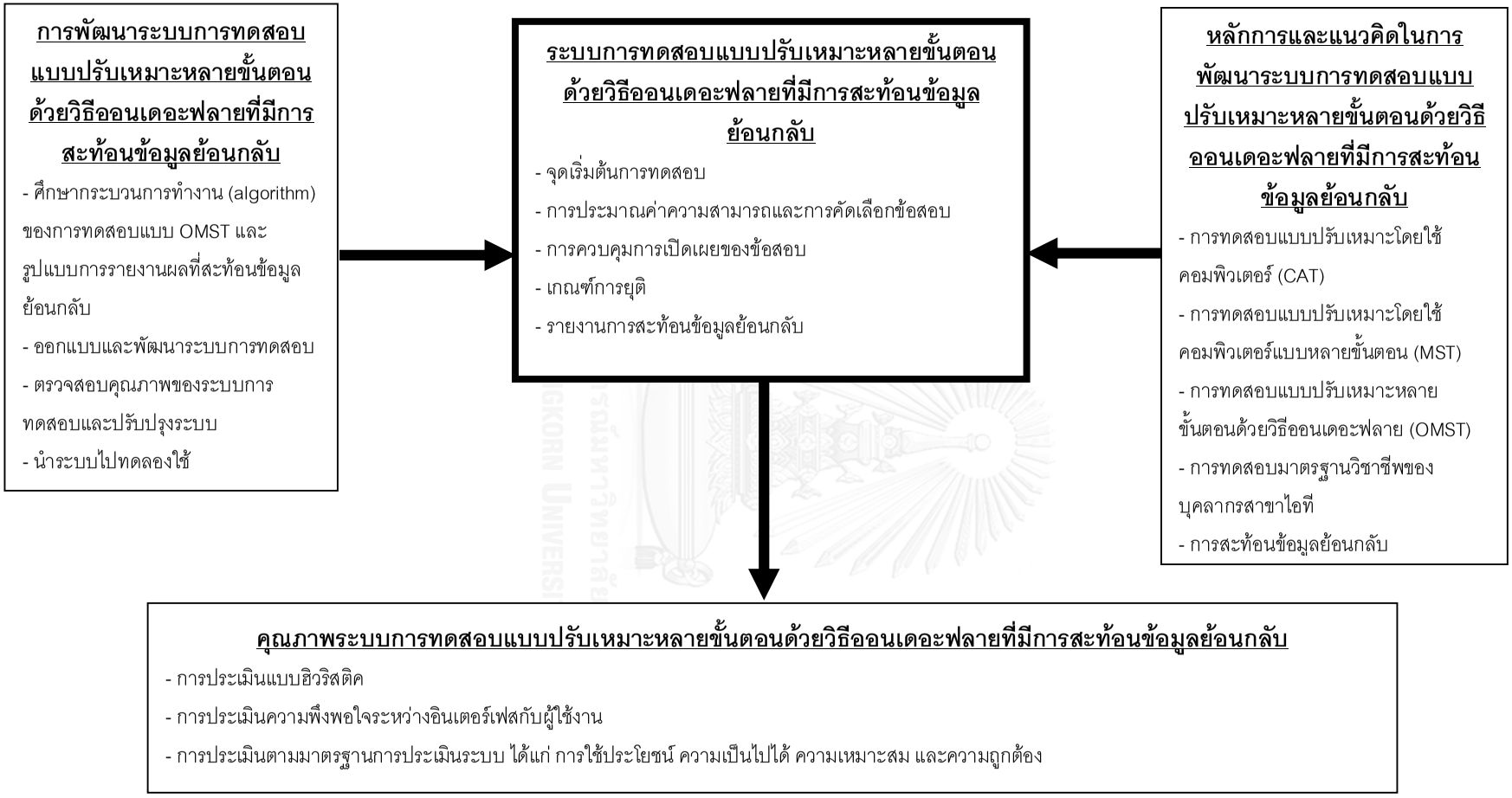
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวคิดการวิจัยในการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนของหลักการและแนวคิดในการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) ส่วนของการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 3) ส่วนของระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ และ 4) ส่วนของคุณภาพระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

ส่วนที่ 1 หลักการและแนวคิดในการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ประกอบด้วยหลักการและแนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAT) การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบหลายขั้นตอน (MST) การทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) การทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที และการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ส่วนที่ 2 การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ประกอบด้วยการศึกษากระบวนการทำงาน (algorithm) ของการทดสอบแบบ OMST และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ การออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพของระบบการทดสอบและปรับปรุงระบบ และการนำระบบไปทดลองใช้

ส่วนที่ 3 ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดเริ่มต้นการ

ทดสอบ ประกอบด้วย ชุดข้อสอบที่มีความยากปานกลาง 2) การประมาณค่าความสามารถและการคัดเลือกข้อสอบ ประกอบด้วย การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบที่แท้จริงตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากสอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้สอบที่ประมาณค่าได้ 3) การควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบ ประกอบด้วย การควบคุมการนำข้อสอบข้อเดิมมาใช้ทำการทดสอบซ้ำในการทดสอบแต่ละครั้ง 4) เกณฑ์การยุติ ประกอบด้วย การกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้ และ 5) การสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ประกอบด้วย รายงานผลการทดสอบที่มีคำแนะนำเพื่อให้ผู้เข้ารับการทดสอบสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาตนเอง และส่วนที่ 4 คุณภาพระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ใช้การประเมินด้วยการประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) การประเมินจากผู้ใช้งานด้วยการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) และการประเมินตามมาตรฐานการประเมินระบบ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความถูกต้อง โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัยในการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (research and development) ในการศึกษา โดยมีขั้นตอนการวิจัยทั้งสิ้น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที และระยะที่ 3 การประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที โดยมีรายละเอียดแต่ละระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

สำหรับการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที จะแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ตอนได้แก่ 1) ศึกษาองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) ออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบและรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ และ 3) ตรวจสอบคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) โดยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย หลังจากนั้นเลือกองค์ประกอบที่มีความเหมาะสม

สำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ และศึกษาองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และดำเนินการศึกษารูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปและเพื่อการพัฒนาที่มีความเหมาะสมกับการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

ตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบ ในการออกแบบและพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ได้แก่ ระบบการลงทะเบียน ระบบสร้างชุดข้อสอบ ระบบการประมาณค่าความสามารถ ระบบการคัดเลือกข้อสอบ ระบบการทดสอบ ระบบรายงานผลการทดสอบ และระบบประเมินระบบการทดสอบ ซึ่งใช้ภาษา PHP ในการพัฒนาเพื่อให้สามารถใช้งานผ่านระบบออนไลน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ระบบการลงทะเบียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกคนต้องดำเนินการลงทะเบียนก่อนเข้าสู่ระบบเพื่อเป็นการยืนยันตัวบุคคล ระบบจะนำข้อมูลที่ผู้เข้ารับการทดสอบลงทะเบียนไว้มาใช้ในการออกรายงานผลการทดสอบ

- ระบบสร้างชุดข้อสอบ สำหรับชุดข้อสอบขั้นแรก ผู้วิจัยต้องดำเนินการจัดชุดข้อสอบไว้ก่อนล่วงหน้า ดังนั้นจึงต้องมีระบบที่ใช้สำหรับสร้างข้อสอบในขั้นแรก โดยข้อสอบขั้นแรกจะมีจำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อ และความครอบคลุมตามเนื้อหาที่กำหนด ซึ่งมีค่าระดับความยากปานกลาง (ค่า b อยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5) โดยข้อสอบที่นำมาใช้ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) โดยโปรแกรม R ด้วยชุดคำสั่งสำเร็จรูป (package) irtoys แบบ 3 พารามิเตอร์ได้แก่ ค่าความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) และการเดา (c) ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบในการจัดทำคลังได้แก่ ค่าความยากอยู่ในช่วง -4 ถึง 4 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0 ถึง ∞ และความน่าจะเป็นในการเดาไม่เกิน 0.50 (Reckase, 2003; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

- ระบบการประมาณค่าความสามารถ สำหรับขั้นตอนการออกแบบระบบการประมาณค่า ใช้การประมาณค่าร่วมกัน 2 แบบได้แก่ วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation: MLE) และวิธีการประมาณค่าด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (expected a posterior: EAP)

- ระบบการคัดเลือกข้อสอบ สำหรับการออกแบบระบบการเลือกข้อสอบสำหรับการวิจัยนี้ ใช้ดัชนีความสำคัญสูงสุด (maximum priority index: MPI) ในการเลือกข้อสอบสำหรับขั้นถัดไป โดยในการเลือกข้อสอบมีการจัดแบ่งคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) ควบคุมการเปิดเผยข้อสอบ (exposure rate) ด้วยวิธี Sympson & Hetter และควบคุมเนื้อหาของ

แบบทดสอบ (content balance) ให้เป็นไปตามมาตรฐานข้อสอบวิชาชีพไอทีซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด 9 กลุ่ม

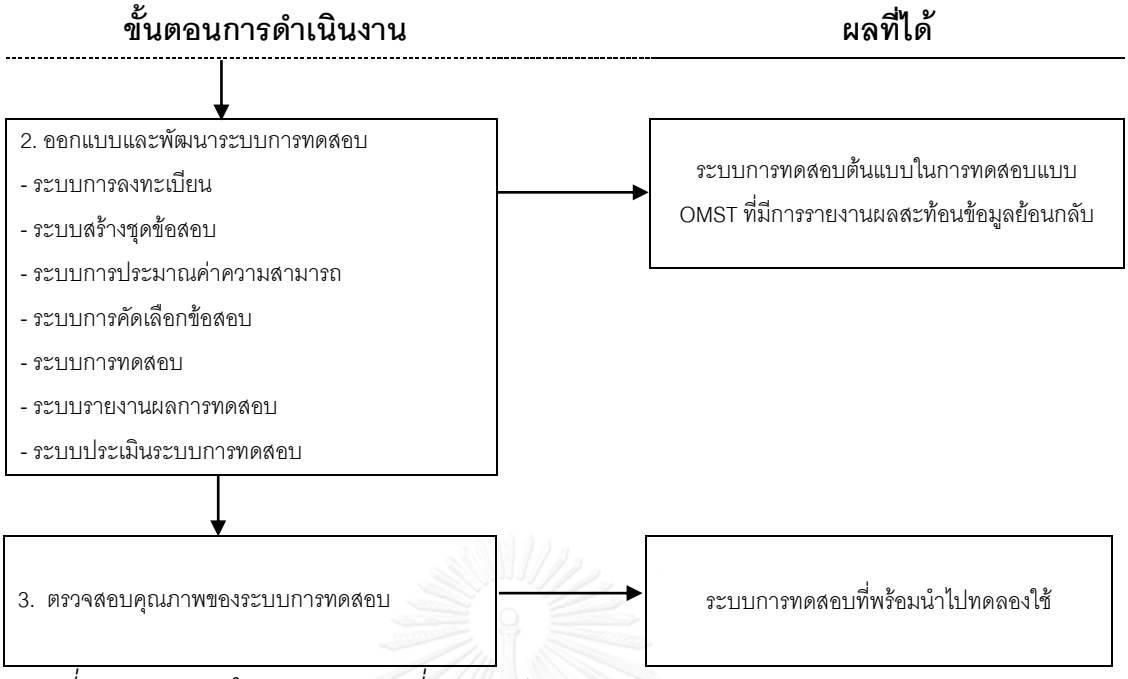
- ระบบการทดสอบ สำหรับหน้าจอการทดสอบจะมีองค์ประกอบหลักที่แสดง ได้แก่ ชุดข้อสอบที่ผู้สอบกำลังดำเนินการทดสอบ แถบแสดงสถานะเนื้อหาที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยกำลังดำเนินการทดสอบ ข้อสอบและตัวเลือกสำหรบข้อสอบแต่ละข้อ และระยะเวลาสำหรับการทำแบบทดสอบ

- ระบบรายงานผลการทดสอบ สำหรับรายงานผลการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 รายงานได้แก่รายงานข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และรายงานข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) โดยรูปแบบรายงานจะประกอบด้วยข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ อีเมล การศึกษา อาชีพ และคำถามซึ่งสำรวจว่ากลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเคยสอบผ่านการทดสอบมาตรฐานอาชีพไอที ระดับไอพีหรือไม่

- ระบบประเมินระบบการทดสอบ สำหรับการประเมินระบบการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จะใช้แบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) โดยมีองค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ภาพรวมระบบ (overall) 2) หน้าจอ (screen) 3) คำศัพท์และสารสนเทศระบบ (terminology and system information) 4) การเรียนรู้ (learning) และ 5) ความสามารถระบบ (system capabilities)

ตอนที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของระบบการทดสอบ เมื่อได้ระบบการทดสอบต้นแบบแล้ว จะดำเนินการส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมการทำงานของระบบโดยใช้แบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) หลังจากนั้นดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป โดยรายละเอียดกรอบการดำเนินงานระยะที่ 1 แสดงดังภาพที่ 8

ขั้นตอนการดำเนินงาน	**ผลที่ได้**
1. ศึกษาองค์ประกอบของการทดสอบแบบ OMST และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ	→ 1. องค์ประกอบการทดสอบแบบ OMST 2. รูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ



ภาพที่ 8 กรอบการดำเนินงานระยะที่ 1 การพัฒนาระบบ

สำหรับระยะที่ 1 ในการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ผู้วิจัยได้แบ่งการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำคลังข้อสอบ และการเก็บรวมรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำคลังข้อสอบ เก็บรวบรวมจากผลการตอบข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ระดับ IP จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ปี 2012-2014 จำนวน 600 ข้อ และตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบในคลังด้วยความตรงตามจุดมุ่งหมาย เพื่อดำเนินการจัดทำคลังข้อสอบตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's taxonomy) โดยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ด้าน ด้าน ได้แก่ ด้านกลยุทธ์ (strategy) ด้านการจัดการ (management) และด้านเทคโนโลยี (technology) ซึ่งในการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบแต่ละด้าน ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนด้านละ 5 ท่าน รวมผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบทั้งสิ้น 15 ท่าน

- การวิเคราะห์ข้อสอบและข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อจัดทำคลังข้อสอบ นำผลการตอบข้อสอบที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3

พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) และการเดา (c) ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้โปรแกรม R ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภทฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย (open source) ด้วยชุดคำสั่งสำเร็จรูป (package) irtoys ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) ในการคัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดทำคลังมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบตามค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบดังนี้ ค่าความยากอยู่ในช่วง -4 ถึง 4 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0 ถึง ∞ และความน่าจะเป็นในการเดาไม่เกิน0.50(Reckase, 2003; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) หากข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์จะตัดข้อสอบข้อดังกล่าวทิ้งโดยไม่นำมาจัดทำคลังข้อสอบ

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของระบบ จะดำเนินการวิเคราะห์ด้วยแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) โดยในการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนการนำไปทดลองใช้อาศัยดุลพินิจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งแบ่งจำนวนผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบระบบออกเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 3 ท่าน โดยผลที่ได้จากการประเมิน ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ระบบการทดสอบมีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากทำการตรวจสอบคุณภาพระบบเบื้องต้นเรียบร้อยแล้วจะนำระบบไปทดลองใช้ในระยะที่ 2 ต่อไป

ระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

ในการทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที มีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

2.1 การเตรียมระบบ ขั้นตอนในการเตรียมนำระบบไปทดลองใช้ มีการดำเนินงานดังนี้ 1) ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้ระบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้น พร้อมแนบคู่มือการใช้งานระบบ ไปยังกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่เคยเข้าร่วมสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ระดับ IP 2) ประสานงานเพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลองใช้ระบบการทดสอบ พร้อมนัดหมาย วัน เวลาและสถานที่สำหรับจัดการทดสอบ และ 3) ติดต่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเพื่อเข้ารับการทดสอบ โดยจัดเตรียมเอกสารคู่มือและตรวจสอบความพร้อมของระบบ

2.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ทดลองใช้ระบบ ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเพื่อทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที โดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งแบ่งออกเป็นผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีระดับ IP จำนวน 100 คน และสอบไม่ผ่าน จำนวน 100 คน โดยระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน พ.ศ.2559 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

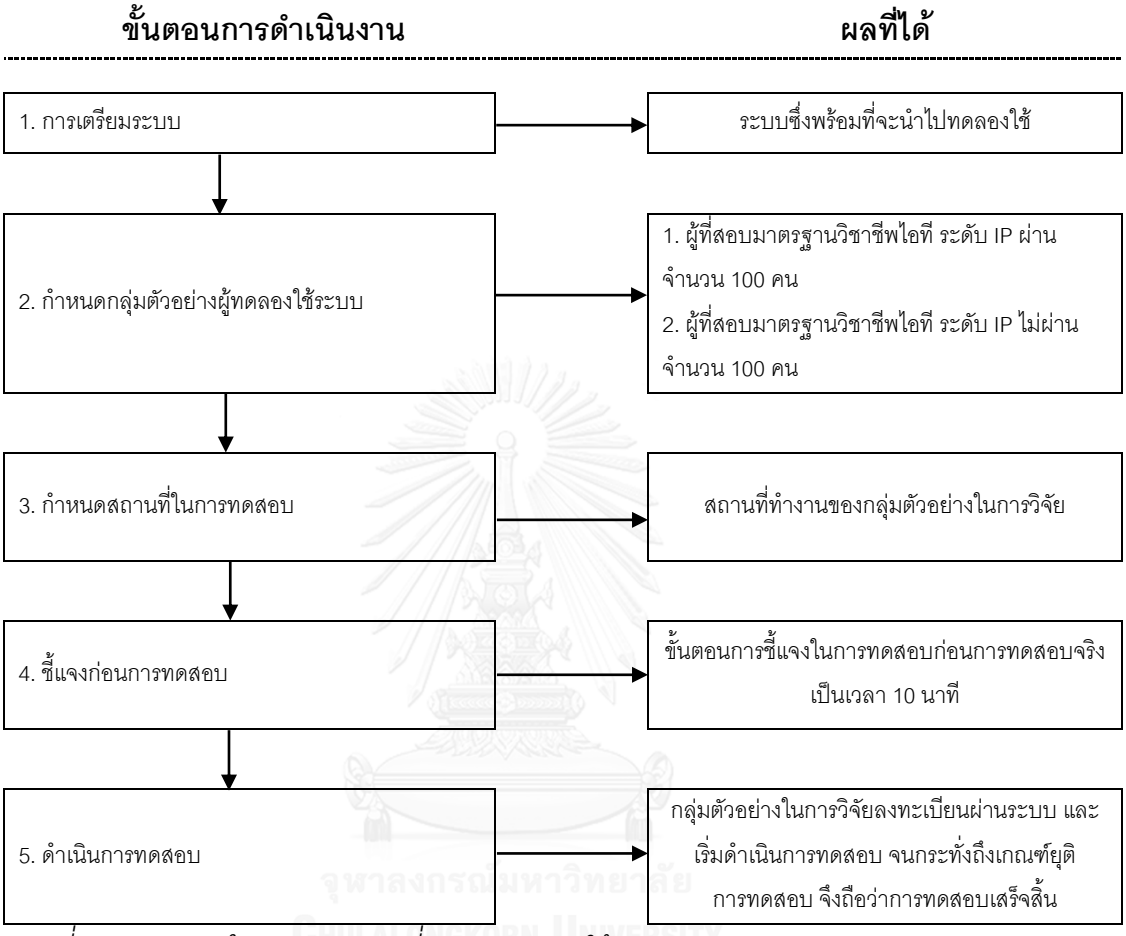
การสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP	**รวม (คน)**
1. สอบผ่าน	100
2. สอบไม่ผ่าน	100
รวม	200

2.3 สถานที่ในการทดสอบ สำหรับสถานที่ในการทดสอบใช้สถานที่ทำงานของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย กรณีที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยไม่สะดวกทำแบบทดสอบในสถานที่ทำงาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (i-pad) และเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค (notebook) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดสอบ โดยการทดสอบแต่ละครั้งผู้เข้ารับการจะสอบพร้อมกันครั้งละไม่เกิน 10 คน โดยใช้คอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง

2.4 การชี้แจงก่อนการทดสอบ ก่อนการทดสอบ 10 นาที จะมีการชี้แจงการใช้งานระบบให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยก่อนการดำเนินการทดสอบจริง โดยในขั้นตอนการชี้แจงจะให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำการลงทะเบียนพร้อมกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยลงทะเบียนครบทุกคนแล้วจึงเริ่มต้นทำการทดสอบ

2.5 การดำเนินการทดสอบ ในขั้นตอนการทดสอบผู้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะดำเนินการทำข้อสอบพร้อมกัน โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยแต่ละคนจะได้รับชุดข้อสอบที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยแต่ละคน หลังจากทำการทดสอบเสร็จสิ้นระบบจะมีการแจ้งเตือนว่าได้ทำการทดสอบเสร็จสิ้น และจะแสดงหน้าจอให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประเมินการใช้งานระบบ หลังจากนั้นระบบจะแสดงผลการตอบข้อสอบพร้อมทั้งแสดงรายงาน

สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ เมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกคนในห้องสอบทำการทดสอบเสร็จสิ้น จึงจะอนุญาตให้ออกจากห้องสอบได้



ภาพที่ 9 กรอบการดำเนินงานระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบ

สำหรับระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการเก็บรวบรวมผลการตอบข้อสอบจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 200 คน

- การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย ซึ่งสถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) ตรวจสอบคุณภาพของระบบด้วยความตรงเชิงทฤษฎี (construct validity) ด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด (known group technique) โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่เคยสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีผ่าน จำนวน 100 คน กับกลุ่มที่สอบไม่ผ่าน จำนวน 100 คน และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่ทำงานในสายงานไอทีกับไม่ใช่สายงานไอที

ระยะที่ 3 การประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

ในการประเมินระบบการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินระบบ ตอนที่ 2 การประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (evaluation standard) ตอนที่ 3 การประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และตอนที่ 4 การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) และ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินระบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยในการตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินอาศัยดุลพินิจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบจำนวน 5 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ตัดสินรายการในรูปแบบตัวเลข โดย 1 = เหมาะสม 0 =ไม่แน่ใจ และ -1 = ไม่เหมาะสม จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า IOC (item objective congruency index: IOC) โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดยที่ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างรายการตรวจสอบกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินของรายการประเมินคือค่า IOC ต้องมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5 - 1.00 สำหรับรายการประเมินที่มีค่าดัชนี IOC ต่ำกว่า 0.50 ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขรายการประเมินดังกล่าวให้มีความเหมาะสมตามข้อเสนอแนะ ในกรณีที่ค่า IOC มีค่ามากกว่า 0.50 แต่มีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะเพื่อให้แบบ

ประเมินมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา หลังจากอาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาเรียบร้อยแล้ว นำแบบประเมินไปใช้ในการประเมินคุณภาพระบบต่อไป

ตอนที่ 2 การประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำระบบไปใช้งานด้วยแบบประเมินแบบอิงมาตรฐานตามแนวคิดของ Stufflebeam ประกอบด้วยเนื้อหาหลักในการประเมินทั้งสิ้น 4 หมวด ได้แก่ ความมีประโยชน์ (utility) ความเป็นไปได้ (feasibility) ความเหมาะสม (propriety) และความถูกต้อง (accuracy) โดยแบบประเมินจะนำไปใช้ประเมินความเหมาะสมของระบบก่อนนำระบบไปใช้จริง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554)

- ความมีประโยชน์ (utility) เป็นการประกันความเป็นประโยชน์ของระบบในการตอบสนองต่อความต้องการในการใช้สารสนเทศของผู้ที่เกี่ยวข้องให้ครอบคลุม ทันเวลา และมีผลต่อการนำไปใช้

- ความเป็นไปได้ (feasibility) เป็นการประกันความสอดคล้องของระบบกับสภาพความเป็นจริง เหมาะสมกับสถานการณ์ ปฏิบัติได้ ยอมรับได้ ประหยัดและคุ้มค่า

- ความเหมาะสม (propriety) เป็นการประกันว่าระบบมีความเหมาะสมซึ่งเป็นไปตามกฎระเบียบ จรรยาบรรณ คำนึงถึงสวัสดิภาพของผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ที่ได้รับผลกระทบ

- ความถูกต้อง (accuracy) เป็นการประกันว่าระบบมีการใช้เทคนิคที่เหมาะสม ให้สารสนเทศที่เพียงพอ

ซึ่งแบบประเมินจะนำไปใช้ในการประเมินระบบหลังจากนำระบบไปใช้ในการทดสอบจริงเรียบร้อยแล้ว โดยรายละเอียดแบบประเมินแสดงดังภาคผนวก ข

เครื่องมือในการประเมินเป็นรูปแบบมาตรประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ 1 = น้อยที่สุด 2= น้อย 3= ปานกลาง 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด โดยมีเกณฑ์ในการแปลผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/น้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/น้อย
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/มาก
คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/มากที่สุด

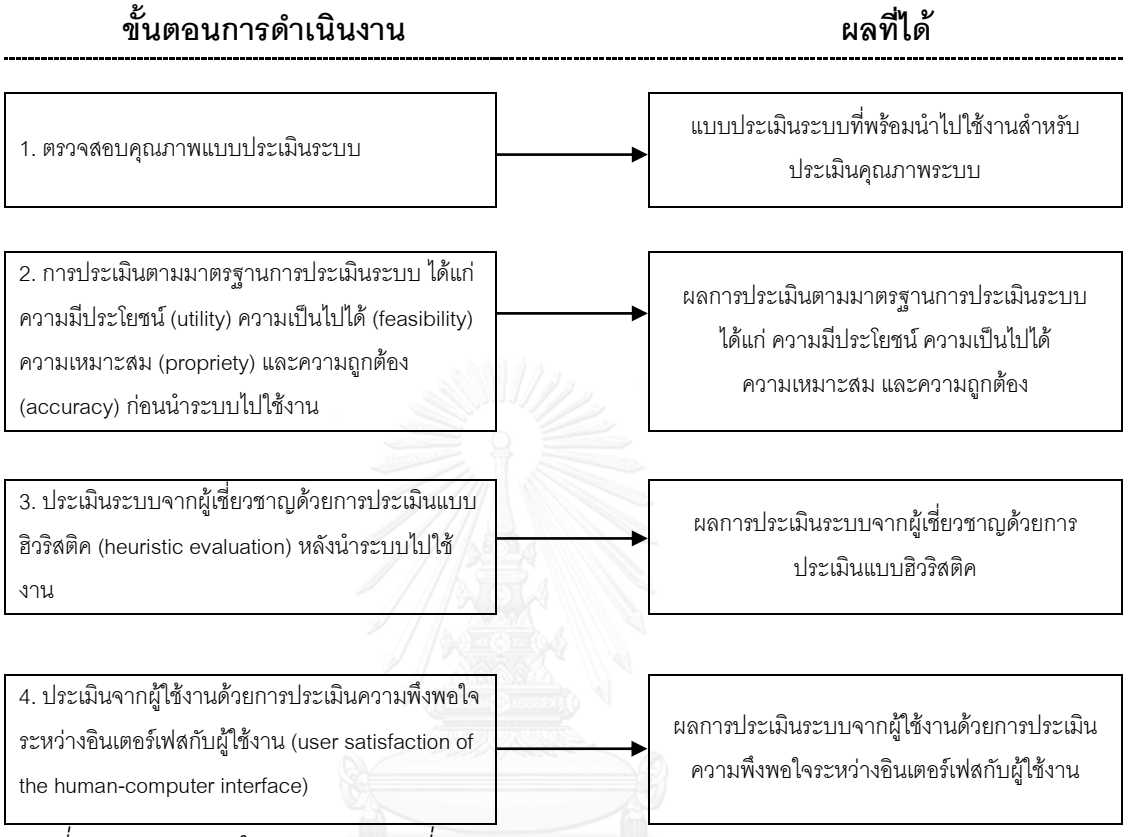
ตอนที่ 3 การประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญหลังนำระบบไปใช้งานด้วยแบบฮิวริสติค ประกอบด้วยรายการประเมินจำนวน 13 รายการได้แก่ การมองเห็นสถานะของระบบ (visibility of system status) ความสอดคล้องระหว่างระบบกับโลกของความเป็นจริง (match between system and the real world) การควบคุมและความเป็นอิสระของผู้ใช้งาน (user control and freedom) ความคงเส้นคงวาและได้มาตรฐาน (consistency and standards) การป้องกันความผิดพลาด (error prevention) ใช้การจำข้อมูลมากกว่าการเรียกคืนข้อมูล (recognition rather than recall) ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของการใช้งาน (flexibility and efficiency of use) รูปแบบสวยงามและเรียบง่าย (aesthetic and minimalist design) การช่วยเหลือผู้ใช้งานระบุตัวตน วินิจฉัย และกู้คืนจากข้อผิดพลาด (help users recognize, diagnose, and recover from errors) การช่วยเหลือและคู่มือการใช้งานระบบ (help and documentation) สนับสนุนและเพิ่มทักษะของผู้ใช้งาน (support and extend the user's current skills) ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (pleasurable and respectful interaction with the user) และการป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล (protect the personal information) ซึ่งแบบประเมินจะนำไปใช้ในการประเมินระบบก่อนนำระบบไปใช้ในการทดสอบจริง โดยรายละเอียดแบบประเมินแสดงดังภาคผนวก ค

เครื่องมือในการประเมินเป็นรูปแบบมาตรประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ 1 = น้อยที่สุด 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด โดยมีเกณฑ์ในการแปลผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

ตอนที่ 4 การประเมินจากผู้ใช้งานด้วยการประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน ประกอบด้วยรายการประเมินจำนวน 5 รายการ ได้แก่ ความรู้สึกในภาพรวมที่มีต่อระบบ (overall reaction to the software) หน้าจอ (screen) คำศัพท์และสารสนเทศระบบ (terminology and system information) การเรียนรู้ (learning) และความสามารถของระบบ (system

capabilities) เครื่องมือในการประเมินเป็นมาตรการวัดตามแนว Osgood 10 ระดับ เริ่มตั้งแต่ 0 ถึง 9 ซึ่งรายละเอียดสเกลในการประเมินของแต่ละรายการแสดงดังภาคผนวก ง



ภาพที่ 10 กรอบการดำเนินงานระยะที่ 3 การประเมินระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับระยะที่ 3 การประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ดำเนินการเก็บรวบรวมผลการประเมินคุณภาพแบบประเมินระบบ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน

2) ดำเนินการเก็บรวบรวมผลการประเมินระบบก่อนนำระบบไปใช้ ด้วยการประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน จากผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 ท่าน

3) ดำเนินการเก็บรวบรวมผลการประเมินระบบหลังการนำระบบไปใช้ ด้วยการประเมินระบบแบบฮิวริสติค จากผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้าน

เทคโนโลยีจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญคนละกลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบระบบก่อนนำระบบไปทดลองใช้

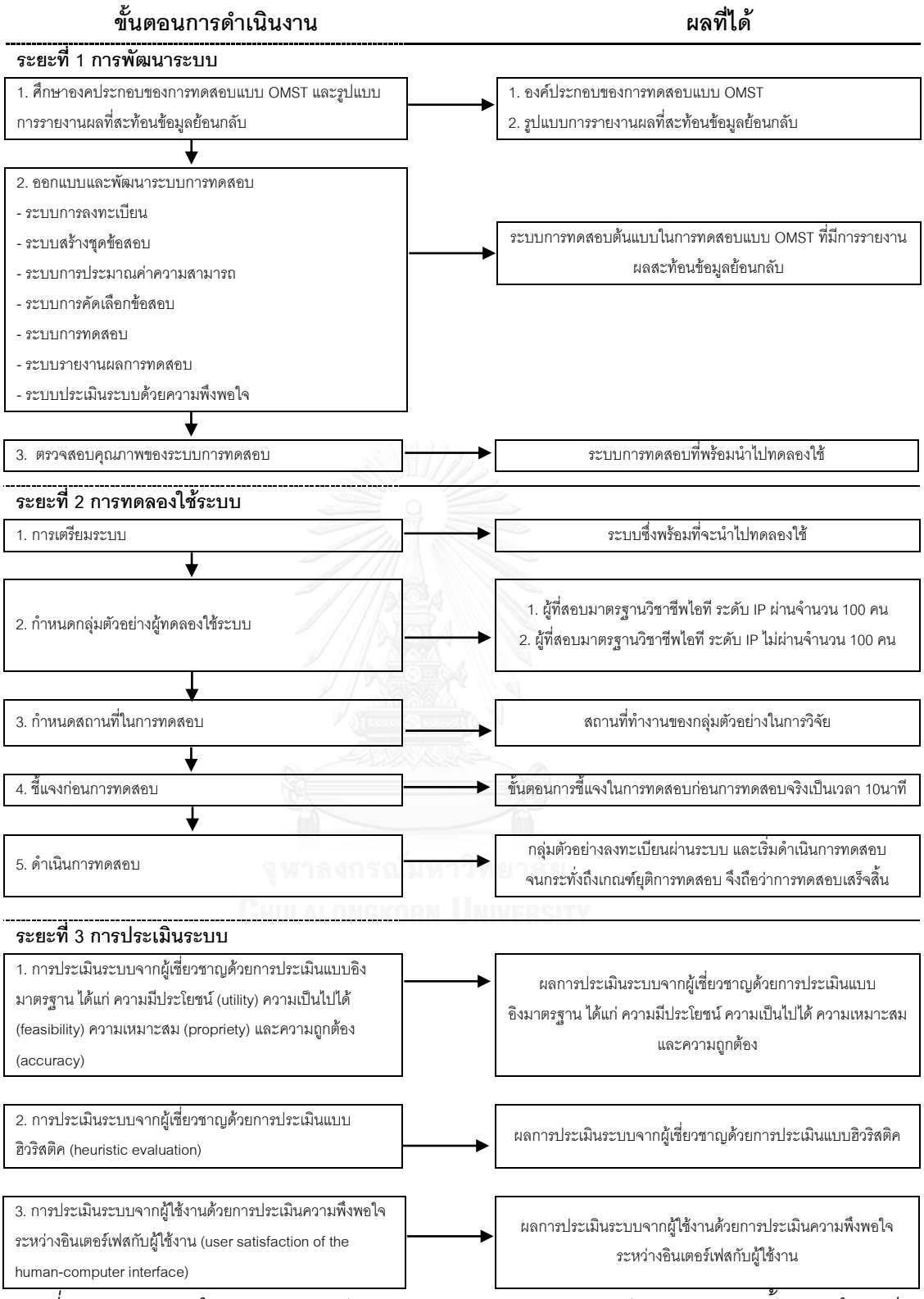
4) ดำเนินการเก็บรวบรวมผลการประเมินจากผู้ใช้งาน โดยภายหลังจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำการทดสอบเสร็จสิ้น ระบบจะแสดงหน้าการประเมินโดยอัตโนมัติให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประเมิน ก่อนที่ระบบจะแสดงผลการทดสอบพร้อมข้อมูลย้อนกลับให้ผู้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทราบ

- การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ด้วยสถิติบรรยาย ซึ่งสถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับกรอบการดำเนินงานการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีทั้ง 3 ระยะ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 11 กรอบการดำเนินงานการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ 1) เพื่อพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) เพื่อวิเคราะห์ผลการใช้งานและตรวจสอบคุณภาพของระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ และ 3) เพื่อประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ โดยการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที และระยะที่ 3 การประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ซึ่งรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตอนมีดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

สำหรับผลการศึกษาในตอนที่ 1 แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ตอนได้แก่ 1) ผลการศึกษาองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะ ฟลาย (OMST) และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบและรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ และ 3) ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (Information Technology Professional Examination: ITPE) ระดับ IT Passport และ 4) ผลการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริง ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ จากการศึกษาองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายและรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ พบว่าองค์ประกอบของระบบประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดเริ่มต้นในการทดสอบ (initial stage) 2) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (ability estimation) 3) การคัดเลือกข้อสอบ (item selection) 4) การควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ (exposure rate) 5) การแบ่งชั้นคลังข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) และ 6) จุดยุติการทดสอบ (stopping criteria) และรูปแบบรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วยรายงาน 2 รูปแบบ ได้แก่ 1)รายงานสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

- องค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย

1) จุดเริ่มต้นการทดสอบ (initial stage) จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าจุดเริ่มต้นในการทำข้อสอบจากข้อสอบข้อเดียวจะทำให้การประมาณค่าความสามารถสูงหรือต่ำกว่าจริง (over and under estimate) ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนปรับเหมาะหลายขั้นตอน (MST) ขึ้นเพื่อช่วยลดความผิดพลาดในการประมาณค่าที่สูงหรือต่ำกว่าจริง (Zheng & Chang, 2015; Zheng et al., 2012) สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะใช้จำนวนข้อสอบในขั้นแรก (stage 1) จำนวน 15 ข้อ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดชุดข้อสอบไว้ จำนวน 5 ชุด ซึ่งชุดข้อสอบในชุดแรกจะถูกเรียกขึ้นมาใช้อย่างสุ่ม (random) จากทั้งหมด 5 ชุด โดยข้อสอบในชุดแรกเป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) อยู่ในระดับปานกลาง (ค่า b อยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5) ซึ่งเป็นไปตามแนวทางการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน เพื่อให้การประมาณค่าความสามารถมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ Zheng & Chang ที่ใช้ข้อสอบจำนวน 15 ข้อในขั้นแรก นอกจากนี้สัดส่วนข้อสอบยังมีความสอดคล้องกับข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัดส่วนข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีในแต่ละชุด

เรื่อง	เนื้อหาหลัก	จำนวนข้อ	ร้อยละ
1. กลยุทธ์ (strategy)	กิจการองค์กรและกฎหมาย (corporate and legal affairs)	2	13.33
	กลยุทธ์ทางธุรกิจ (business strategy)	2	13.33
	กลยุทธ์ระบบ (system strategy)	1	6.67
	รวม	5	33.33
2. การจัดการ (management)	เทคโนโลยีการพัฒนา (development technology)	2	13.34
	การจัดการโครงการ (project management)	1	6.67
	การจัดการบริการ (service management)	1	6.67
	รวม	4	26.68
3. เทคโนโลยี (technology)	ทฤษฎีพื้นฐาน (basic theory)	2	13.33
	ระบบคอมพิวเตอร์ (computer system)	2	13.33
	องค์ประกอบเชิงเทคนิค (technical element)	2	13.33
	รวม	6	39.99
	รวมทั้งสิ้น	15	100

2) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (ability estimation) สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากการศึกษาพบว่า การประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation: MLE) เป็นวิธีการประมาณค่าซึ่งมีความแม่นยำมากที่สุด แต่จะมีความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อผู้สอบตอบข้อสอบถูกหรือผิดหมด ซึ่งวิธีที่ประมาณค่าได้แม่นยำสำหรับกรณีผู้สอบตอบข้อสอบถูกหรือผิดหมด คือวิธีการประมาณค่าด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (expected a posterior: EAP) ดังนั้นจึงมีการรวมวิธีจะใช้การประมาณค่าทั้ง 2 วิธีเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation: MLE) และวิธีการประมาณค่าด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (expected a posterior: EAP) ซึ่งวิธีการประมาณค่า

ด้วยค่าคาดหวังภายหลังจะใช้สำหรับกรณีผู้สอบตอบข้อสอบถูกหรือผิดทุกข้อ หากผู้สอบตอบข้อสอบถูกและผิดผสมกันจะใช้วิธีการประมาณค่าด้วยวิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถทั้งสองวิธีร่วมกันเพื่อให้ค่าความสามารถที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Bock & Mislevy, 1982; Hambleton & Swaminathan, 1985; Zheng & Chang, 2015; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation: MLE) จะใช้แนวทางของ Hambleton & Swaminathan (1985) โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$\mathrm{P}\left(U_{ij}=1\middle|\theta_i,a_j,b_j,c_j\right)=c_j+\left(1-c_j\right)\frac{exp\left(a_j\left(\theta_i-b_j\right)\right)}{1+exp\left(a_j\left(\theta_i-b_j\right)\right)}$$

$$L_J(\theta)=\prod_{j=1}^{J}\left[P_j(\theta)\right]^{x_j}\left[1-P_j(\theta)\right]^{1-x_j}$$

$$h_m=\frac{D[r_m-\sum P_i(\theta_m)]}{-D^2\sum P_i(\theta_m)\,Q_i(\theta_m)}$$

$$\theta_{m+1}=\theta_m-h_m$$

โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณจะไม่นำค่าปรับสเกล (D=1.7) มาใช้เนื่องจาก Camilli (1994) ได้ทำการศึกษาการใช้ค่าปรับสเกลพบว่าให้ผลการประมาณค่าความสามารถไม่แตกต่างจากการใช้ค่าปรับสเกล

วิธีการประมาณค่าความสามารถด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (expected a posterior: EAP) ใช้แนวทางของ Bock and Mislevy (1982) โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$\overline{\theta_J}=\frac{\sum_{k=1}^{q}X_kL_J(X_k)\cdot W(X_k)}{\sum_{k=1}^{q}L_J(X_k)\cdot W(X_k)}$$

3) การคัดเลือกข้อสอบ (item selection) สำหรับการคัดเลือกข้อสอบเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในกระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการคัดเลือกข้อสอบจากค่าสารสนเทศสูงที่สุด (maximum item information) ตามระดับค่าความสามารถเป็นที่นิยมใช้กันมาก แต่เนื่องจากในการทดสอบต้องคำนึงถึงความครอบคลุมของเนื้อหาข้อสอบและเงื่อนไขอื่นด้วย เช่น การควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบไม่ให้มีจำนวนมากเกินไป ดังนั้นการคัดเลือกด้วยค่าสารสนเทศสูงที่สุดจึงมีข้อจำกัด ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาดัชนีในการคัดเลือกข้อสอบขึ้นซึ่งเรียกว่าดัชนีความสำคัญสูงสุด (maximum priority index: MPI) โดยเป็นวิธีการที่เพิ่มประสิทธิภาพจาก

การใช้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุด (maximum item information function) แบบดั้งเดิม ซึ่งมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้การคัดเลือกข้อสอบมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในการทดสอบวิธีการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีต่างๆ กับวิธี MPI สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายตามแนวทางของ Zheng & Chang ยังพบว่าเป็นวิธีที่มีความแม่นยำและมีความเอนเอียงน้อยที่สุด ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ดัชนี MPI ในการคัดเลือกข้อสอบในแต่ละขั้น (Cheng & Chang, 2009; Zheng & Chang, 2015)

วิธีการคัดเลือกข้อสอบจากค่าสารสนเทศสูงที่สุด (maximum item information) จะใช้แนวทางของ Zheng and Chang (2015) โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$PI_i = I_i(\hat{\theta}) \prod_{k=1}^{K} (w_k f_k)^{c_{ik}}$$

4) การควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ (exposure rate) ในการคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบอาจทำให้ข้อสอบถูกดึงไปใช้ซ้ำกัน ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบขึ้น เพื่อป้องกันการนำข้อสอบข้อเดิมไปใช้ซ้ำมากจนเกินไป จากการศึกษาวิธีการควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยการจำลองข้อมูลพบว่า วิธีการควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบด้วยวิธีซิมสันและเฮตเตอร์ (Sympson & Hetter) มีประสิทธิภาพในการควบคุมอัตราการเปิดเผยข้อสอบได้ดีกว่าวิธีมัลติโนเมียลซิมสันเฮตเตอร์ (mutinomial Sympson & Hetter) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีการควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบด้วยวิธีซิมสันและเฮตเตอร์ ซึ่งควบคุมการเปิดเผยข้อสอบสำหรับผู้สอบไม่เกินร้อยละ 20 (Yi, 2002; Zheng & Chang, 2015)

5) การแบ่งชั้นคลังข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) ในการประมาณค่าความสามารถผู้สอบจากค่าอำนาจจำแนกที่สูง มิได้ทำให้การประมาณค่าความสามารถใกล้เคียงกับความสามารถที่แท้จริง ดังนั้นนั้นจึงต้องมีการแบ่งชั้นค่าอำนาจจำแนก โดยเริ่มจากการประมาณค่าความสามารถจากข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำไปยังค่าอำนาจจำแนกที่สูง เพื่อให้ค่าความสามารถจากการประมาณค่ามีค่าใกล้เคียงกับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบมากที่สุด ไม่ทำให้เกิดการประมาณค่าสูงหรือต่ำกว่าจริง (over and under estimation) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนซึ่งมีการแบ่งชุดข้อสอบเป็นขั้น (stage) ควรต้องมีการแบ่งข้อสอบตามระดับค่าอำนาจจำแนกเพื่อลดจำนวนการเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงไปใช้จำนวนมากเกินไป จากการศึกษาพบว่าการแบ่งชั้นคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกเมื่อใช้งานร่วมกับการควบคุมความสอดคล้องของเนื้อหา (content balance) และอัตราการเปิดเผยของ

ข้อสอบ (exposure rate) แล้วจะมีประสิทธิภาพภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงใช้วิธีการจัดคลังข้อสอบด้วยการแบ่งชั้นตามค่าอำนาจจำแนก พร้อมทั้งควบคุมความสอดคล้องของเนื้อหาและควบคุมการเปิดเผยข้อสอบให้เป็นไปตามเงื่อนไข (Yi, 2002; Zheng & Chang, 2015)

6) จุดยุติการทดสอบ (stopping criteria) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) เมื่อความยาวคงที่ (fixed length) และ 2) เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จากการศึกษาพบว่า การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในอดีตได้ศึกษาเฉพาะการทดสอบแบบความยาวคงที่ (fixed length) เนื่องจากเป็นการทดสอบคุณภาพของกระบวนการ ดังนั้นจึงต้องใช้ความยาวของแบบทดสอบที่มีจำนวนเท่ากัน แต่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบการทดสอบจริง ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้สำหรับการทดสอบแบบความยาวแปรฝัน (variable length) โดยเกณฑ์ที่ใช้กันโดยทั่วไปคือการกำหนดเกณฑ์ยุติที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เท่ากับ 0.30 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดจุดยุติในการทำแบบทดสอบที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เกิน 0.30 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

- รูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

1) รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) สำหรับรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปจะมีการรายงานผลจำนวนข้อสอบที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอบถูกและตอบผิด ตามจำนวนข้อสอบที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ทำการทดสอบ โดยรายงานจะแบ่งตามเนื้อหาของการทดสอบ ได้แก่ ด้านกลยุทธ์ (strategy) ด้านการจัดการ (management) และด้านเทคโนโลยี (technology)

ในแต่ละด้านสามารถแบ่งออกเป็นด้านย่อยได้แก่ ด้านกลยุทธ์ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 3 ด้าน คือ กิจการองค์กรและกฎหมาย (corporate and legal affairs) กลยุทธ์ทางธุรกิจ (business strategy) และกลยุทธ์ระบบ (system strategy) ด้านการจัดการประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 3 ด้าน คือ เทคโนโลยีการพัฒนา (development technology) การจัดการโครงการ (project management) และการจัดการบริการ (service management) และด้านเทคโนโลยีประกอบด้วยเนื้อหาย่อย 3 ด้าน คือ ทฤษฎีพื้นฐาน (basic theory) ระบบคอมพิวเตอร์ (computer system) และองค์ประกอบเชิงเทคนิค (technical element) โดยรายละเอียดรายงานสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ตัวอย่างรายงานสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback)

FIELD	CATEGORY	QUANTITY(ITEM)	CORRECT
STRATEGY	CORPORATE AND LEGAL AFFAAIR	2	1
	BUSINESS STRATEGY	2	1
	SYSTEM STRATEGY	1	1
	TOTAL STRATEGY	5	3
MANAGEMENT	DEVELOPMENT TECHNOLOGY	2	1
	PROJECT MANAGEMENT	1	1
	SERVICE MANAGEMENT	1	1
	TOTAL MANAGEMENT	4	3
TECHNOLOGY	BASIC THEORY	2	1
	COMPUTER SYSTEM	2	2
	TECHNICAL ELEMENT	2	1
	TOTAL TECHNOLOGY	6	4
TOTAL		15	13

2) รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) สำหรับรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา จะรายงานผลเมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย สอบผ่านเกณฑ์ทั้งสามด้านคือแต่ละด้านได้มากกว่าร้อยละ 30 และคะแนนรวมทุกด้านผ่านเกณฑ์คือมากกว่าร้อยละ 55 ตามที่กำหนดไว้ โดยรายงานจะให้สารสนเทศเกี่ยวกับอาชีพที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและประกอบอาชีพในสายงานที่เหมาะสมกับตนเองต่อไป ซึ่งอาชีพที่ใช้สำหรับสะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วย 5 อาชีพ ตามแนวทางการทดสอบ ITPE ระดับ IP ได้แก่ 1) นักกลยุทธ์ (strategist) 2) ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเทคนิค (technical specialist) 3) นักสถาปัตยกรรมระบบ (system architect) 4) ผู้จัดการโครงการ (project manager) และ 5)ผู้จัดการงานบริการ(service manager) สำหรับตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา เช่น เมื่อผู้สอบ ได้คะแนนรวมผ่านเกณฑ์คือ มากกว่าร้อยละ 55 และคะแนนแต่ละด้านมากกว่าร้อยละ 30 โดยมีคะแนนด้านกลยุทธ์มากกว่าด้านการจัดการและด้านเทคโนโลยี ข้อมูลย้อนกลับที่ผู้สอบจะได้รับคือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนักกลยุทธ์ เป็นต้น โดยรายละเอียดรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

อาชีพ	รายงาน
1. นักกลยุทธ์ (strategist)	แนวโน้มอาชีพที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของท่านคือ นักกลยุทธ์ (strategist) บทบาทของนักกลยุทธ์ คือการกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานที่มีประโยชน์กับการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งด้านการปฏิรูป การสร้างความชำนาญ และการใช้งานให้เหมาะสมกับกลยุทธ์ความร่วมมือทางธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ต้องการความร่วมมือ เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ระบบแบบฝังตัว (embedded system product) ซึ่งมีการกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าผ่านประโยชน์ของซอฟต์แวร์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์
2. ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเทคนิค (technical specialist)	แนวโน้มอาชีพที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของท่านคือ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเทคนิค (technical specialist) บทบาทของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเทคนิค คือการกำหนดเทคนิคที่ก่อให้เกิดประโยชน์กับระบบเครือข่าย (networks) ฐานข้อมูล (databases) หรือ ระบบแบบฝังตัว (embedded system) เพื่อนำไปสร้างเป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบที่เหมาะสมพร้อมทั้งยังสนับสนุนการด้านออกแบบ การสร้าง และการผลิตของแอพพลิเคชันและระบบแบบฝังตัว
3. นักสถาปัตยกรรมระบบ (system architect)	แนวโน้มอาชีพที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของท่านคือ นักสถาปัตยกรรมระบบ (system architect) บทบาทของนักสถาปัตยกรรมระบบ คือตอบสนองต่อข้อเสนอด้านกลยุทธ์พื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศจากนักกลยุทธ์ (strategist) ด้วยการจัดการความต้องการอย่างเป็นระบบ โดยการสร้างวิธีการพร้อมทั้งออกแบบระบบและแอพพลิเคชั่นให้เป็นไปตามความต้องการ เช่นเดียวกับการกำหนดความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระบบแบบฝังตัว (embedded system) และดำเนินการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ

ตารางที่ 10 รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (ต่อ)

อาชีพ	บทบาท
4. ผู้จัดการโครงการ (project manager)	แนวโน้มอาชีพที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของท่านคือ ผู้จัดการโครงการ (project manager) บทบาทของผู้จัดการโครงการ คือทำหน้าที่สนับสนุนโครงการในการพัฒนาระบบ สร้างแผนงานโครงการ จัดสรรทรัพยากรและบุคลากร และรับผิดชอบต่องบประมาณ ระยะเวลาในการขนส่ง และความต้องการเชิงคุณภาพ
5. ผู้จัดการงานบริการ (service manager)	แนวโน้มอาชีพที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของท่านคือ ผู้จัดการงานบริการ(service manager) บทบาทของผู้จัดการการบริการ คือสร้างระบบและผลผลิตเพื่อก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการดำเนินงาน และทำหน้าที่ลดการสูญเสียในสถานการณ์ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายเพื่อให้การจัดการมีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น การให้ความปลอดภัยและการบริการที่มีความน่าเชื่อถือสูง

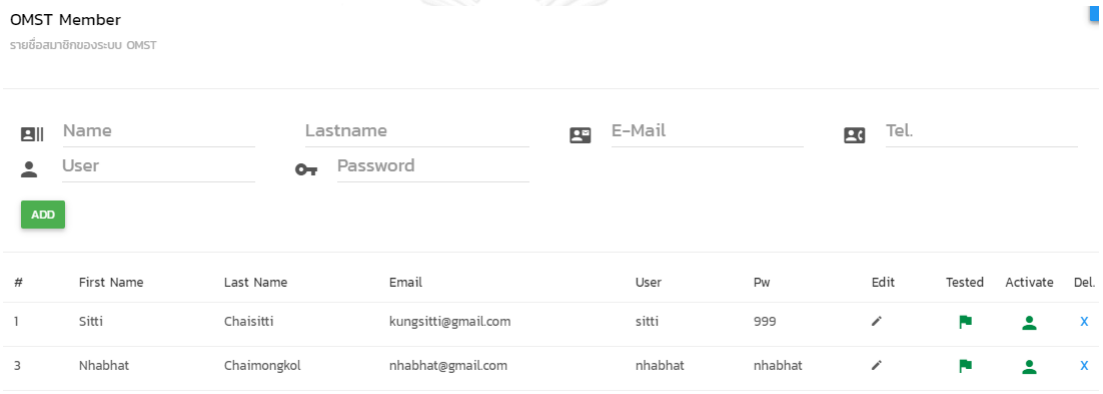
ตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบและรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ หลังจากได้องค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายเรียบร้อยแล้ว นำองค์ประกอบที่ได้มาออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบต่อไป สำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบและรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการออกแบบ และ 2) ขั้นตอนการพัฒนาระบบการทดสอบ โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนการออกแบบ

สำหรับขั้นตอนการออกแบบระบบแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การออกแบบระบบการลงทะเบียน 2) การออกแบบระบบสร้างชุดข้อสอบ 3) การออกแบบระบบการประมาณค่าความสามารถ 4) การออกแบบระบบการคัดเลือกข้อสอบ 5) การออกแบบหน้าจอระบบการทดสอบ 6) การออกแบบระบบรายงานผลการทดสอบ และ 7) การออกแบบระบบประเมินระบบการทดสอบ

ขั้นที่ 1 การออกแบบระบบการลงทะเบียน

ในการออกแบบระบบการลงทะเบียนได้ดำเนินการกำหนดข้อมูล (field) ที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยกรอกข้อมูลลงไปในการลงทะเบียน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้แสดงในการรายงานผลการทดสอบต่อไป โดยข้อมูลที่กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยกรอกได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ อีเมล การศึกษา อาชีพ และคำถามเพื่อสำรวจว่ากลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเคยผ่านการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีหรือไม่ นอกจากนี้ยังออกแบบระบบการลงทะเบียนให้มีการยืนยันตัวตนผ่านอีเมลกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อป้องการอีเมลขยะ (spam mail) เข้ามารบกวนการทำงานของระบบ ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกคนต้องดำเนินการคลิกลิงค์เพื่อยืนยันตัวตนก่อนเข้าสู่ระบบการทดสอบ โดยหน้าการจัดการระบบการลงทะเบียนแสดงดังภาพที่ 12

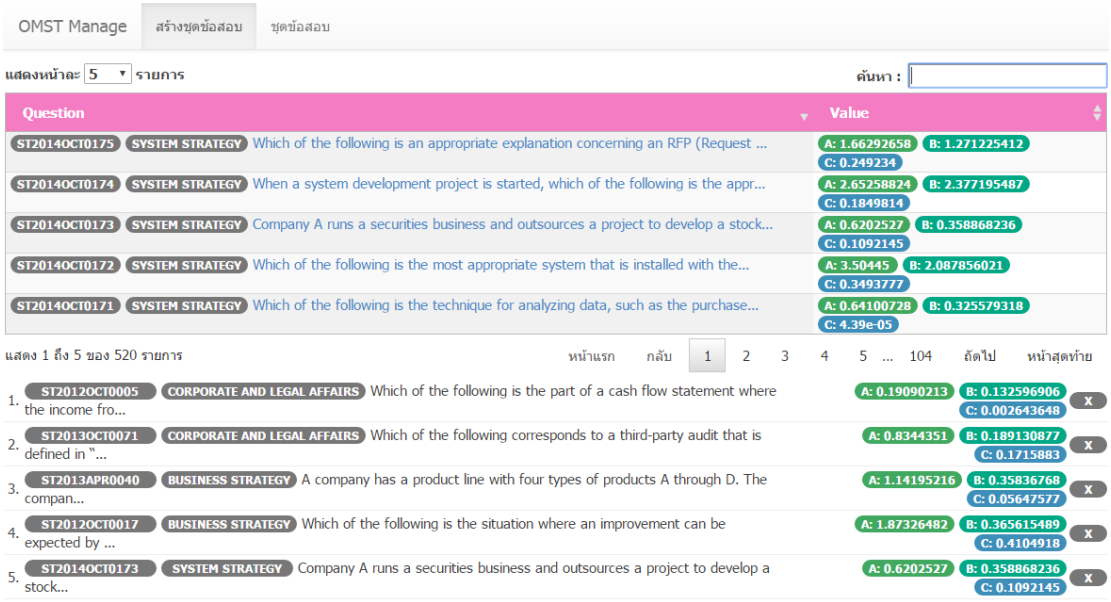


ภาพที่ 12 การจัดการระบบการลงทะเบียน

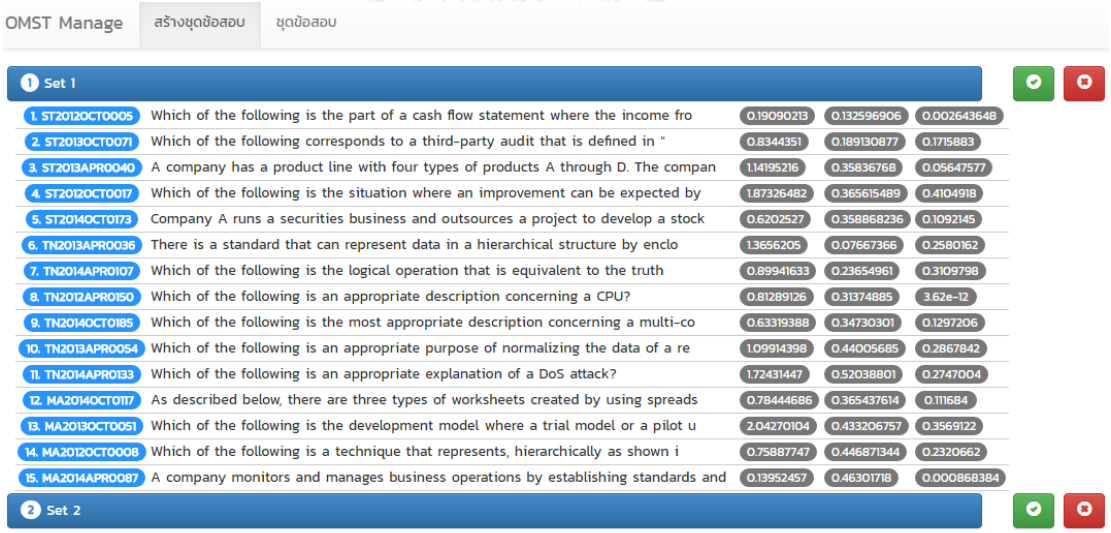
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 2 การออกแบบระบบสร้างชุดข้อสอบ

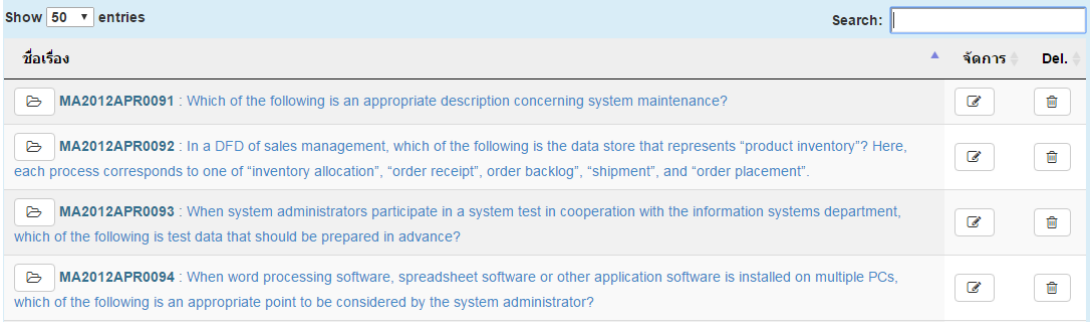
สำหรับการทดสอบในขั้นแรก (stage) ผู้วิจัยต้องดำเนินการจัดชุดข้อสอบจำนวน 15 ชุดไว้ล่วงหน้า โดยเป็นข้อสอบที่มีความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5 ซึ่งผู้วิจัยจะดำเนินการจัดชุดข้อสอบไว้ทั้งสิ้นจำนวน 5 ชุด เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ชุดข้อสอบชุดแรกซึ่งมาจากการสุ่มโดยผู้วิจัยได้ออกแบบระบบสร้างชุดข้อสอบขึ้น เพื่อให้สะดวกต่อการจัดชุดข้อสอบ โดยระบบการสร้างชุดข้อสอบจะประกอบด้วยฐานข้อมูลซึ่งมีข้อสอบในคลังทั้งสิ้น 520 ข้อ และชุดข้อสอบที่ดำเนินการสร้างขึ้น โดยรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 13 ถึง 14



ภาพที่ 13 ฐานข้อมูลสำหรับการสร้างชุดข้อสอบ



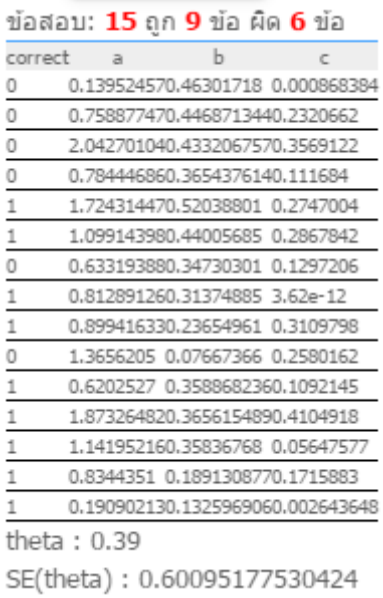
ภาพที่ 14 ชุดข้อสอบสำหรับการทดสอบขั้นแรก



ภาพที่ 15 คลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีในระบบการทดสอบ

ขั้นที่ 3 การออกแบบระบบการประมาณค่าความสามารถ

สำหรับขั้นตอนการออกแบบระบบการประมาณค่า ใช้การประมาณค่าร่วมกัน 2 แบบ ได้แก่ วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation: MLE) และวิธีการประมาณค่าด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (expected a posterior: EAP) ซึ่งวิธีการประมาณค่าด้วยค่าคาดหวังภายหลังจะใช้สำหรับกรณีผู้สอบตอบข้อสอบถูกหรือผิดทุกข้อ หากผู้สอบตอบข้อสอบถูกและผิดผสมกันจะใช้วิธีการประมาณค่าด้วยวิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด โดยกระบวนการประมาณค่าความสามารถผู้สอบในการพัฒนาระบบได้ดำเนินการถอดกระบวนการ (algorithm) ของโปรแกรม R จากชุดคำสั่งสำเร็จรูป (package) irtoys เพื่อนำมาพัฒนาเป็นกระบวนการแบบออนไลน์ ซึ่งพัฒนาขึ้นด้วยภาษา PHP โดยตัวอย่างการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (MLE) และวิธีการประมาณค่าด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (EAP) สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 16 และ 17



ข้อสอบ: **15** ถูก **9** ข้อ ผิด **6** ข้อ

correct	a	b	c
0	0.13952457	0.46301718	0.000868384
0	0.75887747	0.44687134	40.2320662
0	2.04270104	0.43320675	70.3569122
0	0.78444686	0.36543761	40.111684
1	1.72431447	0.52038801	0.2747004
1	1.09914398	0.44005685	0.2867842
0	0.63319388	0.34730301	0.1297206
1	0.81289126	0.31374885	3.62e-12
1	0.89941633	0.23654961	0.3109798
0	1.3656205	0.07667366	0.2580162
1	0.6202527	0.35886823	60.1092145
1	1.87326482	0.36561548	90.4104918
1	1.14195216	0.35836768	0.05647577
1	0.8344351	0.18913087	70.1715883
1	0.19090213	0.13259690	60.002643648

theta : 0.39

SE(theta) : 0.60095177530424

ภาพที่ 16 การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด (MLE)

ข้อสอบ: **15** ถูก **15** ข้อ ผิด **0** ข้อ

correct	a	b	c
1	0.13952457	0.46301718	0.000868384
1	0.75887747	0.4468713	440.2320662
1	2.04270104	0.4332067	570.3569122
1	0.78444686	0.3654376	140.111684
1	1.72431447	0.52038801	0.2747004
1	1.09914398	0.44005685	0.2867842
1	0.63319388	0.34730301	0.1297206
1	0.81289126	0.31374885	3.62e-12
1	0.89941633	0.23654961	0.3109798
1	1.3656205	0.07667366	0.2580162
1	0.6202527	0.3588682	360.1092145
1	1.87326482	0.3656154	890.4104918
1	1.14195216	0.35836768	0.05647577
1	0.8344351	0.1891308	770.1715883
1	0.19090213	0.1325969	060.002643648

EAP theta : 1.9047296558289
EAP SE(theta) : 0.65925056122026

ภาพที่ 17 การประมาณค่าความสามารถด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (EAP)

ขั้นที่ 4 การออกแบบระบบการเลือกข้อสอบ

สำหรับการออกแบบระบบการเลือกข้อสอบสำหรับการวิจัยนี้ ใช้ดัชนีความสำคัญสูงสุด (maximum priority index: MPI) ในการเลือกข้อสอบสำหรับขั้นถัดไป โดยในการเลือกข้อสอบมีการจัดแบ่งคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) ควบคุมการเปิดเผยข้อสอบ (exposure rate) ด้วยวิธี Sympson & Hetter และควบคุมเนื้อหาของแบบทดสอบ (content balance) ให้เป็นไปตามมาตรฐานข้อสอบวิชาชีพไอทีซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด 9 กลุ่ม โดยลำดับการคัดเลือกข้อสอบมีดังนี้

1) แบ่งคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีออกเป็น 9 กลุ่ม (group) ตามเนื้อหาข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่กำหนดไว้

2) จัดเรียงค่าความยาก (item difficulty: b) ของข้อสอบแต่ละกลุ่ม โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก และแบ่งค่าความยากในแต่ละกลุ่มออกเป็น 9 บล็อค (block) โดยเรียงลำดับบล็อคจากค่าความยากน้อยที่สุดไปมากที่สุด

3) เรียงค่าอำนาจจำแนก (item discrimination: a) จากน้อยสุดไปหาค่ามากสุด ในแต่ละบล็อค เลือกข้อสอบจัดลงในชุด (strata) เรียงตามค่าอำนาจจำแนก โดยข้อสอบข้อแรกในบล็อคหรือข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกน้อยที่สุด จะถูกเลือกจัดลงในชุดเป็นลำดับแรก และข้อที่สองจะถูกจัด

อยู่ในชุดที่สอง ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งข้อสุดท้ายหรือข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกมากที่สุด จะถูกจัดลงในชุดสุดท้าย

4) ดำเนินการรวมทุกชุด (strata) ตามเนื้อหาแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน เพื่อเรียกรวมว่าชุดที่หนึ่ง (stratum one) จนกระทั่งครบทุกชุด (stratum)

5) นำค่าความสามารถ (Θ) ที่ได้จากขั้นก่อนหน้า ไปคำนวณสารสนเทศของข้อสอบ (item information: I(Θ)) ทุกข้อในคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที

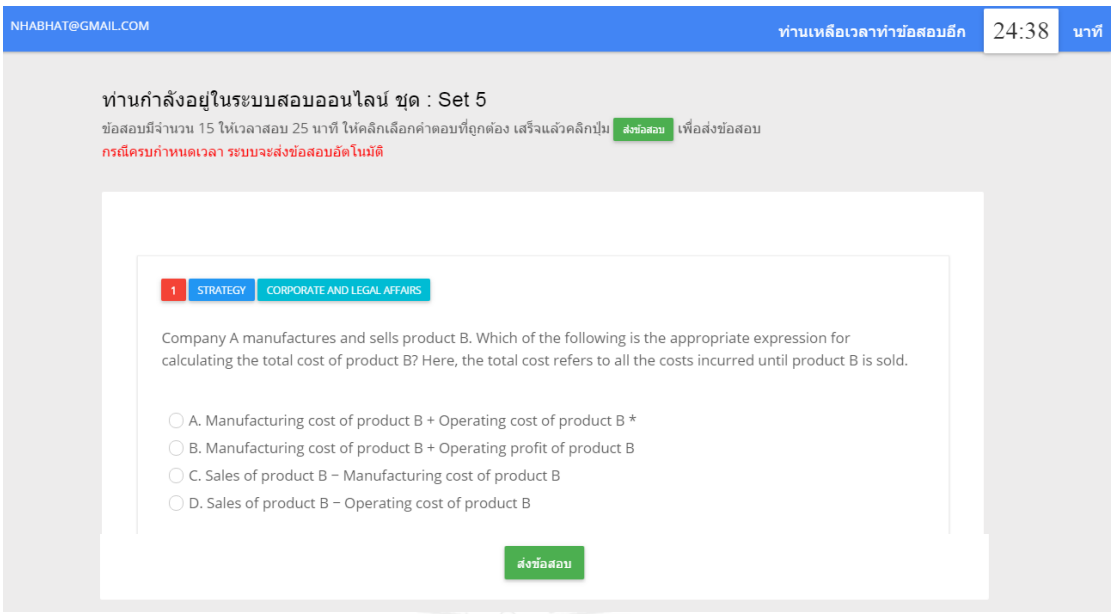
6) คำนวณค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อนำไปคูณกับค่าสารสนเทศข้อสอบแต่ละข้อเพื่อหาค่าดัชนีความสำคัญ (Priority Index)

7) ดำเนินการเลือกข้อสอบข้อที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุด โดยคำนึงถึงการจัดคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนก ความครอบคลุมของเนื้อหา และควบคุมการเปิดเผยของข้อสอบไม่ให้มีการเลือกข้อสอบข้อเดิมซ้ำเกินร้อยละ 20 จากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งหมด

8) กรณีค่าดัชนีความสำคัญสูงที่สุดมีค่าเท่ากัน ให้พิจาณาเลือกข้อที่มีค่าสารสนเทศของข้อสอบมากที่สุดแทน

ขั้นที่ 5 การออกแบบหน้าจอระบบการทดสอบ

สำหรับหน้าจอการทดสอบจะมีองค์ประกอบหลักที่แสดงได้แก่ ชุดข้อสอบที่ผู้สอบกำลังดำเนินการทดสอบ แถบแสดงสถานะเนื้อหาที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยกำลังดำเนินการทดสอบข้อสอบและตัวเลือกสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ และระยะเวลาสำหรับการทำแบบทดสอบ โดยในแต่ละขั้น กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะใช้เวลาทำการทดสอบขั้นละ 25 นาที หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยกดส่งข้อสอบระบบจะดำเนินการประมาณค่าความสามารถและจัดชุดข้อสอบชุดใหม่ให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำ ตามระดับความสามารถของผู้สอบ แต่หากหมดเวลาก่อนกดส่งข้อสอบระบบจะดำเนินการส่งข้อสอบอัตโนมัติทันที และดำเนินการความสามารถและจัดชุดข้อสอบชุดใหม่ให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยดำเนินการทดสอบต่อไป โดยการออกแบบหน้าจอระบบการทดสอบแสดงดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การออกแบบหน้าจอระบบการทดสอบ

ขั้นที่ 6 การออกแบบระบบรายงานผลการทดสอบ

สำหรับรายงานผลการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 รายงานได้แก่รายงานข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และรายงานข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) โดยรูปแบบรายงานจะประกอบด้วยข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ อีเมล การศึกษา อาชีพ และคำถามซึ่งสำรวจว่ากลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเคยสอบผ่านการทดสอบมาตรฐานอาชีพไอที ระดับไอพีหรือไม่ ซึ่งข้อมูลในส่วนของรายงานผลการทดสอบแบบทั่วไป จะแสดงจำนวนข้นทั้งหมดที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ดำเนินการทดสอบ และแสดงผลการตอบข้อสอบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย หลังจากนั้นมีการปรับข้อมูลเป็นร้อยละเพื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์การผ่านการทดสอบ โดยหากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยผ่านเกณฑ์การทดสอบในแต่ละด้านมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30 และคะแนนร้อยละรวมทุกด้านมากกว่าหรือเท่ากับ 55 ระบบจะดำเนินการแสดงผลรายงานข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา แต่หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยไม่ผ่านเกณฑ์ จะแสดงเฉพาะผลการตอบข้อสอบหรือข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปเท่านั้น

ขั้นที่ 6 การออกแบบระบบประเมินระบบการทดสอบ

สำหรับการประเมินระบบการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จะใช้แบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) โดยมีองค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ภาพรวมระบบ

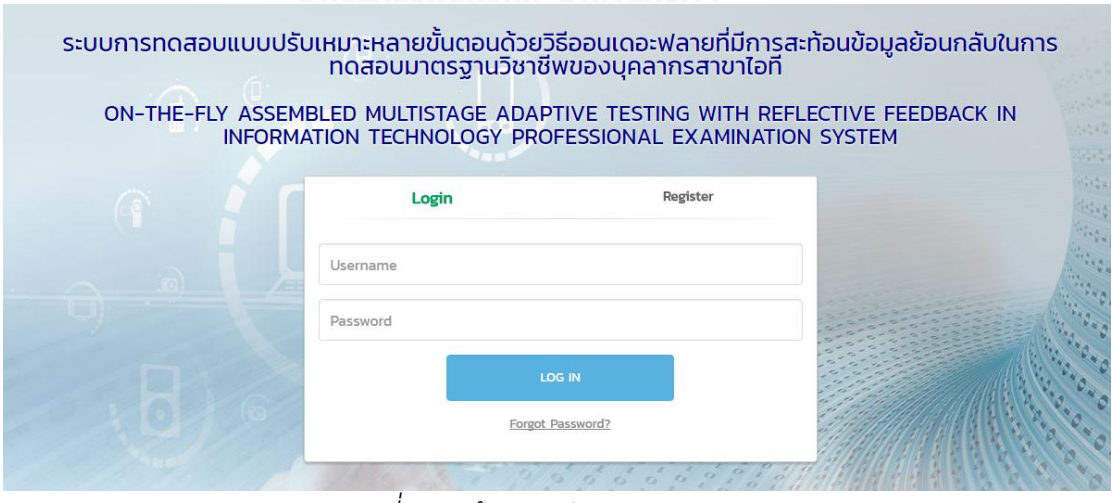
(overall) 2) หน้าจอ (screen) 3) คำศัพท์และสารสนเทศระบบ (terminology and system information) 4) การเรียนรู้ (learning) และ 5) ความสามารถของระบบ (system capabilities) โดยรายละเอียดแบบประเมินแสดงดังภาพผนวก ค ซึ่งในการตอบแบบประเมินกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะดำเนินการตอบเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 หรือกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำข้อสอบครบ 7 ขั้น โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องดำเนินการตอบแบบประเมินทุกข้อ หากไม่ตอบแบบประเมิน จะไม่สามารถเข้าดูรายงานได้

- ขั้นตอนการพัฒนาระบบการทดสอบ

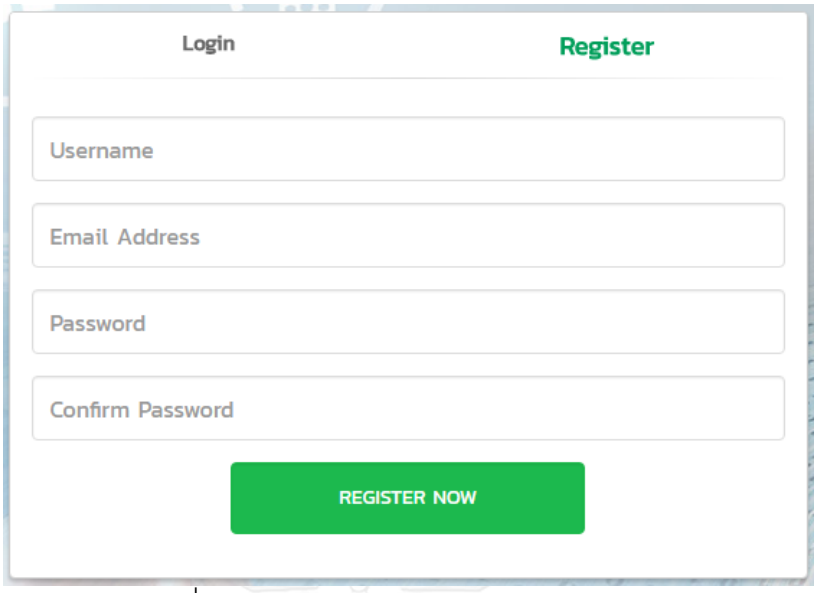
สำหรับการพัฒนาระบบการทดสอบแบ่งการทำงานออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การลงทะเบียนสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 2) การเข้าสู่ระบบการทดสอบ 3) การดำเนินการทดสอบ 4) การยุติการทดสอบ 5) การประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ และ 6) การรายงานผลการทดสอบ โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การลงทะเบียนสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

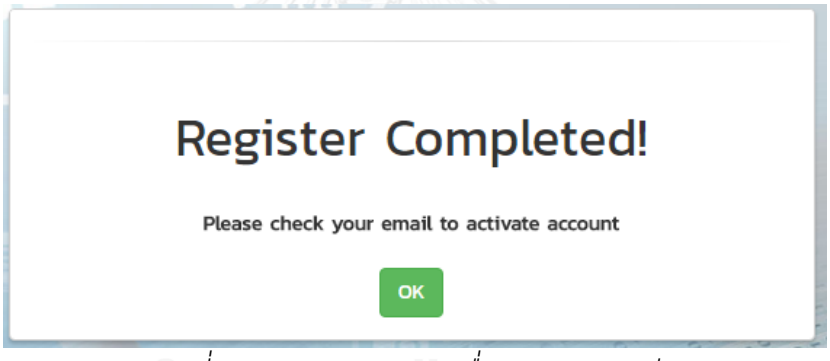
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกคนต้องดำเนินการลงทะเบียนก่อนเข้ารับการทดสอบ โดยเปิดเข้าเว็บไซต์ http://www.oneinthai.com/omst/member/ จะปรากฏข้อมูลดังภาพที่ 19 หลังจากนั้นเลือกเมนู register เพื่อลงทะเบียน โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องกรอกรหัสผู้ใช้ (usename) อีเมล (e-mail) และรหัสผ่าน (password) โดยหน้าจอการลงทะเบียนแสดงดังภาพที่ 20 เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อย กดปุ่ม register now เพื่อส่งข้อมูลไปยังดูแลระบบ จะแสดงข้อความ register completeแสดงดังภาพที่ 21



ภาพที่ 19 หน้าจอหลักระบบการทดสอบ

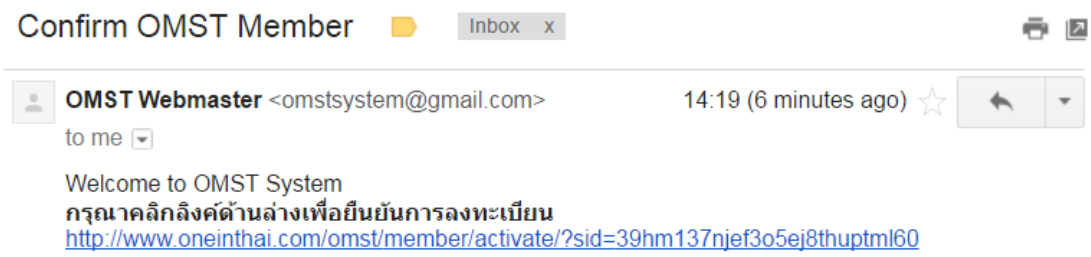


ภาพที่ 20 การลงทะเบียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย



ภาพที่ 21 การแสดงสถานะเมื่อกดปุ่มลงทะเบียน

หลังจากกดปุ่มลงทะเบียนแล้วระบบจะส่งข้อความเพื่อยืนยันตัวตนไปยังอีเมล (e-mail) ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เนื่องจากหลังการทดสอบเสร็จสิ้น ระบบจะดำเนินการส่งผลการทดสอบไปยังอีเมลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยข้อความยืนยันตัวตนซึ่งถูกส่งไปยังอีเมล แสดงดังภาพที่ 22 หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องดำเนินการคลิกลิงค์ที่แนบมากับอีเมล เพื่อทำการยืนยันตัวตน เมื่อคลิกลิงค์เรียบร้อยจะปรากฏข้อความยืนยันการสมัครสมาชิกที่สมบูรณ์ โดยข้อความยืนยันการสมัครสมาชิกแสดงดังภาพที่ 23

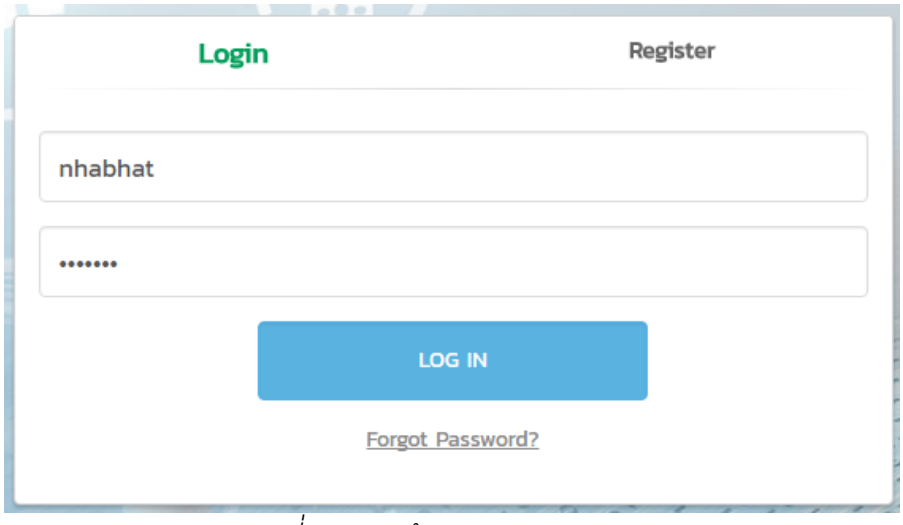


ภาพที่ 22 ข้อความยืนยันตัวตนในการลงทะเบียน

ภาพที่ 23 ข้อความยืนยันการสมัครสมาชิกสมบูรณ์

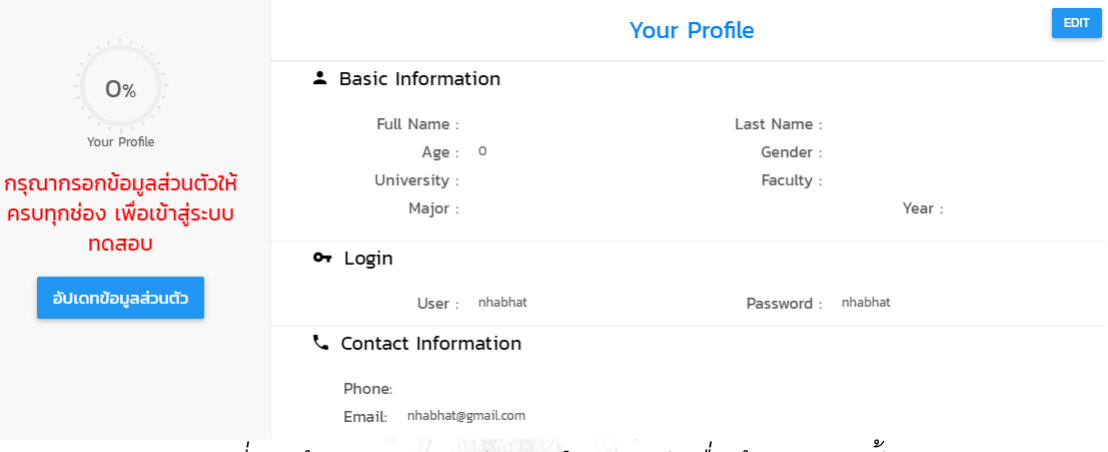
ขั้นที่ 2 การเข้าสู่ระบบการทดสอบ

เมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ยืนยันการสมัครสมาชิกสมบูรณ์แล้ว จะดำเนินการเข้าสู่ระบบการทดสอบในหน้าแรก โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยดำเนินการกรอกรหัสผู้ใช้งาน (username) และรหัส (password) หลังจากนั้นกดปุ่ม login เพื่อเข้าสู่ระบบ รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 24

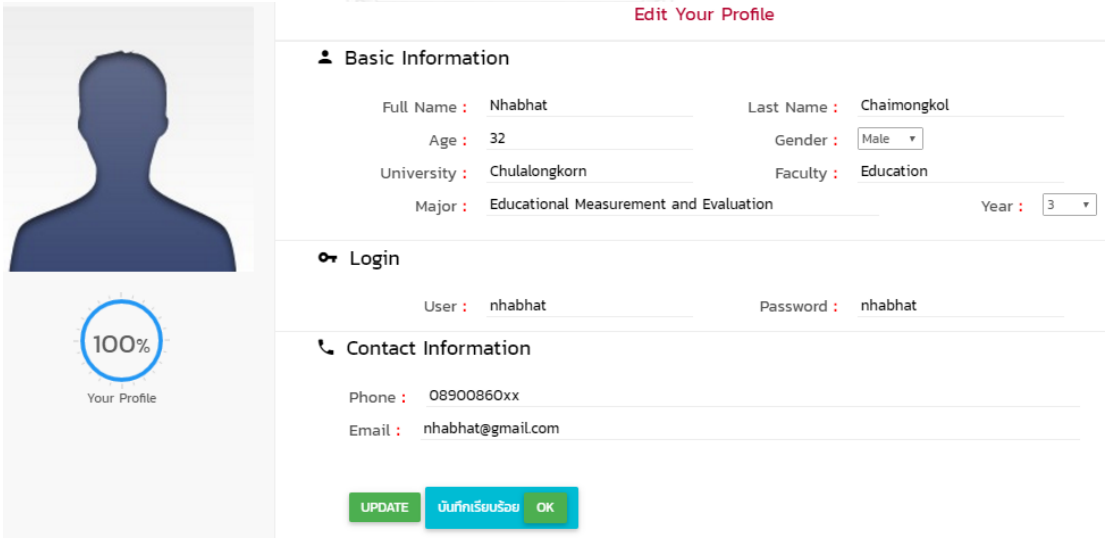


ภาพที่ 24 การเข้าระบบการทดสอบ

เมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเข้าสู่ระบบการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงหน้ารายละเอียดข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ดังภาพที่ 25 โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องดำเนินการกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนเพื่อนำไปใช้ในการออกผลรายงานการทดสอบ หลังการทดสอบเสร็จสิ้น โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคลิ๊กปุ่ม edit เพื่อแก้ไขข้อมูล หลังจากแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้วกดปุ่มอัปเดทข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลจะแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 26 และกดปุ่ม ok เพื่อเข้าสู่ระบบการทดสอบ



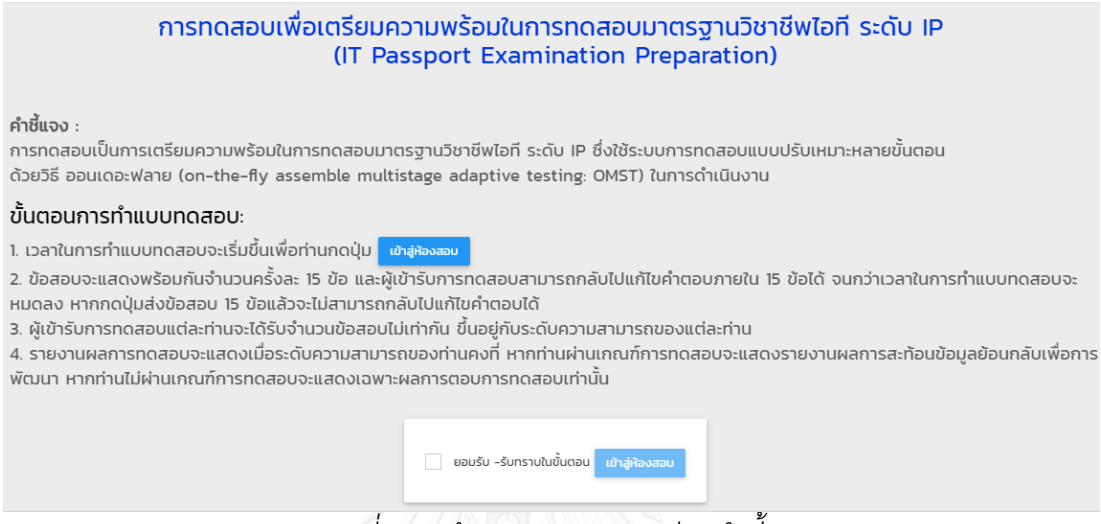
ภาพที่ 25 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเมื่อเข้าสู่ระบบครั้งแรก



ภาพที่ 26 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยหลังการอัพเดท

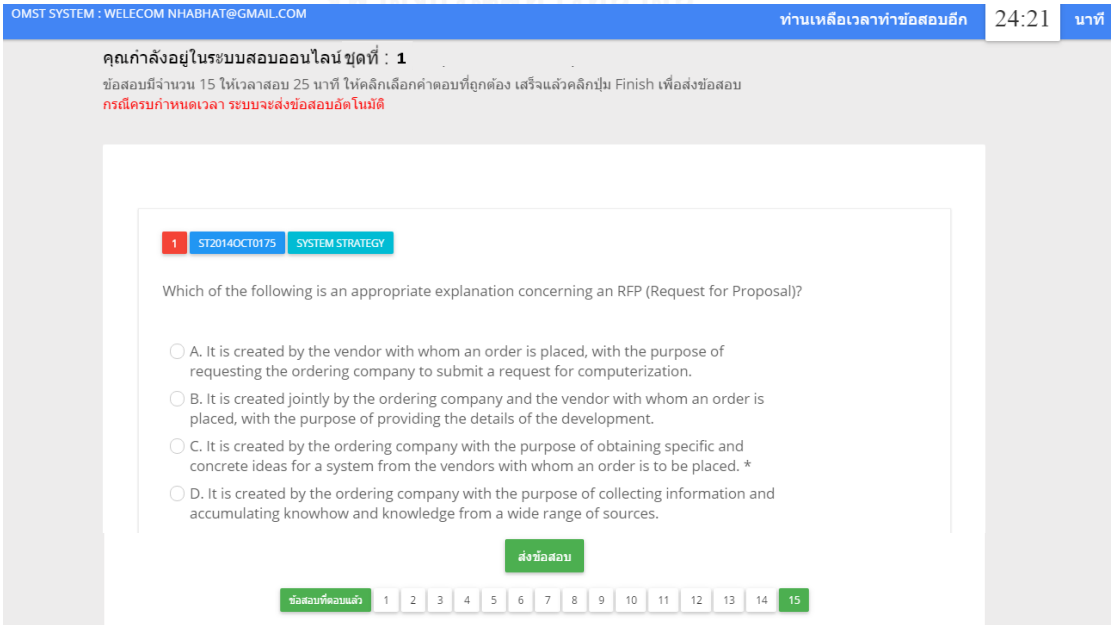
ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดสอบ

เมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยอัปเดทข้อมูลส่วนตัวเรียบร้อย ระบบจะแสดงหน้าคำชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบ ซึ่งระบบการทดสอบนี้เป็นระบบที่จัดทำขึ้นเพื่อเตรียมความพร้อมในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP โดยรายละเอียดหน้าจอคำชี้แจงแสดงดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 หน้าจอแสดงรายละเอียดคำชี้แจง

เมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยอ่านคำชี้แจงเรียบร้อยแล้ว กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องกดยอมรับและรับทราบขั้นการการทดสอบและเข้าสู่ห้องสอบ เมื่อกดปุ่มเข้าสู่ห้องสอบแล้วจะแสดงข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ชุดที่ 1

ในการทดสอบกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะได้รับข้อสอบครั้งละจำนวน 15 ข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมตามข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกลยุทธ์ (strategy) ด้านการจัดการ (management) และด้านเทคโนโลยี (technology) โดยสถานะชุดข้อสอบจะแสดงอยู่ด้านบนของแบบทดสอบ พร้อมระยะเวลาในการทดสอบ สำหรับข้อสอบในชุดแรก ผู้จัดการทดสอบจะคัดเลือกมาจากคลังข้อสอบทั้งหมด โดยดำเนินการจัดชุดไว้ตามความครอบคลุมของเนื้อหา และเป็นข้อสอบที่มีระดับความยาก (difficulty) ปานกลาง หลังจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอบข้อสอบจำนวน 15 ข้อเสร็จเรียบร้อยแล้ว กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะทำการส่งข้อสอบโดยกดปุ่มส่งข้อสอบ หลังจากนั้นระบบจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และนำค่าความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้ในการคำนวณดัชนีความสำคัญสูงสุด (maximum priority index: MPI) เพื่อคัดเลือกข้อสอบในลำดับถัดไป โดยในการคัดเลือกข้อสอบมีการจัดแบ่งคลังข้อสอบไว้ 4 ชุด ตามค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) และมีการควบคุมการเปิดเผยข้อสอบ (exposure rate) ด้วยวิธี Sympson & Hetter

เมื่อได้ค่า MPI พร้อมทั้งควบคุมเงื่อนไขต่างๆ เรียบร้อย ระบบจะทำการจัดชุดข้อสอบใหม่จำนวน 15 ข้อเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยดำเนินการทดสอบ โดยมีการตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนดไว้ โดยรายละเอียดข้อสอบในชุดที่ 2 แสดงดังภาพที่ 29

ภาพที่ 29 ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ชุดที่ 2

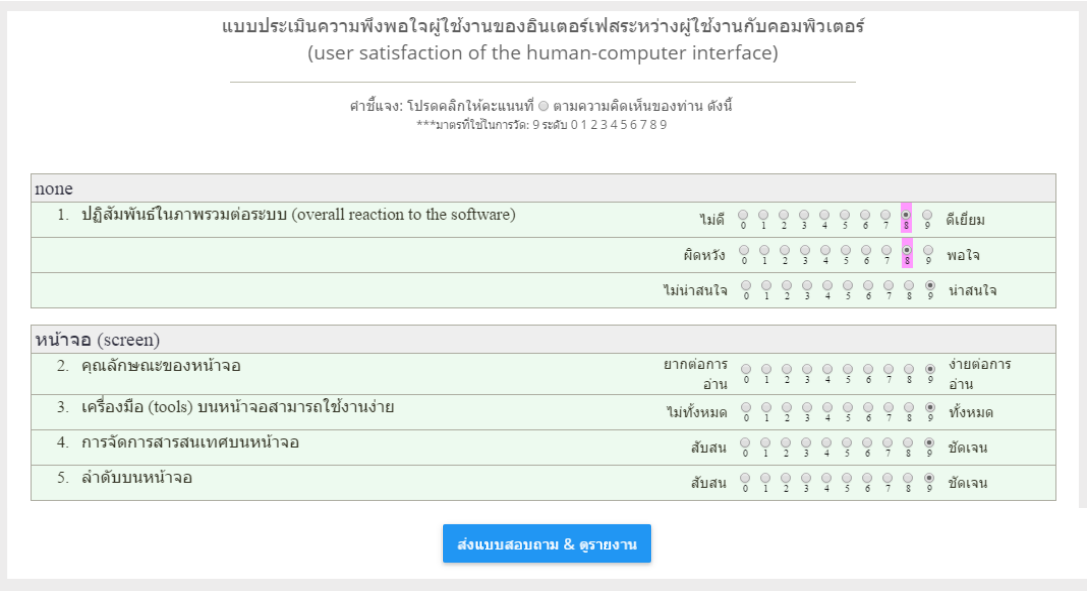
ขั้นที่ 4 การยุติการทดสอบ

ในการทดสอบกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องดำเนินการทดสอบอย่างน้อย 2 ชุดการทดสอบหรือต้องทำข้อสอบจำนวน 30 ข้อ เป็นอย่างน้อย หากเมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอบผลการ

ทดสอบในชุดการทดสอบแล้วพบว่า ค่าความสามารถของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมีความคงเส้นคงว่า โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 ระบบจะทำการยุติการทดสอบ และจะแสดงหน้าการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องทำการประเมินคุณภาพทุกคน หากไม่ทำการประเมิน ระบบจะไม่ออกรายงานผลให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยดำเนินการทำข้อสอบแล้วปรากฏว่าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานยังมากกว่า 0.3 ระบบ จะทำการเลือกข้อสอบมาให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำอีกจำนวน 15 ข้อ ทีละหนึ่งชุดไปเรื่อยๆ จนกว่ากลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 แต่หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำข้อสอบไปแล้วทั้งสิ้นจำนวน 7 ชุด หรือ 105 ข้อแล้ว ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานยังไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 ระบบจะยุติการทดสอบโดยอัตโนมัติ และจะแสดงหน้าการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบทันที หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องทำการประเมินคุณภาพเพื่อเข้าดูรายงานผลการทดสอบ

ขั้นที่ 5 การประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ

เมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำข้อสอบเสร็จสิ้นโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือทำข้อสอบทั้งสิ้นจำนวน 7 ชุด แล้วยังมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการแสดงหน้าการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประเมิน โดยการประเมินจะใช้การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องทำการประเมินทุกข้อมิเช่นนั้นระบบจะไม่แสดงผลการทดสอบ หลังกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยส่งผลการประเมินเรียบร้อย ระบบจะแสดงผลรายงานการทดสอบต่อไป สำหรับหน้าจอการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบแสดงดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 การประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ

ขั้นที่ 6 การรายงานผลการทดสอบ

สำหรับการออกผลรายงานผลการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะต้องดำเนินการประเมินคุณภาพระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ให้เรียบร้อยก่อน เมื่อดำเนินการประเมินผลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะรายงานผลการทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทราบ โดยรายงานผลการทดสอบแบ่งออกเป็นสองส่วนได้แก่ รายงานผลการทดสอบแบบทั่วไป โดยจะรายงานเฉพาะจำนวนข้อที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอบข้อสอบถูกและผิดในแต่ละด้าน และส่วนที่สองคือรายงานผลเพื่อสะท้อนข้อมูลในการพัฒนาจะดำเนินการรายงานผลเมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยผ่านเกณฑ์การทดสอบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยตัวอย่างรายงานผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 31 และภาพที่ 32

SCORE AND FEEDBACK REPORT

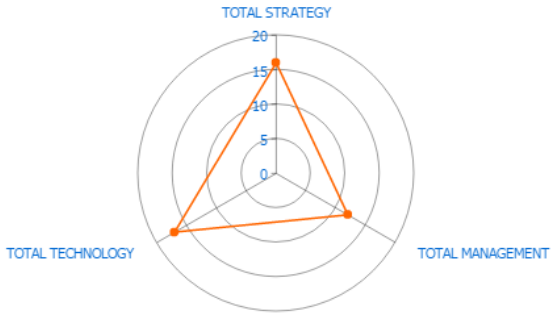
Information Technology Professional Examination: IP Level

PRINT DATE	REG. NO.
18/07/2016	IP1246

NAME		GENDER	AGE	E-MAIL
FIRST	LAST			
nhabhat	chaimongkol	Male	32	nhabhat@gmail.com

EDUCATION	OCCUPATION	DO YOU PASS ITPE: IP LEVEL?
MASTER DEGREE	IT	YES

STAGE	FIELD	CATEGORY	QUNATITY (ITEM)	CORRECT	SCALED SCORES
4	STRATEGY	CORPORATE AND LEGAL AFFAAIR	8	7	87.50%
		BUSINESS STRATEGY	8	7	87.50%
		SYSTEM STRATEGY	4	2	50.00%
		TOTAL STRATEGY	20	16	80.00%
	MANAGEMENT	DEVELOPMENT TECHNOLOGY	8	6	75.00%
		PROJECT MANAGEMENT	4	3	75.00%
		SERVICE MANAGEMENT	4	3	75.00%
		TOTAL MANAGEMENT	16	12	75.00%
	TECHNOLOGY	BASIC THEORY	8	6	75.00%
		COMPUTER SYSTEM	8	6	75.00%
		TECHNICAL ELEMENT	8	5	62.50%
		TOTAL TECHNOLOGY	24	17	70.83%
TOTAL			60	45	75.00%



YOU GET: 75.00% PASS

ท่านได้คะแนนด้าน กลยุทธ์ (strategy) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.00

แนวโน้มอาชีพที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของท่านคือ นักกลยุทธ์ (strategist) บทบาทของนักกลยุทธ์ คือ การกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานที่มีประโยชน์กับการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งด้านการปฏิรูป การสร้างความชำนาญ และการใช้งานให้เหมาะสมกับกลยุทธ์ความร่วมมือทางธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ต้องการความร่วมมือ เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ระบบแบบฝังตัว (embeded system product) ซึ่งมีการกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าผ่านประโยชน์ของซอฟต์แวร์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 31 ตัวอย่างรายงานผลการทดสอบกรณีผ่านการทดสอบ

STAGE	FIELD	CATEGORY	QUNATITY (ITEM)	CORRECT	SCALED SCORES
4	STRATEGY	CORPORATE AND LEGAL AFFAAIR	8	4	50.00%
		BUSINESS STRATEGY	8	3	37.50%
		SYSTEM STRATEGY	4	2	50.00%
		TOTAL STRATEGY	20	9	45.00%
	MANAGEMENT	DEVELOPMENT TECHNOLOGY	8	7	87.50%
		PROJECT MANAGEMENT	4	2	50.00%
		SERVICE MANAGEMENT	4	3	75.00%
		TOTAL MANAGEMENT	16	12	75.00%
	TECHNOLOGY	BASIC THEORY	8	4	50.00%
		COMPUTER SYSTEM	8	2	25.00%
		TECHNICAL ELEMENT	8	4	50.00%
		TOTAL TECHNOLOGY	24	10	41.67%
TOTAL			60	31	51.67%

คุณไม่ผ่านการทดสอบ

ภาพที่ 32 ตัวอย่างรายงานผลการทดสอบกรณีไม่ผ่านการทดสอบ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (Information Technology Professional Examination: ITPE) **ระดับ** IT Passport สำหรับข้อสอบที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบการทดสอบ เป็นข้อสอบระหว่างปี พ.ศ.2012-2014 จำนวน 600 ข้อ โดยในการวิเคราะห์ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที จะใช้ผลการตอบข้อสอบซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ซึ่งจำนวนของผู้ตอบข้อสอบในแต่ละปีแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนผู้ตอบข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำแนกตามปีและรอบการสอบ

ปีและรอบการสอบ	จำนวน (คน)
1. ปี 2012 รอบ เมษายน	1,433
2. ปี 2012 รอบ ตุลาคม	2,148
3. ปี 2013 รอบ เมษายน	1,043
4. ปี 2013 รอบ ตุลาคม	1,798
5. ปี 2014 รอบ เมษายน	973
6. ปี 2014 รอบ ตุลาคม	939
รวม	**8,334**

สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสามส่วน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อสอบ 2) การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และ 3) การวิเคราะห์เพื่อจัดทำคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที

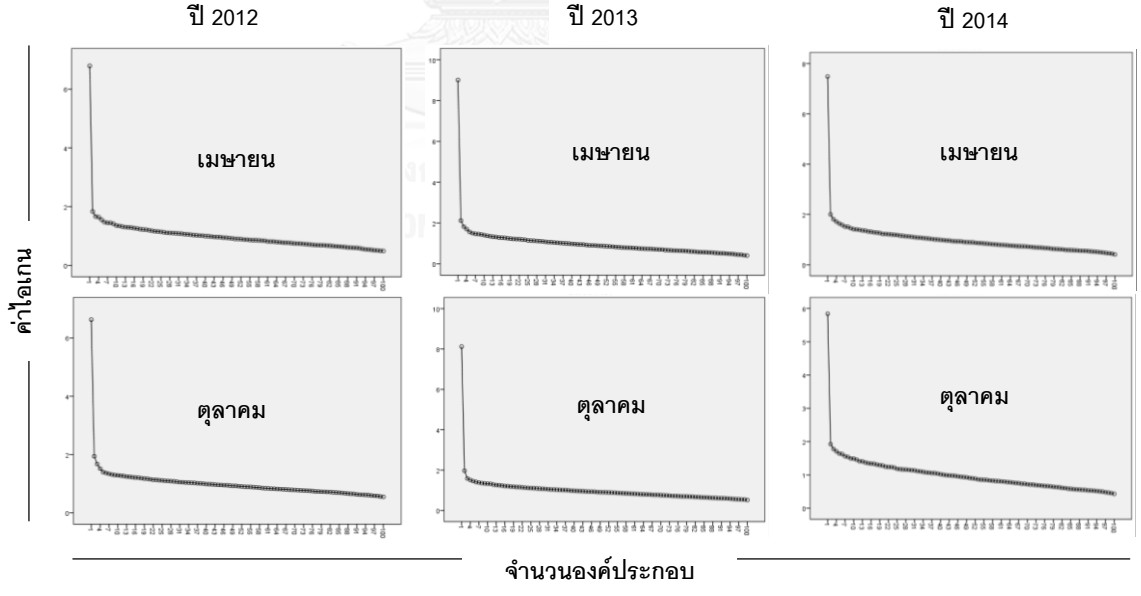
- การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อสอบ

สำหรับการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อสอบ จะใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (exploratory factor analysis: EFA) และการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (reliability) ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ จะพิจารณาเฉพาะค่าไอเกน (eigen value) ที่มีค่ามากกว่าหนึ่งขึ้นไป โดยเป็นค่าไอเกนที่มีค่าสูงสูงซึ่งอยู่ในองค์ประกอบแรกและค่าไอเกนลำดับรองลงมาเพื่อทำมาเปรียบเทียบอัตราส่วน สำหรับเกณฑ์ในการพิจาณาจะใช้การเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนขององค์ประกอบแรกเทียบกับค่าไอเกนขององค์ประกอบอื่น หากมีค่าอัตราส่วนมากกว่า 3.00 เท่าขึ้นไป จะแสดงถึงความเป็นเอกมิติ (unidimenstionality) ของข้อสอบ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบทุกชุดมีค่าอัตราส่วนไอเกนมากกว่า 3.00 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีมีการวัดคุณลักษณะที่เป็นเอกมิติ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 อัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนขององค์ประกอบแรกเทียบกับค่าไอเกนขององค์ประกอบที่สอง

ปีและรอบการสอบ	อัตราส่วนระหว่างค่าไอเกนขององค์ประกอบแรกเทียบกับค่าไอเกนขององค์ประกอบที่สอง
1. ปี 2012 รอบ เมษายน	3.71
2. ปี 2012 รอบ ตุลาคม	3.41
3. ปี 2013 รอบ เมษายน	4.25
4. ปี 2013 รอบ ตุลาคม	4.13
5. ปี 2014 รอบ เมษายน	3.74
6. ปี 2014 รอบ ตุลาคม	3.04

นอกจากนี้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจโดยการพล็อต scree plot เห็นได้ว่าข้อมูลในองค์ประกอบที่หนึ่งและองค์ประกอบถัดไปมีค่าไอเกนที่แตกต่างกันมาก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นเอกมิติของข้อสอบทั้ง 6 ชุด รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 scree plot จำแนกตามปีและรอบการสอบ

สำหรับการตรวจสอบความเป็นเอกมิติด้วยค่าความเที่ยงใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาก (Cronbach's alpha coefficient) โดยผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบมีค่าความเที่ยงสูงทุกชุด โดยมีค่าความเที่ยงมากกว่า 0.8 มีข้อสอบเพียงหนึ่งชุดเท่านั้นที่มีค่าความเที่ยง 0.79 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อสอบมีความเป็นเอกมิติ โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความเที่ยงของข้อสอบจำแนกตามปีและรอบการสอบ

ปีและรอบการสอบ	ค่าความเที่ยง
1. ปี 2012 รอบ เมษายน	0.83
2. ปี 2012 รอบ ตุลาคม	0.83
3. ปี 2013 รอบ เมษายน	0.87
4. ปี 2013 รอบ ตุลาคม	0.85
5. ปี 2014 รอบ เมษายน	0.84
6. ปี 2014 รอบ ตุลาคม	0.79

- การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

สำหรับการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากข้อสอบจำนวน 600 ข้อ ซึ่งใช้ในการทดสอบระหว่างปี 2012-2014 และปัจจุบันมีการเผยแพร่ชุดข้อสอบผ่านทางเว็บไซต์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยผลการตอบข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับไอพี ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเช่นกัน ซึ่งทางสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติได้ดำเนินการประสานกับประเทศญี่ปุ่นเพื่อขออนุญาตให้ใช้ข้อมูลผลการตอบข้อสอบในการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังคือ ค่าความยาก (b) อยู่ในช่วง -4 ถึง 4 ค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ในช่วง 0 ถึง α และความน่าจะเป็นในการเดา (c) ไม่เกิน 0.50 ซึ่งในการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบดำเนินการวิเคราะห์โดยโปรแกรม R ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภทฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย (open source) ด้วยชุดคำสั่งสำเร็จรูป irtoys ซึ่งเป็นชุดคำสั่งสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 520 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือก

ปีและรอบการสอบ	จำนวนข้อสอบ	จำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์
1. ปี 2012 รอบ เมษายน	100	87
2. ปี 2012 รอบ ตุลาคม	100	88
3. ปี 2013 รอบ เมษายน	100	86
4. ปี 2013 รอบ ตุลาคม	100	87
5. ปี 2014 รอบ เมษายน	100	88
6. ปี 2014 รอบ ตุลาคม	100	84
รวม	**600**	**520**

สำหรับข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าพารามิเตอร์ ค่าอำนาจจำแนก (a) ความยาก (b) และความน่าจะเป็นในการเดา (c) ในคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที จำนวน 520 ข้อ แสดงดังตารางที่ 15 และรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ในคลังทั้งหมดแสดงดังภาคผนวก จ

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพารามิเตอร์ในคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที

พารามิเตอร์	*M*	*SD*
ค่าอำนาจจำแนก (a)	1.47	1.71
ความยาก (b)	0.76	1.40
ความน่าจะเป็นในการเดา (c)	0.18	0.13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การวิเคราะห์เพื่อจัดทำคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที

สำหรับข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่นำมาใช้ในการจัดทำระบบ ยังไม่ได้มีการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ตามตามทฤษฎีของบลูม (bloom's taxonomy) ในการทำข้อสอบแต่ละข้อไว้ ผู้วิจัยจึงดำเนินการวิเคราะห์โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงตามจุดมุ่งหมายด้วยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนี IOC ซึ่งมากกว่า 0.5 ขึ้นไป สำหรับการประเมินจะใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 ท่าน โดยแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกลยุทธ์ จำนวน 5 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการ จำนวน 5 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี จำนวน 5 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเป็นผู้ที่จบการศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญบางท่านเคยเป็นคณะกรรมการในการออกข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีของ

ประเทศไทย สำหรับข้อสอบที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ตามตามทฤษฎีของบลูม เป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในการวิจัย ซึ่งจากข้อสอบทั้งหมด 600 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์เพื่อพัฒนาคลังข้อสอบ จำนวน 520 ข้อ ดังนั้นจึงนำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมเพียง 520 ข้อเท่านั้น โดยตัวอย่างแบบวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ตามตามทฤษฎีของบลูม เพื่อจัดทำคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีในแต่ละด้าน แสดงดังตารางที่ 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 16 แบบฟอร์มการตัดสินความตรงตามเนื้อหาข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที

แบบฟอร์มการตัดสินความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP
(Information Technology Professional Examination: ITPE (IT Passport Level)) ***ด้านเทคโนโลยี (Technology)***

ประเด็นพิจารณา:

1. ข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา
2. ข้อสอบมีลักษณะตรงกับพฤติกรรมที่กำหนด

คำชี้แจงในการตัดสิน:

+1 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

-1 หมายถึง ข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

ข้อ	เนื้อหา	พฤติกรรม	ข้อคำถามของแบบทดสอบ	การตัดสิน			ข้อเสนอแนะ	Answer
				+1	0	-1		
1	BASIC THEORY	UNDERSTAND	. When three balls are picked out consecutively from a box containing three white balls and four black balls, which of the following is the lowest probability? a) Probability of picking out the balls in order of black, black, black b) Probability of picking out the balls in order of black, black, white c) Probability of picking out the balls in order of black, white, black d) Probability of picking out the balls in order of white, black, black					a

ข้อ	เนื้อหา	พฤติกรรม	ข้อคำถามของแบบทดสอบ	การตัดสิน			ข้อเสนอแนะ	Answer
				+1	0	-1		
2	COMPUTER SYSTEM	UNDERSTAND	. If data is repeatedly added to and deleted from a hard disk on a PC, data may not be stored in consecutive areas on the hard disk. When no measures are taken, which of the following is a phenomenon that can occur? a) Viruses cannot be detected. b) Data cannot be written correctly. c) Data cannot be read correctly. d) Stored data cannot be read quickly.					d
3	TECHNOLOGY ELEMENT	UNDERSTAND	. Which of the following is an appropriate measure to avoid a shortage of total mailbox capacity in the mail server? a) Setting an upper limit for each user's mailbox capacity b) Implementing mirrored disks on the mail server c) Making a backup copy of the mail data d) Sending large e-mails all at once during hours when they do not adversely affect the transmission of other e-mails					a

แบบฟอร์มการตัดสินความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP
(Information Technology Professional Examination: ITPE (IT Passport Level)) *ด้านกลยุทธ์ (Strategy)*

ประเด็นพิจารณา:

1. ข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา
2. ข้อสอบมีลักษณะตรงกับพฤติกรรมที่กำหนด

คำชี้แจงในการตัดสิน:

+1 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

-1 หมายถึง ข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

ข้อ	เนื้อหา	พฤติกรรม	ข้อคำถามของแบบทดสอบ	การตัดสิน			ข้อเสนอแนะ	Answer
				+1	0	-1		
1	CORPORATE AND LEGAL AFFAIRS	REMEMBER	. Which of the following is an organization structure where each employee is under supervision of two or more managers but tries to achieve coordination between goal-based project management and the functional responsibilities of departments? a) Divisional system organization b) Intra-venture organization c) Functional organization d) Matrix organization					d
2	BUSINESS STRATEGY	REMEMBER	. Which of the following is a production system for high-mix low-volume production where one or a few staff members are in charge of all production processes from first to last, rather than for a division of labor based on the conveyor belt system? a) Cell production b) Fabless production c) Line production d) Lot production					a

ข้อ	เนื้อหา	พฤติกรรม	ข้อคำถามของแบบทดสอบ	การตัดสิน			ข้อเสนอแนะ	Answer
				+1	0	-1		
3	SYSTEM STRATEGY	APPLY	In the accounting department of Company *F*, the implementation of the accounting system (hereinafter called the new system) of Company *G*, which is engaged in IT service, is in progress. The accounting department is to outsource the maintenance and operation of the new system to Company *G* after the operation of the new system starts, so the accounting department decides to confirm details of the support content after the delivery of the new system with Company *G*. The basic service of Company *G* for maintenance and operation is as described below. [Basic service of Company *G* for maintenance and operation] (a) Questions about the new system are accepted via e-mail only on weekdays. The replies are sent back via e-mail. (b) Failures that occur in the new system are isolated, and bugs that are discovered are corrected. (c) The time for providing service for the new system operation is between 9:00 and 19:00 on weekdays. (d) If a failure occurs in the new system, the system is recovered within nine hours. Data backup is taken daily, and the data of one month is stored. If a disk failure occurs, the recovery of data up to the previous day is guaranteed.					c

แบบฟอร์มการตัดสินความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP

(Information Technology Professional Examination: ITPE (IT Passport Level)) *ด้านการจัดการ(Management)*

ประเด็นพิจารณา:

1. ข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา
2. ข้อสอบมีลักษณะตรงกับพฤติกรรมที่กำหนด

คำชี้แจงในการตัดสิน:

+1 หมายถึง ข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

-1 หมายถึง ข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนด

ข้อ	เนื้อหา	พฤติกรรม	ข้อคำถามของแบบทดสอบ	การตัดสิน			ข้อเสนอแนะ	Answer
				+1	0	-1		
1	DEVELOPMENT TECHNOLOGY	UNDERSTAND	. Which of the following is an appropriate approach to performing maintenance work for hardware? a) Maintenance work should be planned and performed only after diagnostic and predictive information, such as warning indicator or error log, is provided. b) Maintenance work should be performed on a scheduled basis even when there is no fault or failure detected. c) Maintenance work should be suspended until the next periodical inspection even when a sensuous change such as "operation noise louder than usual" is detected. d) Maintenance work is required only for printers and storage devices that involve mechanical operations.					b

ข้อ	เนื้อหา	พฤติกรรม	ข้อคำถามของแบบทดสอบ	การตัดสิน			ข้อเสนอแนะ	Answer
				+1	0	-1		
2	SERVICE MANAGEMENT	APPLY	. In a certain company, multiple PCs are to be used on a 100-volt commercial power supply available in the facility. The PCs and display monitors are connected to a dedicated power distribution board, and the maximum capacity of the circuit breaker is 20 A (amperes). What is the maximum number of PCs that can operate simultaneously? Here, the power consumption is 200 W (watts) per PC and 100 W per display monitor. A PC and a display monitor are always used as a pair. Moreover, the power consumption stays flat. a) 4 b) 6 c) 10 d) 12					b
3	PROJECT MANAGEMENT	APPLY	. When Mr. *A* consults a senior employee about the number of pages of the system requirements document created in activity (3) of "Notes of Mr. *A*", he receives a reply that approximately 300 pages are needed based on the senior employee's experience. How many workers at a minimum are required to complete this 300-page document in 10 days under the conditions below? [Conditions] (1) Each worker writes 8 pages per day. The productivity of all workers is the same. (2) When multiple workers are involved, a meeting is held between every pair of workers once a day. (3) The meeting is held between all possible pairs of workers, and the meeting time for each pair of workers is equivalent to the time taken to write 0.5 pages. For example, if there are three workers, one worker needs to hold a meeting with each of the other two workers, and therefore, the time equivalent to writing one page is required in all. Therefore, in such a case, the actual number of pages that a worker can write in a day is reduced to seven. a) 4 b) 5 c) 6 d) 7					b

โดยผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคลังจำนวน 520 ข้อ ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบซึ่งใช้ความจำเป็นหลัก มีจำนวน 309 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 59.42 รองลงมาคือความเข้าใจ จำนวน 129 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 24.81 และการนำไปใช้ จำนวน 82 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 15.77 โดยรายละเอียดคลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีแสดงดังดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 คลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที

เรื่อง	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	รวม	ร้อยละ
ด้านกลยุทธ์ (strategy)	106	42	27	175	33.65
1. กิจการองค์กรและกฎหมาย (corporate and legal affairs)	42	16	8	66	12.69
2. กลยุทธ์ทางธุรกิจ (business strategy)	45	14	4	63	12.12
3. กลยุทธ์ระบบ (system strategy)	19	12	15	46	8.85
ด้านการจัดการ (management)	81	37	18	136	26.15
4. เทคโนโลยีการพัฒนา (development technology)	32	16	5	53	10.19
5. การจัดการโครงการ (project management)	18	13	7	38	7.31
6. การจัดการบริการ (service management)	31	8	6	45	8.65
ด้านเทคโนโลยี (technology)	122	50	37	209	40.19
7. ทฤษฎีพื้นฐาน (basic theory)	21	13	13	47	9.04
8. ระบบคอมพิวเตอร์ (computer system)	49	16	7	72	13.85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 17 คลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (ต่อ)

เรื่อง	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	รวม	ร้อยละ
9. องค์ประกอบเชิงเทคนิค (technical element)	52	21	17	90	17.31
รวมข้อ	309	129	82	520	100.00
รวมร้อยละ	59.42	24.81	15.77	100.00	

ตอนที่ 4 ผลการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริง

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริง แบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และ 2) การตรวจสอบคุณภาพจากการนำระบบไปทดลองใช้เบื้องต้น โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้

- การตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพระบบจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำระบบไปใช้จริงจะใช้แบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) โดยแบ่งประเด็นในการตรวจสอบออกเป็น 4 ด้านได้แก่ ด้านความมีประโยชน์ (utility) ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility) ด้านความเหมาะสม (propriety) และด้านความถูกต้อง (accuracy) ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินนำเสนออยู่ในระยะที่ 3 โดยในการประเมินจะใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 3 ท่าน

ผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าระบบมีความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน โดยอันดับหนึ่งได้แก่ ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility) (M=4.93, SD=0.21) รองลงมาคือ ด้านความถูกต้อง (accuracy) (M=4.73, SD=0.04) ด้านความมีประโยชน์ (utility) (M=4.73, SD=0.05) และด้านความเหมาะสม (propriety) (M=4.72, SD=0.27) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อคิดเห็นว่า ระบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบที่การประมวลผลได้รวดเร็ว กระบวนการในการทดสอบและการรายงานผลมีความถูกต้อง และลำดับในการนำเสนอเพื่อทำข้อสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยรายละเอียดผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการประเมินระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริงด้วยแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation)

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	ความหมาย
1. ด้านความมีประโยชน์ (utility)	**4.73**	**0.05**	**มากที่สุด**
1.1 ระบบตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเตรียมความพร้อมเพื่อเพิ่มศักยภาพบุคคลากรด้านไอทีของประเทศไทย	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility)	**4.93**	**0.21**	**มากที่สุด**
2.1 กระบวนการและขั้นตอนของระบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	5	0	มากที่สุด
2.2 ผลที่ได้จากการทดสอบมีความคุ้มค่า	5	0	มากที่สุด
2.3 ระบบสามารถนำไปใช้ในการเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีจริงได้	4.8	0.37	มากที่สุด
3. ด้านความเหมาะสม (propriety)	**4.72**	**0.27**	**มากที่สุด**
3.1 มีการกำหนดข้อตกลงก่อนการทดสอบไว้ชัดเจน	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 ขอบเขตเนื้อหาในการทดสอบมีความเหมาะสม	4.40	0.49	มากที่สุด
3.3 ระยะเวลาในการทดสอบมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 ผลการประเมินระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริงด้วยแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	ความหมาย
3.4 ความสมบูรณ์ของรายงานผลการทดสอบมีความครบถ้วน ครอบคลุม	5.00	0.00	มากที่สุด
3.5 ระบบการทดสอบมีความสอดคล้องกับแนวทางการเพิ่มศักยภาพบุคคลากรด้านไอทีของประเทศไทย	4.60	0.49	มากที่สุด
4. ด้านความถูกต้อง (accuracy)	**4.73**	**0.04**	**มากที่สุด**
4.1 การระบุวัตถุประสงค์ของการทดสอบไว้อย่างถูกต้อง	4.80	0.40	มากที่สุด
4.2 กระบวนการทดสอบของระบบมีความถูกต้อง	4.80	0.40	มากที่สุด
4.3 รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมีความถูกต้องตรงตามสมรรถนะที่แท้จริงของผู้สอบ	4.60	0.49	มากที่สุด

- การตรวจสอบคุณภาพจากการนำระบบไปทดลองใช้เบื้องต้น

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพจากการนำระบบไปทดลองใช้เบื้องต้น ได้ดำเนินการนำระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ที่เคยสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที จำนวน 30 ท่าน ผลการทดลองใช้พบว่า กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอทีใช้จำนวนขั้น (stage) เฉลี่ย 5.13 ขั้น (*SD*=1.33) โดยมีค่าความสามารถ (θ) เฉลี่ยเท่ากับ -0.16 (*SD*=1.26) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เฉลี่ยเท่ากับ 0.28 (*SD*=0.03) โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบจากการนำระบบไปทดลองใช้เบื้องต้น

ผู้เคยเข้ารับการสอบทดสอบมาตรฐานไอทีระดับ IP	จำนวน (คน)	Stage		Theta (θ)		SE	
		M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
	30	5.13	1.33	-0.16	1.26	0.28	0.03

สำหรับผลการตรวจสอบคุณภาพจากการนำระบบไปทดลองใช้เบื้องต้น พบว่าระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริงโดยมีจำนวนขั้น (stage) ที่เหมาะสม มีค่าความสามารถและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งโดยภาพรวมระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง และยังสอดคล้องกับผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยในระยะต่อไปจะดำเนินการนำระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอนที่ 2 ต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การใช้งานระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

สำหรับระยะที่ 2 นี้เป็นการนำระบบไปทดลองใช้ตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งแบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างในการวิจัย 2) ข้อมูลเกี่ยวกับผลการตอบข้อสอบ และ 3) การเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้ที่สอบไม่ผ่าน โดยมีรายละเอียดข้อมูลในแต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างในการวิจัย

หลังจากนำระบบที่พัฒนาขึ้นเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสามารถนำไปทดลองใช้ได้ โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่ทดลองใช้ระบบการทดสอบเป็นเป็นผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน และผู้ที่สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น เพศชาย จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 67.50 และเพศหญิง จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 สำหรับช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยซึ่งมีจำนวนมากที่สุด อยู่ระหว่างช่วงอายุ 21 – 30 ปี มีจำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 41.50 และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่มีจำนวนน้อยที่สุดอยู่ระหว่างอายุ 41 – 50 ปี มีจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 27.00 สำหรับการศึกษา พบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้จบปริญญาตรี มีจำนวน 153 คน คิดเป็นร้อยละ 76.50 และจบปริญญาเอกมีจำนวนน้อยที่สุด โดยมีจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 สำหรับอาชีพของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย พบว่า เป็นผู้ที่ทำงานอยู่ในสายงานไอที (IT) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 9 และผู้ซึ่งทำงานในสายงานซึ่งไม่ใช่ไอที (Non-IT) จำนวน 182 คน คิดเป็นร้อยละ 91.00 โดยมีรายละเอียดข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
- ชาย	135	67.50
- หญิง	65	32.50
รวม	200	100
อายุ		
- 21 – 30 ปี	83	41.50
- 31 – 40 ปี	63	31.50
- 41 – 50 ปี	54	27.00
รวม	200	100
การศึกษา		
- ปริญญาตรี	153	76.50
- ปริญญาโท	32	16.00
- ปริญญาเอก	15	7.50
รวม	100	100
อาชีพ		
- สายงานไอที (IT)	18	9
- สายงานซึ่งไม่ใช่ไอที (Non-IT)	182	91
รวม	200	100

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลการตอบข้อสอบ

สำหรับข้อมูลผลการตอบข้อสอบของกลุ่มตัวอย่างการวิจัย แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยจำนวนขั้น ความสามารถ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2) ผลการทดสอบจากระบบจำแนกตามข้อมูลทั่วไป และ 3) ร้อยละของคะแนนการทดสอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

- ค่าเฉลี่ยจำนวนขั้น ความสามารถ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการนำระบบไปทดลองใช้ พบว่า ผู้ที่สอบมาตรฐานไอที ระดับ IP ผ่าน จำนวน 100 คน มีจำนวนขั้น (stage) เฉลี่ย เท่ากับ 5.5 (*SD*=1.30) ค่าความสามารถ (θ)

เฉลี่ย เท่ากับ -0.66 (*SD*=1.73) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เฉลี่ย เท่ากับ 0.30 (*SD*=0.06) และมีจำนวนผู้ผ่านการทดสอบจากระบบทั้งสิ้น 43 คน และผู้ที่ไม่ผ่านมาตรฐานไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน มีจำนวนขั้น (stage) เฉลี่ย เท่ากับ 5.79 (*SD*=1.40) ค่าความสามารถ (θ) เฉลี่ย เท่ากับ -0.91 (*SD*=1.72) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เฉลี่ย เท่ากับ 0.31 (*SD*=0.06) และมีจำนวนผู้ผ่านการทดสอบจากระบบทั้งสิ้น 33 คน จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ผู้ที่เคยสอบมาตรฐานไอที ระดับ IP ผ่าน จะใช้จำนวนขั้นในการทดสอบน้อยกว่าผู้ที่สอบไม่ผ่าน นอกจากนี้ระดับความสามารถของผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ยังคงสูงกว่าผู้ที่สอบไม่ผ่าน เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งกลุ่มที่เคยสอบผ่านและสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP มีค่าใกล้เคียง แต่เมื่อพิจารณาผลการทดสอบผ่านระบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้น พบว่า จำนวนผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพ ไอที ระดับ IP มีจำนวนมากกว่า ผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยจำนวนขั้น ความสามารถ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ผู้สอบมาตรฐานไอที ระดับ IP	จำนวน (คน)	Stage		Theta (θ)		SE	
		M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
ผ่าน	100	5.53	1.30	-0.66	1.73	0.30	0.06
ไม่ผ่าน	100	5.79	1.40	-0.91	1.72	0.31	0.06

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ผลการทดสอบจากระบบจำแนกตามข้อมูลทั่วไป

สำหรับผลการทดสอบจากระบบที่พัฒนาขึ้นจำแนกตามข้อมูลทั่วไป พบว่า เพศชายผ่านการทดสอบ จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 26 ซึ่งมากกว่าเพศหญิงซึ่งผ่านการทดสอบจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 12 สำหรับกลุ่มอายุที่ผ่านการทดสอบมากที่สุดคือ กลุ่มอายุ 21-30 ปี และ 41-50 ปี ซึ่งมีจำนวนผ่านการทดสอบเท่ากันคือ 27 คน คิดเป็นร้อยละ 13.50 สำหรับระดับการที่ผ่านการทดสอบมากที่สุดคือระดับปริญญาตรี มีผู้ผ่านการทดสอบจำนวน 55 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 27.50 สำหรับด้านอาชีพพบว่าผู้ที่ไม่ได้ทำงานสายงานไอที (Non-IT) มีจำนวนการสอบผ่านมากที่สุด จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50 และผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับไอ IP

สามารถสอบผ่านการทดสอบจากระบบ จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 21.50 ซึ่งมากกว่าผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการทดสอบจากระบบจำแนกตามข้อมูลทั่วไป

รายการ		ผลการทดสอบจากระบบ (จำนวน(ร้อยละ))		รวม
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	ชาย	52 (26)	41 (20.5)	93 (46.5)
	หญิง	24 (12)	83 (41.5)	107 (53.5)
รวม		76 (38)	124 (62)	200 (100)
อายุ	21 – 30 ปี	27 (13.5)	56 (28)	83 (41.5)
	31 – 40 ปี	22 (11)	41 (20.5)	63 (31.5)
	41 – 50 ปี	27 (13.5)	27 (13.5)	54 (27)
รวม		76 (38)	124 (62)	200 (100)
การศึกษา	ปริญญาตรี	55 (27.5)	98 (49)	153 (76.5)
	ปริญญาโท	14 (7)	18 (9)	32 (16)
	ปริญญาเอก	7 (3.5)	8 (4)	15 (7.5)
รวม		76 (38)	124 (62)	200 (100)
อาชีพสายงาน	IT	9 (4.5)	9 (4.5)	18 (9)
	Non-IT	67 (33.5)	115 (57.5)	182 (91)
รวม		76 (38)	124 (62)	200 (100)
มาตรฐานวิชาชีพไอที	ผ่าน	43 (21.50)	57 (28.5)	100 (50)
	ไม่ผ่าน	33 (16.5)	67 (33.5)	100 (50)
รวม		76 (38)	124 (62)	200 (100)

- ร้อยละของคะแนนการทดสอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

สำหรับข้อมูลร้อยละคะแนนการทดสอบพบว่า ร้อยละคะแนนรวมของผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP (M=66.68, SD=7.29) มีร้อยละคะแนนรวมสูงกว่าผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP เล็กน้อย (M=66.18, SD=8.23) สำหรับร้อยละคะแนนรายด้านของผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่ามีร้อยละคะแนนด้านกลยุทธ์สูงที่สุด

(*M*=79.58, *SD*=9.52) และสำหรับร้อยคะแนนรายด้านของผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่า มีร้อยละคะแนนด้านเทคโนโลยีมากที่สุด (*M*=78.75, *SD*=8.55) โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ร้อยละของคะแนนการทดสอบจากระบบ

		ร้อยละคะแนนรวม		ร้อยละคะแนนรายด้านสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ					
				กลยุทธ์		การจัดการ		เทคโนโลยี	
		M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
การสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที	ผ่าน	66.18	8.23	79.58	9.52	76.25	9.39	75.20	9.91
	ไม่ผ่าน	66.68	7.29	77.5	9.04	67.50	8.78	78.75	8.55

สำหรับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปตัวอย่างวิจัยทุกคนจะได้รับทันทีหลังประเมินระบบเสร็จเรียบแล้ว โดยผลรายงานจะแสดงให้แก่ผู้ที่สอบผ่านและสอบไม่ผ่านตามเกณฑ์ โดยรายงานเป็นคะแนนที่ตัวอย่างวิจัยทำข้อสอบได้ถูกต้อง แต่สำหรับผู้ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบรายงานจะแสดงการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา โดยผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างวิจัยที่เคยผ่านการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ได้รับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาในด้านกลยุทธ์มากที่สุด จำนวน 18 คน คิดเป็น ร้อยละ 22.50 และสำหรับตัวอย่างวิจัยที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่า ได้รับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาด้านกลยุทธ์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 16.25 เช่นเดียวกับผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 จำนวนการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา

รายการ		การสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา			รวม
		กลยุทธ์	การจัดการ	เทคโนโลยี	
การสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที	ผ่าน	18 (22.50)	11 (13.75)	16 (20.00)	45 (56.25)
	ไม่ผ่าน	13 (16.25)	10 (12.50)	12 (15.00)	35 (43.75)
รวม		31 (38.75)	21 (26.25)	28 (35.00)	80 (100.00)

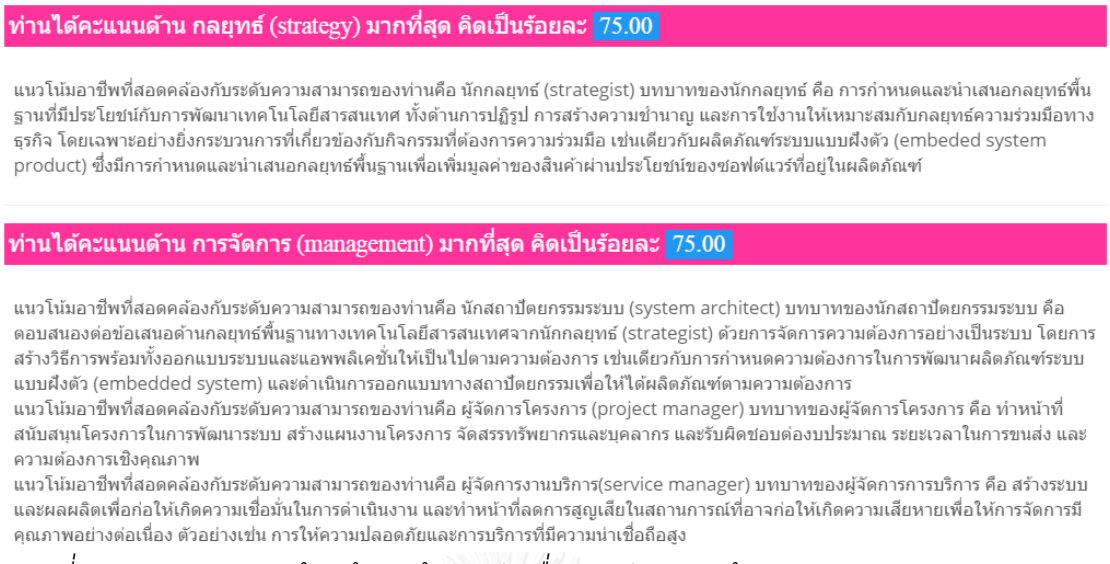
สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปจะแสดงให้ผู้สอบรับทราบทุกคนแม้ว่าจะผ่านหรือไม่ผ่านการทดสอบ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงตนเองให้มีศักยภาพเพิ่มมากขึ้น ดังภาพที่ 34 และ 35 ส่วนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาจะรายงานด้านที่สูงสุดเพียงด้านเดียว แต่หากร้อยละคะแนนรายด้านมีค่าเท่ากัน จะรายงานร่วมกันทั้งสองหรือสามด้าน ในการนำระบบไปทดลองใช้พบว่า ตัวอย่างในการวิจัยที่ได้ร้อยละคะแนนรายด้านเท่ากัน 2 ด้าน มีจำนวน 2 คน และร้อยละคะแนนรายด้านเท่ากัน 3 ด้าน มีจำนวน 1 คน โดยตัวอย่างการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาที่มีการรายงานผลจำนวน 2 และ 3 ด้านพร้อมกัน แสดงดังภาพที่ 36 และ 37

STAGE	FIELD	CATEGORY	QUNATITY (ITEM)	CORRECT	SCALED SCORES
4	STRATEGY	CORPORATE AND LEGAL AFFAAIR	8	6	75.00%
		BUSINESS STRATEGY	8	3	37.50%
		SYSTEM STRATEGY	4	2	50.00%
		TOTAL STRATEGY	20	11	55.00%
	MANAGEMENT	DEVELOPMENT TECHNOLOGY	8	4	50.00%
		PROJECT MANAGEMENT	4	1	25.00%
		SERVICE MANAGEMENT	4	4	100.00%
		TOTAL MANAGEMENT	16	9	56.25%
	TECHNOLOGY	BASIC THEORY	8	4	50.00%
		COMPUTER SYSTEM	8	6	75.00%
		TECHNICAL ELEMENT	8	7	87.50%
		TOTAL TECHNOLOGY	24	17	70.83%
TOTAL			60	37	61.67%

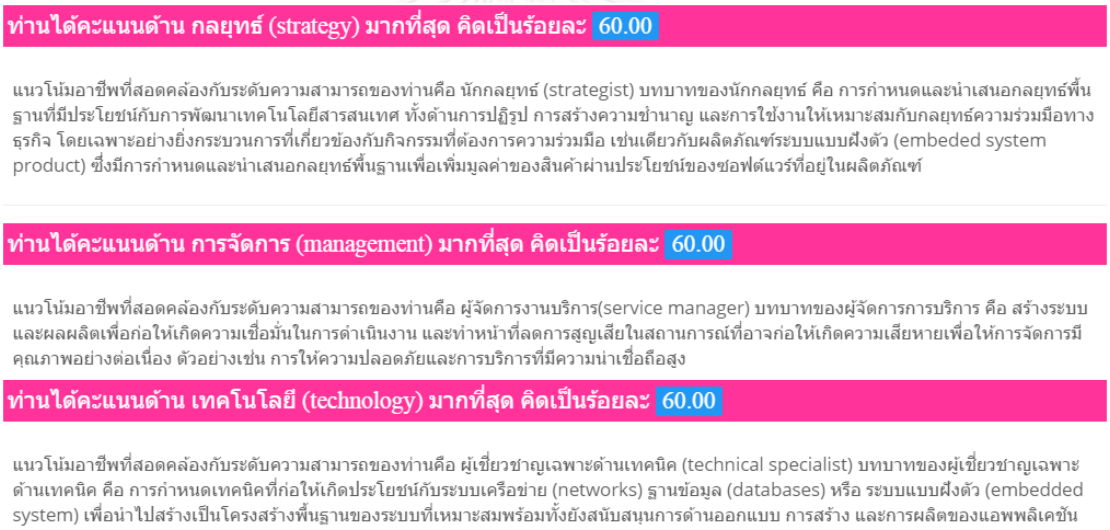
ภาพที่ 34 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปสำหรับผู้ผ่านการทดสอบ

STAGE	FIELD	CATEGORY	QUNATITY (ITEM)	CORRECT	SCALED SCORES
7	STRATEGY	CORPORATE AND LEGAL AFFAAIR	14	7	50.00%
		BUSINESS STRATEGY	14	3	21.43%
		SYSTEM STRATEGY	7	2	28.57%
		TOTAL STRATEGY	35	12	34.29%
	MANAGEMENT	DEVELOPMENT TECHNOLOGY	14	4	28.57%
		PROJECT MANAGEMENT	7	2	28.57%
		SERVICE MANAGEMENT	7	2	28.57%
		TOTAL MANAGEMENT	28	8	28.57%
	TECHNOLOGY	BASIC THEORY	14	4	28.57%
		COMPUTER SYSTEM	14	3	21.43%
		TECHNICAL ELEMENT	14	8	57.14%
		TOTAL TECHNOLOGY	42	15	35.71%
TOTAL			105	35	33.33%

ภาพที่ 35 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปสำหรับผู้ไม่ผ่านการทดสอบ



ภาพที่ 36 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา 2 ด้าน



ภาพที่ 37 รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา 3 ด้าน

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบตัวอย่างในการวิจัยด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด (known group technique)

สำหรับการเปรียบเทียบตัวอย่างในการวิจัยด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด แบ่งกลุ่มตัวอย่างในการเปรียบเทียบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP และ 2) กลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT) โดยรายละเอียดผลการวิเคราะห์มีดังนี้

- กลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP

จากผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด (known group technique) พบว่า จำนวนขั้นในการทดสอบ (t=1.35, p-value=0.17) ระดับความสามารถ (t=0.98, p-value=0.22) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (t=-1.30, p-value=0.19) สำหรับกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้เคยสอบผ่านและสอบไม่ผ่านมีระดับความสามารถในการทดสอบผ่านระบบไม่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP

รายการ	การสอบมาตรฐานไอที ระดับ IP				t-test	p-value
	ผ่าน		ไม่ผ่าน			
	M	*SD*	*M*	*SD*		
1. ขั้น (stage)	5.53	1.30	5.79	1.40	-1.35	0.17
2. ระดับความสามารถ (θ)	-0.66	1.73	-0.91	1.72	0.98	0.32
3. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)	0.30	0.06	0.31	0.06	-1.30	0.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- กลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT)

จากผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มกลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT) ด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด (known group technique) พบว่า ขั้นในการทดสอบ (t=-3.09, p-value=0.00) ระดับความสามารถ (t=2.59, p-value=0.01) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (t=-2.21, p-value=0.03) สำหรับกลุ่มกลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ทำงานในสายงานไอทีและไม่ใช่สายงานไอทีมีความสามารถที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT)

รายการ	กลุ่มผู้ที่ทำงาน				t-test	p-value
	สายงานไอที (IT)		ไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT)			
	M	*SD*	*M*	*SD*		
1. ขั้น (stage)	4.88	1.07	5.73	1.36	-3.09	0.00
2. ระดับความสามารถ (θ)	0.00	1.29	-0.86	1.75	2.59	0.01
3. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)	0.28	0.03	0.30	0.06	-2.21	0.03

ตอนที่ 3 ผลการประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

สำหรับผลการประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที แบ่งการนำเสนอของเป็น 2 ตอนได้แก่ 1) การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินระบบ และ 2) ผลการประเมินระบบการทดสอบ

ตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินระบบ

แบบประเมินระบบที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบประเมินจำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ 1) แบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) 2) แบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) ซึ่งในการตรวจสอบใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 5 ท่าน และดำเนินการวิเคราะห์แบบประเมินด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่า IOC ต้องมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5 -1.00 ขึ้นไปจึงถือว่าคำถามในแบบประเมินสามารถนำไปใช้งานได้ โดยผลการตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินระบบแต่ละฉบับมีรายละเอียดดังนี้

- แบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation)

สำหรับแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) ที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า คำถามประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 มีจำนวน 14 ข้อ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ดำเนินการปรับแก้แบบประเมิน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 27 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ก่อนนำไปใช้งานดังภาคผนวก ข

ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน

ข้อ	รายการประเมิน	จำนวนผลการตัดสิน			IOC	ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		
ด้านความมีประโยชน์ (utility)						
1	ระบบตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน	4	1	-	0.8	
2	สารสนเทศที่ได้จากการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ	1	4	-	0.2	ควรอยู่ด้านความถูกต้อง
3	ผลที่ได้จากการทดสอบมีความถูกต้องและชัดเจน	-	5	-	0	ควรอยู่ด้านความถูกต้อง
4	รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม	4	1	-	0.8	
5	ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเตรียมความพร้อมเพื่อเพิ่มศักยภาพบุคคลากรด้านไอทีของประเทศไทย	5	-	-	1.0	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	จำนวนผลการตัดสิน			IOC	ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		
ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility)						
1	กระบวนการและขั้นตอนของระบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4	1	-	0.8	
2.	ระบบมีกระบวนการขั้นตอน และผลการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือ	2	3	-	0.4	ตัดออก
3	ผลที่ได้จากการทดสอบมีความคุ้มค่า	4	-	1	0.6	
4	ระบบสามารถนำไปใช้ในการเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีจริงได้	4	1	-	0.8	
5	ระบบสามารถให้สารสนเทศที่ถูกต้องและสามารถตรวจสอบได้	1	4	-	0.2	ควรอยู่ด้านความถูกต้อง
ด้านความเหมาะสม (propriety)						
1	มีการกำหนดข้อตกลงก่อนการทดสอบไว้ชัดเจน	4	1	-	0.8	
2	ขอบเขตเนื้อหาในการทดสอบมีความเหมาะสม	4	1	-	0.8	
3	ระยะเวลาในการทดสอบมีความเหมาะสม	4	1	-	0.8	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	จำนวนผลการตัดสิน			IOC	ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		
4	ความสมบูรณ์ของรายงานผลการทดสอบมีความเหมาะสม	5	-	-	1.0	ความเหมาะสมควรเปลี่ยนเป็นครบถ้วน
5	ระบบการทดสอบมีความสอดคล้องกับแนวทางการเพิ่มศักยภาพบุคคลากรด้านไอทีของประเทศไทย	4	1	-	0.8	
ด้านความถูกต้อง (accuracy)						
1	มีการระบุวัตถุประสงค์ของการทดสอบไว้อย่างชัดเจน	3	2	-	0.6	อย่างชัดเจนควรเปลี่ยนเป็นอย่างถูกต้อง
2	มีการระบุขั้นตอนการทดสอบไว้อย่างชัดเจน	1	4	-	0.2	ตัดออก
3	กระบวนการทดสอบของระบบมีความถูกต้อง	4	1	-	0.8	
4	มีการจัดทำรายงานผลการทดสอบอย่างชัดเจน	2	3	-	0.4	ตัดออก
5	รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมีความชัดเจน สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย	4	1	-	0.8	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- แบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation)

สำหรับแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) ที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 13 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า คำถามประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 มีจำนวน 13 ข้อ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ดำเนินการปรับแก้แบบประเมิน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 28 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ก่อนนำไปใช้งานดังภาคผนวก ค

ตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค

ข้อ	รายการประเมิน	จำนวนผลการตัดสิน			IOC	ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		
1	การมองเห็นสถานะของระบบ (visibility of system status)	5	-	-	1.0	
2	การจับคู่ระหว่างระบบกับโลกของความเป็นจริง (match between system and the real world)	4	1	-	0.8	ควรเปลี่ยนคำว่าจับคู่เป็นสอดคล้อง
3	การควบคุมและความเป็นอิสระของผู้ใช้งาน (user control and freedom)	4	1	-	0.8	
4	ความสอดคล้องและมาตรฐาน (consistency and standards)	3	2	-	0.6	
5	การป้องกันความผิดพลาด (error prevention)	4	1	-	0.8	

ตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (ต่อ)

6	ใช้การจำข้อมูลมากกว่าการเรียกคืนข้อมูล (recognition rather than recall)	4	1	-	0.8	
7	ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของการใช้งาน (flexibility and efficiency of use)	4	1	-	0.8	
8	ความสวยงามและความพอเพียงในการออกแบบ (aesthetic and minimalist design)	3	2	-	0.6	ควรแยกเป็น 2 ประเด็นออกจากกัน
9	การช่วยเหลือผู้ใช้งานระบุตัวตน วินิจฉัย และกู้คืนจากข้อผิดพลาด (help users recognize, diagnose, and recover from errors)	4	1	-	0.8	
10	การช่วยเหลือและคู่มือการใช้งานระบบ (help and documentation)	4	1	-	0.8	
11	สนับสนุนและเพิ่มทักษะของผู้ใช้งาน (support and extend the user's current skills)	4	1	-	0.8	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (ต่อ)

12	ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (pleasurable and respectful interaction with the user)	4	1	-	0.8	
13	การป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล (protect the personal information)	5	1	-	1.0	

- แบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface)

สำหรับแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) ที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 22 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า คำถามประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 มีจำนวน 22 ข้อ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ดำเนินการปรับแก้แบบประเมิน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 29 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ก่อนนำไปใช้งานดังภาคผนวก ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์

ข้อ	รายการประเมิน	จำนวนผลการตัดสิน			IOC	ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		
1	ภาพรวมปฏิสัมพันธ์ของระบบ	4	1	-	0.8	
		4	1	-	0.8	
		4	1	-	0.8	
2	คุณลักษณะของหน้าจอ	5	-	-	1.0	
3	เครื่องมือบนหน้าจอใช้งานง่าย	4	-	1	0.6	ทั้งหมดไม่ใช่ adjective

ตารางที่ 29 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	จำนวนผลการตัดสิน			IOC	ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		
4	การจัดการสารสนเทศบนหน้าจอ	5	-	-	1.0	
5	ลำดับบนหน้าจอ	4	1	-	0.8	
6	การใช้คำศัพท์ในระบบ	4	1	-	0.8	ควรปรับคำของสเกล
7	คำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์กับเครื่องมือที่คุณใช้	5	-	-	1.0	
8	ตำแหน่งของข้อความบนหน้าจอ	4	-	1	0.6	ควรปรับคำของสเกล
9	ข้อความบนหน้าจอที่พร้อมสำหรับผู้ใช้งานในการป้อนข้อมูล	4	1	-	0.8	
10	มีการแจ้งเตือนสถานะว่ากำลังดำเนินการอะไรอยู่	4	1	-	0.8	
11	ข้อความแจ้งเตือนความผิดพลาด	4	-	1	0.6	
12	การเรียนรู้การดำเนินงานของระบบ	3	2	-	0.6	
13	แสดงองค์ประกอบใหม่ (new features) ด้วยการแสดงตัวอย่างและข้อผิดพลาด	4	1	-	0.8	ควรปรับคำของสเกล
14	สามารถจำชื่อและการใช้งานคำสั่ง	3	2	-	0.6	
15	เครื่องมือสามารถทำงานไปข้างหน้าได้อย่างต่อเนื่อง	4	1	-	0.8	
16	ข้อความช่วยเหลือบนหน้าจอ	5	-	-	1.0	
17	เอกสารอ้างอิงเพิ่มเติม	4	1	-	0.8	

ตารางที่ 29 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องแบบประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

18	ความเร็วระบบ	5	-	-	1.0	
19	ความเที่ยง (reliability) ระบบ	5	-	-	1.0	
20	แนวโน้มระบบ	4	1	-	0.8	
21	แก้ไขข้อผิดพลาด	4	1	-	0.8	
22	ความต้องการของผู้ใช้งานจากพฤติกรรมการใช้งานระบบจะถูกนำมาพิจารณา	4	1	-	0.8	ควรปรับคำของสเกล

ตอนที่ 2 ผลการประเมินระบบการทดสอบ

สำหรับผลการประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีหลังการนำระบบไปใช้งานจริง ประกอบด้วยผลการประเมิน 2 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการประเมินระบบหลังนำระบบไปใช้จริงด้วยแบบประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพระบบจะใช้การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีจำนวน 3 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบ 2 ท่าน รวมทั้งสิ้นจำนวน 5 ท่าน โดยรายละเอียดผู้เชี่ยวชาญแสดงดังภาคผนวก ก และสำหรับการประเมินความพึงพอใจผลการประเมินมาจากกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้งานระบบ โดยรายละเอียดผลการประเมินมีดังนี้

- ผลการประเมินระบบหลังนำระบบไปใช้จริงด้วยแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation)

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพระบบหลังนำระบบไปใช้จริงจะใช้แบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) โดยมีประเด็นในการสอบถามทั้งสิ้น 13 ประเด็น ผลการประเมินพบว่า ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (pleasurable and respectful interaction with the user) มีความเหมาะสมมากที่สุด (M=4.80, SD=0.40) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือการใช้การจำข้อมูลมากกว่าการเรียกคืนข้อมูล (recognition rather than recall) (M=4.20, SD=0.75) โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการประเมินระบบหลังนำระบบไปใช้จริงด้วยแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation)

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	ความหมาย
1. การมองเห็นสถานะของระบบ (visibility of system status)	4.60	0.49	มากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างระบบกับโลกของความเป็นจริง (match between system and the real world)	4.60	0.49	มากที่สุด
3. การควบคุมและความเป็นอิสระของผู้ใช้งาน (user control and freedom)	4.40	0.49	มาก
4. ความคงเส้นคงวาและได้มาตรฐาน (consistency and standards)	4.60	0.49	มากที่สุด
5. การป้องกันความผิดพลาด (error prevention)	4.40	0.80	มาก
6. ใช้การจำข้อมูลมากกว่าการเรียกคืนข้อมูล (recognition rather than recall)	4.20	0.75	มาก
7. ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของการใช้งาน (flexibility and efficiency of use)	4.60	0.49	มากที่สุด
8. รูปแบบสวยงาม และเรียบง่าย (aesthetic and minimalist design)	4.60	0.49	มากที่สุด
9. การช่วยเหลือผู้ใช้งานระบุตัวตน วินิจฉัยและกู้คืนจากข้อผิดพลาด (help users recognize, diagnose, and recover from errors)	4.40	0.49	มาก
10. การช่วยเหลือและคู่มือการใช้งานระบบ (help and documentation)	4.40	0.49	มาก
11. สนับสนุนและเพิ่มทักษะของผู้ใช้งาน (support and extend the user's current skills)	4.60	0.49	มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 ผลการประเมินระบบหลังนำระบบไปใช้จริงด้วยแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	*M*	*SD*	ความหมาย
12. ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (pleasurable and respectful interaction with the user)	4.80	0.40	มากที่สุด
13. การป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล (protect the personal information)	4.40	0.49	มาก

- ผลการประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface)

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) มีประเด็นในการสอบถามทั้งสิ้น 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ภาพรวมปฏิสัมพันธ์ของระบบ (overall) 2) หน้าจอ (screen) 3)การใช้คำศัพท์และสารสนเทศระบบ (terminology and system information) 4) การเรียนรู้ (learning) และ 5) ความสามารถของระบบ (system capabilities) ผลการประเมินพบว่า ด้านภาพรวมปฏิสัมพันธ์ของระบบ ค่อนข้างดีเยี่ยม (*M*=7.59, *SD*=0.94) ด้านหน้าจอประเด็นการใช้งานของเครื่องมือ (tools) ต่าง ๆ บนหน้าจอมีค่าสูงสุด หมายความว่าการใช้งานค่อนข้างง่าย (*M*=7.81, *SD*=0.93) ด้านการใช้คำศัพท์และสารสนเทศประเด็นระบบข้อความบนหน้าจอที่แสดงแก่ผู้ใช้งานเพื่อป้อนข้อมูลมีค่าสูงสุด หมายความว่าระบบข้อความบนหน้าจอมีความชัดเจน (*M*=7.50, *SD*=1.02) ด้านการเรียนรู้ประเด็นผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้การใช้งานและการทำงานของระบบ มีค่าสูงสุด หมายความว่า ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้และเข้าใจระบบได้อย่างง่าย (*M*=7.33, *SD*=1.05) ความสามารถของระบบประเด็นความเร็วระบบมีค่าสูงสุด หมายความว่าการทำงานของระบบมีความรวดเร็ว (*M*=7.53, *SD*=0.99) โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ผลการประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface)

ข้อ	รายการประเมิน	มาตรวัด 10 ระดับ (0 – 9)		*M*	*SD*
1	ภาพรวมปฏิสัมพันธ์ของระบบ	ไม่ดี	ดีเยี่ยม	7.59	0.94
		ผิดหวัง	พอใจ	7.20	0.90
		น่าเบื่อ	น่าสนใจ	6.87	0.99

ตารางที่ 31 ผลการประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	มาตรวัด 10 ระดับ (0 – 9)		*M*	*SD*
หน้าจอ (screen)					
2	รูปแบบของข้อความและส่วนประกอบต่าง ๆ บนหน้าจอ	ยากต่อการอ่าน	ง่ายต่อการอ่าน	6.44	1.11
3	การใช้งานของเครื่องมือ (tools) ต่าง ๆ บนหน้าจอ	ยาก	ง่าย	7.81	0.93
4	การจัดการสารสนเทศบนหน้าจอ	สับสน	ชัดเจน	7.31	0.94
5	ลำดับการแสดงภาพและส่วนประกอบต่าง ๆ บนหน้าจอ	สับสน	ชัดเจน	7.24	0.96
คำศัพท์และสารสนเทศระบบ (terminology and system information)					
6	การใช้คำศัพท์เฉพาะในส่วนต่าง ๆ ของระบบ	ไม่ถูกต้อง	ถูกต้อง	6.77	1.14
7	คำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์กับเครื่องมือที่ใช้	ไม่สัมพันธ์	สัมพันธ์	6.78	0.99
8	ตำแหน่งของข้อความบนหน้าจอ	ไม่เหมาะสม	เหมาะสม	6.64	1.11
9	ข้อความบนหน้าจอที่แสดงแก่ผู้ใช้งานเพื่อป้อนข้อมูล	สับสน	ชัดเจน	7.50	1.02
10	การแจ้งเตือนสถานะว่ากำลังดำเนินการอะไรอยู่	ไม่มี	มี	7.43	1.09
11	การมีข้อความแจ้งเตือนความผิดพลาด ช่วยให้ใช้งานระบบได้ง่ายขึ้น	ไม่ใช่	ใช่	7.25	1.06
การเรียนรู้ (learning)					
12	ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้การใช้งานและการทำงานของระบบ	ยาก	ง่าย	7.33	1.05
13	การแสดงองค์ประกอบใหม่ (new features) ด้วยการแสดงตัวอย่างและข้อผิดพลาด ทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจการทำงานของระบบได้ดีขึ้น	ไม่ใช่	ใช่	7.17	1.03
14	ผู้ใช้งานสามารถจำชื่อและการใช้งานคำสั่ง	ยาก	ง่าย	7.31	0.95

ตารางที่ 31 ผลการประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	มาตรวัด 10 ระดับ (0 – 9)		*M*	*SD*
15	เครื่องมือสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง	ไม่ใช่	ใช่	7.14	1.00
16	ข้อความช่วยเหลือบนหน้าจอ ทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจการทำงานของระบบได้ดีขึ้น	ไม่ใช่	ใช่	7.21	1.01
17	เอกสารอ้างอิงเพิ่มเติม	สับสน	ชัดเจน	7.00	1.08
ความสามารถของระบบ (system capabilities)					
18	ความเร็วระบบ	ช้า	เร็ว	7.50	0.99
19	ความเที่ยง (reliability) ของระบบ	ไม่เที่ยง	เที่ยง	6.74	1.26
20	แนวโน้มการทำงานของระบบ	ติดขัด	ราบรื่น	7.09	1.07
21	การแก้ไขข้อผิดพลาด	ยาก	ง่าย	7.42	1.01
22	การพิจารณาความต้องการของผู้ใช้งานจากพฤติกรรมการใช้งานระบบ	ไม่มี	มี	7.44	1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ 1) เพื่อพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) เพื่อวิเคราะห์ผลการใช้งานและตรวจสอบคุณภาพของระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ และ 3) เพื่อประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ

ในการดำเนินการวิจัยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบ ระยะที่ 2 การทดลองใช้ระบบ และระยะที่ 3 การประเมินผลระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที สำหรับระยะที่ 1 แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษากระบวนการทำงาน (algorithm) ของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (OMST) และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) ออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบและรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ และ 3) ตรวจสอบคุณภาพของระบบการทดสอบที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ในด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำคลังข้อสอบ เก็บรวบรวมจากผลการตอบข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ระดับ IP จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งแต่ปี 2012-2014 จำนวน 600 ข้อ และตรวจสอบคุณภาพข้อสอบในคลังด้วยความตรงตามจุดมุ่งหมาย เพื่อดำเนินการจัดทำคลังข้อสอบตามพฤติกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบลูม โดยใช้วิธีการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 15 ท่าน

สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อจัดทำคลังข้อสอบ ดำเนินการนำผลการตอบข้อสอบที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) และการเดา (c) ด้วยโปรแกรม R ซึ่งการ

คัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดทำคลังมีเกณฑ์ คือ ค่าความยากอยู่ในช่วง -4 ถึง 4 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0 ถึง ∞ และความน่าจะเป็นในการเดาไม่เกิน 0.50 หากข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์จะตัดข้อสอบข้อดังกล่าวทิ้งโดยไม่นำมาจัดทำคลังข้อสอบ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของระบบก่อนนำระบบไปใช้งาน จะดำเนินการวิเคราะห์ด้วยแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) โดยในการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนการนำไปทดลองใช้อาศัยดุลพินิจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน และนำไปทดลองใช้เบื้องต้นกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน หลังจากทำการตรวจสอบคุณภาพระบบเบื้องต้นเรียบร้อยแล้วจะนำระบบไปทดลองใช้ในระยะที่ 2 ต่อไป

ในระยะที่ 2 เป็นการนำไประบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน และกลุ่มผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย และตรวจสอบคุณภาพระบบด้วยความตรงเชิงทฤษฎี (construct validity) ด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด (known group technique) โดยเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างในการวิจัยที่เคยสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีผ่าน จำนวน 100 คน กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่สอบไม่ผ่าน จำนวน 100 คน และเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างในการวิจัยที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ทำงานในสายงานไอที (Non-IT) และในระยะที่ 3 เป็นการประเมินระบบหลังการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 5 ท่าน ด้วยแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และประเมินความพึงพอใจจากตัวอย่างในการวิจัยด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface)

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยมีดังนี้

1. ผลการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วยกระบวนการในการศึกษา 4 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการศึกษากระบวนการทำงาน (algorithm) ของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะ ฟลาย (OMST) และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 2) ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบ

และรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ 3) ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (Information Technology Professional Examination: ITPE) ระดับ IT Passport และ 4) ผลการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริง

ผลการศึกษากระบวนการทำงานของการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย พบว่า องค์ประกอบของระบบที่สำคัญประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) จุดเริ่มต้นในการทดสอบ (initial stage) 2) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (ability estimation) 3) การคัดเลือกข้อสอบ (item selection) 4) การควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ (exposure rate) 5) การแบ่งชั้นคลังข้อสอบด้วยค่าอำนาจำแนก (a-stratified) และ 6) จุดยุติการทดสอบ (stopping criteria) และรูปแบบรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วยรายงาน 2 รูปแบบ ได้แก่ 1)รายงานสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และ 2)รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward)

ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการทดสอบและรูปแบบการรายงานผลที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ พบว่า ในการออกแบบระบบมีขั้นตอนทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การออกแบบระบบการลงทะเบียน 2) การออกแบบระบบสร้างชุดข้อสอบ 3) การออกแบบระบบการประมาณค่าความสามารถ 4) การออกแบบระบบการคัดเลือกข้อสอบ 5) การออกแบบหน้าจอระบบการทดสอบ 6) การออกแบบระบบรายงานผลการทดสอบ และ 7) การออกแบบระบบประเมินระบบการทดสอบ และการพัฒนาระบบการทดสอบประกอบด้วยขั้นตอนทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การลงทะเบียนสำหรับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 2) การเข้าสู่ระบบการทดสอบ 3) การดำเนินการทดสอบ 4) การยุติการทดสอบ 5) การประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ และ 6) การรายงานผลการทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที (Information Technology Professional Examination: ITPE) ระดับ IT Passport พบว่า ข้อสอบที่นำมาใช้ใจการจัดทำคลังข้อสอบมีการวัดเป็นแบบเอกมิติ (unidimension) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นต้อนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย โดยข้อสอบมีจำนวน 600 ข้อ ซึ่งใช้ในการทดสอบระหว่างปี 2012-2014 และเมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามเกณฑ์ คือ ค่าความยาก (b) อยู่ในช่วง -4 ถึง 4 ค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ในช่วง 0 ถึง α และความน่าจะเป็นในการเดา (c) ไม่เกิน 0.50 ซึ่งในการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบดำเนินการวิเคราะห์โดยโปรแกรม R ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เปิดเผยชุดคำสั่ง (source code) และเป็นโปรแกรมประเภทฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย (open source) ด้วยชุดคำสั่งสำเร็จรูป (package) irtoys ซึ่งเป็นชุดคำสั่งสำเร็จรูป

ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory: IRT) จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 520 ข้อ

นอกจากนี้ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่นำมาใช้ในการจัดทำระบบ ยังไม่ได้มีการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ตามตามทฤษฎีของบลูมในการทำข้อสอบแต่ละข้อไว้ ผู้วิจัยจึงดำเนินการวิเคราะห์โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงตามจุดมุ่งหมายด้วยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนี IOC ซึ่งมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่นำมาใช้ในการพัฒนาคลังจำนวน 520 ข้อ ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบวัดความจำเป็นหลัก มีจำนวน 309 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 59.42 รองลงมาคือความเข้าใจ จำนวน 129 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 24.81 และการนำไปใช้ จำนวน 82 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 15.77

ผลการตรวจสอบคุณภาพระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริงด้วยประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) โดยแบ่งประเด็นในการตรวจสอบออกเป็น 4 ด้านได้แก่ ด้านความมีประโยชน์ (utility) ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility) ด้านความเหมาะสม (propriety) และด้านความถูกต้อง (accuracy) ซึ่งผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยอย่างยิ่งกับระบบทั้ง 4 ด้าน โดยอันดับหนึ่งได้แก่ ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility) (M=4.93, SD=0.21) รองลงมาคือ ด้านความถูกต้อง (accuracy) (M=4.73, SD=0.04) ด้านความมีประโยชน์ (utility) (M=4.73, SD=0.05) และด้านความเหมาะสม (propriety) (M=4.72, SD=0.27) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อคิดเห็นว่า ระบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบที่การประมวลผลได้รวดเร็ว กระบวนการในการทดสอบและการรายงานผลมีความถูกต้อง และลำดับในการนำเสนอเพื่อทำข้อสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย

2. ผลวิเคราะห์การใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 200 คน ได้แก่ ผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน และผู้ที่สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน ประกอบด้วย เพศชาย จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 67.50 และเพศหญิง จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 สำหรับช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยซึ่งมีจำนวนมากที่สุด อยู่ระหว่างช่วงอายุ 21 – 30 ปี มีจำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 41.50 สำหรับการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้จบปริญญาตรี มีจำนวน 153 คน คิดเป็นร้อยละ 76.50 สำหรับอาชีพของ

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย พบว่า ส่วนใหญ่เป็นผู้ซึ่งทำงานในสายงานซึ่งไม่ใช่ไอที (Non-IT) จำนวน 182 คน คิดเป็นร้อยละ 91.00

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการนำระบบไปทดลองใช้ พบว่า ผู้ที่สอบมาตรฐานไอที ระดับ IP ผ่าน จำนวน 100 คน ใช้จำนวนขั้นในการทดสอบ (stage) เฉลี่ย เท่ากับ 5.5 (*SD*=1.30) ค่าความสามารถ (θ) เฉลี่ย เท่ากับ -0.66 (*SD*=1.73) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เฉลี่ย เท่ากับ 0.30 (*SD*=0.06) และมีจำนวนผู้ผ่านการทดสอบจากระบบทั้งสิ้น 43 คน และผู้ที่ไม่ผ่านมาตรฐานไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน ใช้จำนวนขั้นในการทดสอบ (stage) เฉลี่ย เท่ากับ 5.79 (*SD*=1.40) ค่าความสามารถ (θ) เฉลี่ย เท่ากับ -0.91 (*SD*=1.72) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เฉลี่ย เท่ากับ 0.31 (*SD*=0.06) และมีจำนวนผู้ผ่านการทดสอบจากระบบทั้งสิ้น 33 คน จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ผู้ที่เคยสอบมาตรฐานไอที ระดับ IP ผ่านจะใช้จำนวนขั้นในการทดสอบน้อยกว่าผู้ที่สอบไม่ผ่าน นอกจากนี้ระดับความสามารถของผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ยังคงสูงกว่าผู้ที่สอบไม่ผ่าน เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งกลุ่มที่เคยสอบผ่านและสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP มีค่าใกล้เคียง แต่เมื่อพิจารณาผลการทดสอบผ่านระบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้น พบว่า จำนวนผู้สอบผ่านจากระบบสำหรับผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพ ไอที ระดับ IP มีจำนวนมากกว่า ผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP

สำหรับผลการทดสอบจากระบบที่พัฒนาขึ้นจำแนกตามข้อมูลทั่วไป พบว่า เพศชายผ่านการทดสอบ จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 26 ซึ่งมากกว่าเพศหญิงซึ่งผ่านการทดสอบจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 12 สำหรับกลุ่มอายุที่ผ่านการทดสอบมากที่สุดคือ กลุ่มอายุ 21-30 ปี และ 41-50 ปี ซึ่งมีจำนวนผ่านการทดสอบเท่ากันคือ 27 คน คิดเป็นร้อยละ 13.50 สำหรับระดับการที่ผ่านการทดสอบมากที่สุดคือระดับปริญญาตรี มีผู้ผ่านการทดสอบจำนวน 55 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 27.50 ด้านอาชีพพบว่าผู้ที่ไม่ได้ทำงานสายงานไอที (Non-IT) มีจำนวนการสอบผ่านมากที่สุด จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 33.50 และผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับไอ IP สามารถสอบผ่านการทดสอบจากระบบ จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 21.50 ซึ่งมากกว่าผู้ที่ยังสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีไม่ผ่าน

สำหรับข้อมูลร้อยละคะแนนการทดสอบพบว่า ร้อยละคะแนนรวมของผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP (*M*=66.68, *SD*=7.29) มีร้อยละคะแนนรวมสูงกว่าผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP เล็กน้อย (*M*=66.18, *SD*=8.23) สำหรับร้อยละคะแนนรายด้านของผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่ามีร้อยละคะแนนด้านกลยุทธ์สูงที่สุด

(*M*=79.58, *SD*=9.52) และสำหรับร้อยคะแนนรายด้านของผู้ที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่า มีร้อยละคะแนนด้านเทคโนโลยีมากที่สุด (*M*=78.75, *SD*=8.55)

สำหรับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปตัวอย่างวิจัยทุกคนจะได้รับทันทีหลังประเมินระบบเสร็จเรียบแล้ว โดยผลรายงานจะแสดงให้แก่ผู้ที่สอบผ่านและสอบไม่ผ่านตามเกณฑ์ โดยรายงานเป็นคะแนนที่ตัวอย่างวิจัยทำข้อสอบได้ถูกต้อง แต่สำหรับผู้ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบรายงานจะแสดงการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา โดยผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างวิจัยที่เคยผ่านการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ได้รับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาในด้านกลยุทธ์มากที่สุด จำนวน 18 คน คิดเป็น ร้อยละ 22.50 ซึ่งเหมือนกับตัวอย่างวิจัยที่ยังสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่า ได้รับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาด้านกลยุทธ์มากที่สุด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 16.25 เช่นเดียวกัน

สำหรับการเปรียบเทียบตัวอย่างในการวิจัยด้วยเทคนิคกลุ่มรู้ชัด แบ่งกลุ่มตัวอย่างในการเปรียบเทียบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP และ 2) กลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT) โดยผลการวิเคราะห์พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่า ขั้นในการทดสอบ (t=1.35, p-value=0.17) ระดับความสามารถ (t=0.98, p-value=0.22) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (t=-1.30, p-value=0.19) สำหรับกลุ่มผู้ที่สอบผ่านและผู้สอบไม่ผ่านมีค่าไม่แตกต่างกัน

สำหรับผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มกลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT) พบว่า ขั้นในการทดสอบ (t=-3.09, p-value=0.00) ระดับความสามารถ (t=2.59, p-value=0.01) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (t=-2.21, p-value=0.03) สำหรับกลุ่มกลุ่มผู้ที่ทำงานในสายงานไอที (IT) และไม่ใช่สายงานไอที (Non-IT) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ทำงานในสายงานไอทีและไม่ใช่สายงานไอทีมีความสามารถที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

3. ผลการประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ 1) การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินระบบ และ 2) ผลการประเมินระบบการทดสอบ

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินระบบสำหรับแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) ที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 มีจำนวน 14 ข้อ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ดำเนินการปรับแก้แบบประเมินและผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ก่อนนำไปใช้งานเรียบร้อย สำหรับแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) ที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 13 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่า คำถามประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 มีจำนวน 13 ข้อ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ดำเนินการปรับแก้แบบประเมิน และผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ก่อนนำไปใช้งานเรียบร้อย สำหรับแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) ที่พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 22 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า คำถามประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 มีจำนวน 22 ข้อ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ดำเนินการปรับแก้แบบประเมิน และผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ก่อนนำไปใช้เรียบร้อย

ผลการประเมินระบบการทดสอบหลังนำระบบไปใช้จริงด้วยแบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) โดยมีประเด็นในการสอบถามทั้งสิ้น 13 ประเด็น ผลการประเมินพบว่า ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (pleasurable and respectful interaction with the user) มีความเหมาะสมมากที่สุด (M=4.80, SD=0.40) และประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือการใช้การจำข้อมูลมากกว่าการเรียกคืนข้อมูล (recognition rather than recall) (M=4.20, SD=0.75)

ผลการประเมินความพึงพอใจด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) พบว่า ด้านภาพรวมปฏิสัมพันธ์ของระบบ ค่อนข้างดีเยี่ยม (M=7.59, SD=0.94) ด้านหน้าจอประเด็นการใช้งานของเครื่องมือ (tools) ต่าง ๆ บนหน้าจอมีค่าสูงสุด หมายความว่าการใช้งานค่อนข้างง่าย (M=7.81, SD=0.93) ด้านการใช้คำศัพท์และสารสนเทศประเด็นระบบข้อความบนหน้าจอที่แสดงแก่ผู้ใช้งานเพื่อป้อนข้อมูลมีค่าสูงสุด หมายความว่าระบบข้อความบนหน้าจอมีความชัดเจน (M=7.50, SD=1.02) ด้านการเรียนรู้ประเด็นผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้การใช้งานและการทำงานของระบบ มีค่าสูงสุด หมายความว่า ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้และเข้าใจระบบได้อย่างง่าย (M=7.33, SD=1.05) ความสามารถของระบบประเด็นความเร็วระบบมีค่าสูงสุด หมายความว่าการทำงานของระบบมีความรวดเร็ว (M=7.53, SD=0.99)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายได้ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) การพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย 2) การทดลองใช้ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย และ 3) รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ และ 4) การประเมินระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย

1. การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นการทดสอบที่ผู้สอบใช้แบบทดสอบที่แตกต่างกัน โดยมีการคัดเลือกข้อสอบตามระดับความสามารถ ซึ่งใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคัดเลือกข้อสอบและประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยหลักการคือกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะเริ่มทำข้อสอบข้อแรกจากข้อที่มีระดับความยากปานกลาง หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอบข้อสอบผิดข้อสอบข้อถัดไปจะง่ายลง และหากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอบข้อสอบถูกข้อสอบข้อถัดไปก็จะยากขึ้น กระทั่งการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบคงที่และอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ การทดสอบจะยุติลง (Čisar et al., 2010; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ในเวลาต่อมาพบว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (computerize adaptive testing: CAT) มีการประมาณค่าความสามารถที่สูงและต่ำกว่าจริง เนื่องประมาณค่าข้อสอบเริ่มต้นจากข้อสอบเพียงข้อเดียว จึงได้มีการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอน (multistage adaptive testing: MST) ขึ้น ซึ่งผู้ริเริ่มใช้แนวคิดดังกล่าวคือ Lord และ Novick โดยเริ่มแรกเป็นการศึกษาการทดสอบแบบสองขั้น (two-stage testing) และพบว่าความสามารถในการประมาณค่าดีกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบดั้งเดิม (Zenisky, Hambleton, & Luecht, 2010)

แม้ว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบดั้งเดิม แต่ยังพบว่ามีข้อจำกัดคือ ในการจัดชุดข้อสอบ (teslet) ต้องดำเนินการจัดชุดข้อสอบไว้ล่วงหน้า (pre-assemble) ดังนั้น เมื่อเป็นการทดสอบขนาดใหญ่ (large scale) อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงมีการพัฒนากระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย (on-the-fly assemble multistage adaptive testing) ขึ้น โดยใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์ใจการจัดชุดข้อสอบโดยอัตโนมัติ (Zheng & Chang, 2015) สำหรับการศึกษากระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายเป็นเพียงการศึกษาต้นแบบ (prototype) ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการศึกษากระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้กับการทดสอบจริง โดยข้อสอบที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบเป็นข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที (information technology professional examination: ITPE) ระดับ

IT Passport โดยได้รับความอนุเคราะห์ผลการตอบข้อสอบเพื่อนำมาพัฒนาคลังข้อสอบจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

จากผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 6 องค์ประกอบ ได้แก่ จุดเริ่มต้นในการทดสอบ การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ การคัดเลือกข้อสอบ การควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ การแบ่งชั้นคลังข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก และจุดยุติการทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Zhen & Chang (2015) และ Tay (2015) ที่มีการศึกษากระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย

สำหรับจุดเริ่มต้นการทดสอบ (initial stage) ในการวิจัยในครั้งนี้จะใช้จำนวนข้อสอบในขั้นแรก (stage 1) จำนวน 15 ข้อ ตามแนวทางการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนเพื่อให้การประมาณค่าความสามารถมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ Zheng & Chang ที่ใช้ข้อสอบจำนวน 15 ข้อในขั้นแรก เพื่อช่วยลดความผิดพลาดในการประมาณค่าที่สูงหรือต่ำกว่าจริง (Zheng & Chang, 2015; Zheng et al., 2012) ด้านการประมาณค่าความสามารถผู้สอบใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation: MLE) และด้วยค่าคาดหวังภายหลัง (expected a posterior: EAP) ทั้งสองวิธีร่วมกันเพื่อให้ค่าความสามารถที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Bock & Mislevy, 1982; Hambleton & Swaminathan, 1985; Zheng & Chang, 2015; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

สำหรับการคัดเลือกข้อสอบ (item selection) ในการวิจัยนี้ใช้ค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด (maximum priority index: MPI) ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพจากการใช้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศสูงสุด (maximum item information function) แบบดั้งเดิม ทำให้การคัดเลือกข้อสอบมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีต่างๆ กับวิธี MPI สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายตามแนวทางของ Zheng & Chang ยังพบว่าเป็นวิธีที่มีความแม่นยำและมีความเอนเอียงน้อยที่สุด ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ดัชนี MPI ในการคัดเลือกข้อสอบในแต่ละขั้น (Cheng & Chang, 2009; Zheng & Chang, 2015)

ด้านการควบคุมอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ (exposure rate) เพื่อป้องกันการนำข้อสอบข้อเดิมไปใช้ซ้ำมากจนเกินไป ในการวิจัยนี้เลือกใช้วิธีซิมสันและเฮตเตอร์ (Sympson & Hetter) เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมอัตราการเปิดเผยข้อสอบได้ดีกว่าวิธีมัลติโนเมียลซิมสัน

เฮตเตอร์ (mutinomial Sympson & Hetter) (Yi, 2002; Zheng & Chang, 2015) และในการวิจัยนี้เลือกใช้แบ่งชั้นคลังข้อสอบด้วยค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) เนื่องจากพบว่าการแบ่งชั้นคลังข้อสอบตามค่าอำนาจจำแนกเมื่อใช้งานร่วมกับการควบคุมความสอดคล้องของเนื้อหา (content balance) และอัตราการเปิดเผยของข้อสอบ (exposure rate) แล้วจะมีประสิทธิภาพภาพมากยิ่งขึ้น (Yi, 2002; Zheng & Chang, 2015) และเนื่องจากในการพัฒนาระบบในการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบเพื่อนำไปใช้งานจริง มิใช่การจำลองข้อมูล ดังนั้นเกณฑ์ยุติในการทดสอบ (stopping criteria) ในการวิจัยครั้งนี้จึงต้องมีการกำหนดเกณฑ์ให้ชัดเจน เพื่อนำไปใช้สำหรับการทดสอบแบบความยาวแปรผัน (variable length) โดยเกณฑ์ที่ใช้กันโดยทั่วไปคือการกำหนดเกณฑ์ยุติที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เท่ากับ 0.30 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดจุด ยุติในการทำแบบทดสอบที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เกิน 0.30 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

จากกระบวนการพัฒนาระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่กล่าวมาข้างต้น พบว่ามีความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ Chaimongkol, Pasiphol, and Kanjanawasee (2016) และพบว่าปัจจุบันได้มีนักวิจัยหลายท่านสนใจศึกษาและทดสอบกระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น อาทิ Tay (2015) ได้มีการศึกษาการจัดชุดข้อสอบขั้นแรก (initial stage) สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย กรณีกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมีระดับความสามารถต่างกัน ดังนั้นหากข้อสอบมีระดับความยากปานกลางอาจทำให้การเลือกข้อสอบในขั้นถัดไปมีความผิดพลาดเป็นต้น

เห็นได้ว่าปัจจุบันเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่เศรษฐกิจดิจิทัล (digital economy) ทุกคนคงปฏิเสธการใช้เทคโนโลยีไปไม่ได้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านการศึกษา เทคโนโลยีสำหรับการทดสอบจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ปัจจุบันได้มีการพัฒนากระบวนการทดสอบที่มีความแม่นยำและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบแบบปรับเหมาะ ซึ่งช่วยทำให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ทำข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของตนเองพร้อมสามารถรายงานผลการทดสอบได้ทันที ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษากระบวนการพัฒนาระบบต้นแบบ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการทดสอบประเภทอื่นต่อไปในอนาคต

2. สำหรับการนำระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน ประกอบด้วย ผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที

ระดับ IP จำนวน 100 คน และผู้ที่สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP จำนวน 100 คน โดยทำการตรวจสอบระบบด้วยความตรงตามทฤษฎี (construct validity) หากระบบการทดสอบสามารถวัดความสามารถได้ตรง ผลการวัดต้องมีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) จากการเปรียบเทียบจำนวนขั้นในการทดสอบเฉลี่ย ความสามารถเฉลี่ย และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเฉลี่ยด้วยการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย (t-test) ระหว่าง ผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP และผู้ที่สอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP พบว่า จำนวนขั้นในการทดสอบเฉลี่ย ความสามารถเฉลี่ย และความคลาดเคลื่อน ทั้งสองกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากข้อสอบส่วนใหญ่ของการสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP เป็นข้อสอบซึ่งเน้นวัดความจำ (remembering) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's taxonomy) โดยในการนำระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยพิจารณาเฉพาะผู้ที่เคยสอบผ่านและสอบไม่ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอทีเป็นหลัก ซึ่งมีทั้งกลุ่มผู้ที่เคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอทีนานมาแล้วและกลุ่มที่เพิ่งสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอที มิได้ดำเนินการเลือกเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่งสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพรอบล่าสุด ดังนั้นจึงอาจทำให้ผลการเปรียบเทียบดังกล่าวมีค่าไม่ต่างกัน เนื่องมาจากผู้ซึ่งเคยสอบผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอทีนานมาแล้ว อาจจำเนื้อหาได้ไม่ครบถ้วนดังเช่นผู้เพิ่งเคยสอบผ่าน นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมิได้มีการเตรียมความพร้อมดังเช่นการสอบมาตรฐานวิชาชีพจริง เนื่องจากในการสอบมาตรฐานวิชาชีพจริง หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยสอบผ่าน จะได้รับใบรับรองมาตรฐานวิชาชีพ (certificate) เพื่อนำไปใช้ในการเลื่อนขั้นปรับตำแหน่ง ดังนั้นในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพจริง ผลการทดสอบที่ได้จะมีผลได้ผลเสีย (high stake) กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมีความพยายามในการทำข้อสอบมากกว่าการทดสอบจากระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Amrein and Beliner (2003) และ Mesler (2008) ว่าข้อสอบที่มีผลได้ผลเสียกับผู้สอบจะทำให้ผู้สอบมีความพยายามในการทำข้อสอบมากกว่าปกติ ซึ่งแตกต่างจากการทำข้อสอบจากระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้น เนื่องจากผู้สอบไม่ได้มีส่วนได้ส่วนเสียกับการสอบ จึงมิได้มีการเตรียมตัวอย่างเต็มที่ก่อนการทดสอบจริง ดังนั้นทำให้ผลการทดสอบความตรงระหว่างกลุ่มที่เคยสอบผ่านและสอบไม่ผ่านไม่แตกต่างกัน

แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ความตรงตามทฤษฎีระหว่างกลุ่มผู้ที่ทำงานสายงานไอที (IT) และผู้ไม่ได้ทำงานสายไอที (Non-IT) พบว่า จำนวนขั้นในการทดสอบเฉลี่ย ความสามารถเฉลี่ย และความคลาดเคลื่อน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่ทำงานสายงานไอทีมีความสามารถเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำงานสายไอที แสดงให้เห็นว่าระบบมีความ

ตรงตามทฤษฎีซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มผู้ที่มีความรู้ด้านไอทีมากกับกลุ่มผู้มีความรู้ด้านไอทีน้อย ดังนั้นสามารถนำระบบไปใช้ประโยชน์ในการทดสอบเพื่อสอบคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในสายงานไอทีต่อไปในอนาคตได้

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจำนวนข้อสอบเฉลี่ยจากระบบพบว่า กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทำข้อสอบเฉลี่ย 6 ชั้น หรือเท่ากับ 90 ข้อ ซึ่งใกล้เคียงกับข้อสอบแบบดั้งเดิมซึ่งมีจำนวน 100 ข้อ เนื่องจากชุดข้อสอบที่พัฒนาขึ้นใช้จำนวนข้อสอบมากถึง 15 ข้อ ซึ่งเป็นไปตามสัดส่วนเงื่อนไขความครอบคลุมเนื้อหาของข้อสอบต้นฉบับ ทำให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรในการทำแบบทดสอบแต่ละชุด ซึ่งอาจส่งผลต่อการประมาณค่าความสามารถ หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตอบข้อสอบผิดจำนวนมากในชุดแรกๆ ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้รับจำนวนชุดข้อสอบที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแต่ละชุดมีจำนวน 15 ข้อ อาจทำให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเกิดความเหนื่อยล้า ดังนั้นหากลดจำนวนข้อสอบลงในแต่ละชุด โดยยังคงมีความครอบคลุมของเนื้อหาเหมือนเดิมอาจทำให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยใช้จำนวนข้อสอบที่ลดลง ซึ่งการลดจำนวนข้อสอบลงถือเป็นจุดเด่นของการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เนื่องจากทำให้ต้นทุนในการจัดการทดสอบลดลงแต่ยังคงได้ผลการทดสอบที่มีความแม่นยำเท่าเดิม (Thompson, 2011)

3. วัตถุประสงค์หลักของการให้ข้อมูลย้อนกลับคือการลดความแตกต่างระหว่างความสามารถหรือความเข้าใจในปัจจุบันของผู้เรียนกับเป้าหมายที่ปรารถนา นอกจากนี้การสะท้อนข้อมูลย้อนกลับถือเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียน (formative feedback) เพื่อการพัฒนา ดังนั้น การให้ข้อมูลย้อนกลับจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเรียน และเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assessment) เพื่อระบุให้เห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียนจนนำไปสู่การทำให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามศักยภาพของผู้เรียน โดยมีการศึกษานำข้อมูลย้อนกลับมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบแฟ้มสะสมงานซึ่งประกอบด้วยข้อมูลย้อนกลับ 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปได้แก่การให้ข้อความที่สามารถอธิบายผลงานของนักเรียนว่าถูกหรือผิดและดีหรือไม่ดีอย่างไร โดยอิงจากเกณฑ์ในการประเมิน สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุง ได้แก่ การให้ข้อความซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงผลงานในอนาคต (โชติกา ภาษีผล, ประกอบ กรณีกิจ, & พิทักษ์ โสตถยาคม, 2558)

ดังนั้นกระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งสองส่วนเมื่อนำมาใช้ร่วมกันสามารถเรียกว่าการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ (reflective feedback) ซึ่งหมายถึงผู้เรียนจะได้รับข้อมูลผลการเรียนตามความสามารถ ซึ่งจะตัดสินตามเกณฑ์ เช่น คะแนนเต็ม 100 คะแนน นักเรียนสามารถทำได้ 70 คะแนน และเมื่อทราบคะแนนแล้วก็จะนำข้อมูลมาสะท้อนกลับไปยังผู้เรียนโดยการให้คำแนะนำเพื่อการปรับปรุง จากการศึกษาพบว่า มีการนำการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมาทำการศึกษากับครูฝึกสอนซึ่งสะท้อนข้อมูลย้อนกลับไปยังครูพี่เลี้ยง และยังมีการนำการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคลินิกของนักเรียนอีกด้วย (Damar, 2013; Wojcikowski & Brownie, 2013)

ในการวิจัยนี้มีการนำการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) มาใช้ร่วมกันซึ่งจะเรียกว่าการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ (reflective feedback) สำหรับรายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับจะแบ่งออกเป็น 2 รายงานได้แก่ รายงานข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และรายงานข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) โดยรูปแบบรายงานจะประกอบด้วยข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ ชื่อ นามสกุล อายุ อีเมล การศึกษา อาชีพ และคำถามซึ่งสำรวจว่ากลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเคยสอบผ่านการทดสอบมาตรฐานอาชีพไอที ระดับไอพีหรือไม่ ซึ่งข้อมูลในส่วนของรายงานผลการทดสอบแบบทั่วไป จะแสดงจำนวนข้นทั้งหมดที่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้ดำเนินการทดสอบและแสดงผลการตอบข้อสอบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย หลังจากนั้นมีการปรับข้อมูลเป็นร้อยละเพื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์การผ่านการทดสอบ โดยหากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยผ่านเกณฑ์การทดสอบในแต่ละด้านมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30 และคะแนนร้อยละรวมทุกด้านมากกว่าหรือเท่ากับ 55 ระบบจะดำเนินการแสดงผลรายงานข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา แต่หากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยไม่ผ่านเกณฑ์ จะแสดงเฉพาะผลการตอบข้อสอบหรือข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปเท่านั้น

สำหรับรายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา จะรายงานผลเมื่อกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย สอบผ่านเกณฑ์ทั้งสามด้านคือมากกว่าร้อยละ 30 และคะแนนรวมทุกด้านผ่านเกณฑ์คือมากกว่าร้อยละ 55ตามที่กำหนดไว้ โดยรายงานจะให้สารสนเทศเกี่ยวกับอาชีพที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและประกอบอาชีพในสายงานที่เหมาะสมกับตนเองต่อไป ซึ่งอาชีพที่ใช้สำหรับสะท้อนข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วย 5 อาชีพ ตามแนวทางการทดสอบ ITPE ระดับ IP ได้แก่ 1) นักกลยุทธ์ (strategist) 2) ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเทคนิค (technical specialist) 3) นักสถาปัตยกรรมระบบ (system architect) 4)

ผู้จัดการโครงการ (project manager) และ 5)ผู้จัดการงานบริการ(service manager) สำหรับตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา เช่น เมื่อผู้สอบ ได้คะแนนรวมผ่านเกณฑ์คือมากกว่าร้อยละ 55 และคะแนนแต่ละด้านมากกว่าร้อยละ 30 โดยมีคะแนนด้านกลยุทธ์มากกว่าด้านการจัดการและด้านเทคโนโลยี ข้อมูลย้อนกลับที่ผู้สอบจะได้รับคือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนักกลยุทธ์

จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่าการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาผู้เรียน หากผู้เรียนไม่ได้รับข้อมูลย้อนกลับที่รวดเร็วและถูกต้อง อาจทำให้การพัฒนาผู้เรียนเป็นได้อย่างล้าช้าและขาดประสิทธภาพ นอกจากนี้ในการพัฒนาทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพไอที เพื่อเพิ่มโอกาสในการแข่งขันกับประเทศในภูมิภาคอาเซียนย่อมเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นการพัฒนาการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับจึงถือได้ว่าเป็นกลไกหนึ่งในการช่วยพัฒนาศักยภาพของบุคลากรในประเทศให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลมากยิ่งขึ้น โดยแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป (feedback) และข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) ในการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับแนวคิดของ Basso and Belardinelli (2006) ซึ่งได้แนะนำว่าในการให้ข้อมูลย้อนกลับควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปและข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาร่วมกัน โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับต้องมีความสะดวกกับผู้ได้รับข้อมูล ทั้งนี้ยังมีการสนับสนุนให้ใช้ระบบออนไลน์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ดังนั้นในการพัฒนาระบบการทดสอบที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในครั้งนี้จึงมีความสอดคล้องและเป็นไปตามแนวทางในการศึกษาก่อนหน้าสำหรับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้ได้รับข้อมูลย้อนกลับสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาตนเองอย่างสะดวกและรวดเร็ว

4. ในการพัฒนาระบบ รูปแบบ แนวทาง หรือกระบวนการ สิ่งที่สำคัญในการตรวจสอบคุณภาพคือการประเมิน โดยการประเมินมีอยู่หลากหลาย ดังนั้นจึงต้องคัดเลือกการประเมินให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการประเมิน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการคัดเลือกการประเมินมาใช้ในการประเมินระบบทั้งสิ้น 3 แบบ โดยแบบประเมินแรกใช้สำหรับประเมินคุณภาพระบบก่อนนำระบบไปใช้งานจริง ซึ่งแบบประเมินที่ใช้คือแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) ตามแนวคิดของ Stufflebeam เนื่องมาจากการประเมินแบบอิงมาตรฐาน มีประเด็นที่ครอบคลุมประเด็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความมีประโยชน์ (utility) ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility) ด้านความเหมาะสม (propriety) และด้านความถูกต้อง (accuracy) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2554) โดยประเด็นทั้ง 4 ด้านนี้จะสามารถประเมินได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะสามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ อดิศวร์ วงษ์วัง (2557) ที่มีการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการประเมินกิจกรรมส่งเสริมคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

ตามแนวคิดการประเมินแบบทฤษฎีแรงขับ ซึ่งดำเนินการประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดการประเมินแบบอิงมาตรฐาน

หลังจากนำระบบไปทดลองเรียบร้อยแล้วจะใช้การประเมินระบบอีก 2 แบบ ได้แก่ แบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) และแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) ซึ่งแบบประเมินที่กล่าวมาทั้งสองแบบนี้เป็นแบบประเมินซึ่งนักพัฒนาระบบส่วนใหญ่ใช้ในการประเมินระบบที่พัฒนาขึ้น โดยแบบประเมินแบบฮิวริสติคเป็นการประเมินในภาพรวมของระบบ (M. Lilley et al., 2004) ซึ่งไม่ได้เน้นดูรายละเอียดเชิงลึกเนื่องจากเป็นแบบประเมินซึ่งต้องการดูภาพรวมของระบบว่าระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการประเมินระบบหลังการใช้งานในการวิจัยนี้ เนื่องจากต้องการประเมินระบบในภาพรวมว่าระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่ (Nielsen, 1992; Nielsen & Molich, 1990)

สำหรับแบบประเมินสุดท้ายคือแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ (user satisfaction of the human-computer interface) ซึ่งประเมินจากผู้เข้ามาใช้งานระบบการทดสอบ โดยจุดเด่นของการประเมินนี้คือต้องการทราบว่าระบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้หรือไม่ เนื่องจากระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้น เป็นระบบที่ต้องใช้งานผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงต้องประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานว่าผู้ใช้งานระบบการทดสอบ พึงพอใจกับการใช้งานกระบวนการทดสอบหรือไม่ เพราะผลการประเมินที่ได้จากการประเมิน จะนำมาซึ่งการพัฒนาและความเป็นไปได้ในการใช้งานระบบในอนาคตต่อไป (Chin et al., 1988; Navas et al., 2007)

ในการพัฒนาระบบกระบวนการที่สำคัญคือการตรวจสอบคุณภาพระบบ ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพระบบด้วยแบบประเมิน 3 แบบ โดยก่อนการนำระบบไปทดลองใช้ดำเนินการประเมินระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation) และเมื่อนำระบบไปทดลองใช้งานเรียบร้อยแล้วมีการประเมินระบบหลังการใช้งานอีกหนึ่งครั้งจากผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบประเมินแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation) เพื่อประเมินคุณภาพในเชิงเทคนิคระบบ นอกจากนี้ยังมีการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจระหว่างอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน (user satisfaction of the human-computer interface) ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธี

ออนเดอะฟลายในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอทีที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมีคุณภาพตามมาตรฐานและสามารถใช้งานได้จริง

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ผู้ที่มีความสนใจทดสอบมาตรฐานวิชาชพีไอที สามารถเข้ามาใช้งานระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับ เพื่อประเมินศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของตนเองว่าอยู่ในระดับใด ควรพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีสารสนเทศในด้านใดบ้าง โดยดูจากผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากระบบ และยังสามารถนำผลดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกอาชีพในสายงานไอทีที่มีความเหมาะสมกับตนเอง

2. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ซึ่งเป็นผู้ดูแลการจัดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP สามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปช่วยในการทบทวนและเตรียมความพร้อมในการจัดสอบมาตรฐานวิชาชีพจริง เพื่อยกขีดระดับความสามารถของบุคลากรในประเทศไทยให้ผ่านมาตรฐานวิชาชีพไอทีทั้งในภาครัฐและภาคเอกชนให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทดสอบลง ทำให้ประหยัดงบประมาณในการทดสอบ พร้อมทั้งให้ผลการทดสอบที่มีความแม่นยำเทียบเท่าการทดสอบแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังสามารถให้รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้สอบได้ทันที เพื่อให้ผู้สอบนำผลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาตนเองในสายงานวิชาชีพไอทีต่อไป ดังนั้นหากมีการผลักดันการนำระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีไปใช้ทดแทนการทดสอบแบบดั้งเดิม จะทำให้การทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทียกระดับกระบวนการทดสอบให้เทียบเท่ามาตรฐานสากลมากยิ่งขึ้น

3. องค์กรที่ต้องการคัดเลือกบุคลากรสายงานไอทีให้เป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพ สามารถประสานงานมายังจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อขออนุญาตนำระบบการทดสอบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการสอบคัดเลือกบุคลากรสายงานไอทีเพื่อเข้าทำงานหรือเลื่อนตำแหน่งสูงขึ้น เพื่อให้องค์กรสามารถคัดเลือกบุคลากรที่มีคุณภาพ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

4. ระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้กับการทดสอบประเภทอื่นต่อไปได้เช่น การทดสอบวัดความรู้ระดับชาติ การทดสอบมาตรฐานวิชาชีพประเภทต่างๆ เพื่อลดปริมาณการใช้กระดาษพร้อมทั้งสามารถรายงานผลการทดสอบได้ทันที โดยที่มีความถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้เมื่อนำข้อสอบประเภทอื่นเข้ามาใช้ในระบบการทดสอบแล้ว ยังสามารถนำไปจด

ทรัพย์สินทางปัญญา (intellectual property) เพื่อนำไปใช้งานในเชิงพาณิชย์หรือเพื่อให้บริการทางวิชาการต่อไปในอนาคตได้ โดยขั้นตอนในการนำระบบไปใช้กับข้อสอบประเภทอื่นประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) โดยผลการวิเคราะห์จะนำมาใช้ในการพิจารณาข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อจัดทำคลังข้อสอบของระบบ และ 2) จัดเตรียมข้อมูลเพื่อสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนา (feedforward) โดยข้อมูลย้อนกลับที่ได้จะนำมาใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เข้ารับการทดสอบเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาตนเองตามเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละประเภทต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้มีการประมาณค่าความสามารถในทุกขั้น (stage) เนื่องจากพัฒนาแนวทางมาจากการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายซึ่งเป็นต้นแบบ (prototype) ตามกรอบแนวคิดของ Zhen & Chang (2015) ซึ่งมิได้นำเสนอว่าในการประมาณค่าความสามารถต้องประมาณจำนวนกี่ขั้นจึงมีความเหมาะสม ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาว่าในการปรับระดับความสามารถสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลาย ควรปรับระดับความสามารถกี่ขั้น (stage) จึงจะมีความเหมาะสม และข้อสอบในแต่ละขั้น ควรแบ่งความสามารถออกเป็นกี่กลุ่ม เช่น 2 กลุ่ม ได้แก่ ยากและง่าย หรือ 3 กลุ่ม ยาก ปานกลาง ง่าย เป็นต้น

2. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาคลังข้อสอบเพื่อเตรียมความพร้อมในการทดสอบมาตรฐาวิชาชีพไอที ระดับ IP ซึ่งคลังข้อสอบมีขนาดเล็กเพียง 520 ข้อ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาคลังข้อสอบให้มีขนาดใหญ่ (large scale) มากยิ่งขึ้น เพื่อดำเนินการทดสอบความสามารถในการคัดเลือกข้อสอบของกระบวนการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีออนเดอะฟลายสำหรับคลังข้อสอบขนาดใหญ่ ว่าสามารถคัดเลือกข้อสอบได้รวดเร็วเท่ากับการทดสอบซึ่งมีขนาดคลังเล็กหรือไม่

3. สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบการทดสอบสำหรับข้อสอบซึ่งให้คะแนนแบบสองค่า (dichotomous) ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาระบบการทดสอบสำหรับข้อสอบซึ่งมีการให้คะแนนแบบหลายค่า (polytomous) เพื่อให้ระบบการทดสอบสามารถใช้งานได้กับข้อสอบที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

4. สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ศึกษาเฉพาะผลการทดสอบที่ได้จากระบบยังมิได้มีการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเปรียบเทียบ

ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบที่ได้จากระบบกับผลการทดสอบแบบดั้งเดิมว่าความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางใด ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในการช่วยตรวจสอบความแม่นยำของระบบ

5. การตรวจสอบคุณภาพระบบในการวิจัยครั้งนี้ใช้การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (construct validity) ยังมิได้มีการตรวจสอบความตรงประเภทอื่น ได้แก่ ความตรงตามสภาพ (concurrent validity) และความตรงเชิงทำนาย (predictive validity) ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาความตรงดังกล่าว เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันคุณภาพของระบบต่อไป

6. การวิจัยครั้งนี้ใช้ชุดข้อสอบสำหรับการทดสอบชุดละ 15 ข้อ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขแบบทดสอบดั้งเดิมทำให้ผู้สอบต้องใช้ระยะเวลานานในแต่ละชุด จึงจะสามารถประมาณค่าความสามารถได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการลดจำนวนข้อสอบลงให้เหลือเพียงครึ่งหนึ่งประมาณ 7-8 ข้อในแต่ละชุด เพื่อให้ผู้สอบใช้จำนวนขั้นและจำนวนข้อสอบที่ลดลงโดยที่ให้ผลการทดสอบซึ่งมีความถูกต้องเช่นเดียวกับการทดสอบแบบดั้งเดิม

7. ปัจจุบันการวินิจฉัยผู้เรียน (diagnostic) เป็นสิ่งที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาระบบการทดสอบเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนขึ้น โดยอาศัยกระบวนการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนได้รับข้อสอบสำหรับการวินิจฉัยที่ตรงกับความสามารถกับผู้เรียน และยังสามารถได้รับข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาได้ทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบ ซึ่งในการประยุกต์ใช้การวินิจฉัยผู้เรียนกับระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะนั้น ผู้เรียนจะได้รับข้อสอบสำหรับการวินิจฉัยโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มิใช่ข้อสอบปกติโดยทั่วไป ซึ่งคลังข้อสอบสำหรับการวินิจฉัยต้องมีการวิเคราะห์และคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีคุณภาพเพื่อนำมาจัดทำคลังข้อสอบ และเมื่อผู้เรียนดำเนินการทดสอบเสร็จสิ้น ระบบจะดำเนินการให้การสะท้อนข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนทันที โดยข้อมูลย้อนกลับที่นักเรียนได้จะนำมาซึ่งการพัฒนาตนเองของผู้เรียนตามความรู้หรือทักษะที่นักเรียนยังขาด ดังนั้นการบูรณาการการทดสอบแบบปรับเหมาะที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับกับการวินิจฉัยผู้เรียน จึงเป็นงานวิจัยที่ควรศึกษาต่อไปในอนาคตเพื่อประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนสามารถรู้เท่า รู้ทัว และรู้ทัน

รายการอ้างอิง

Amrein, A. L., & Beliner, D. C. (2003). The Effects of High-Stakes Testing on Student Motivation and Learning *Educational Leadership* (pp. 32-38).

Andjelic, S., & Cekerevac, Z. (2014). CAT model with personalized algorithm for evaluation of estimated student knowledge. *Educational Information Technology, 2014*(19), 173–191.

Basso, D., & Belardinelli, M. O. (2006). The role of the feedforward paradigm in cognitive psychology. *Cogn Process, 2006*(7), 73-88.

Bock, R. D., & Mislevy, R. J. (1982). Adaptive EAP Estimaion of Ability in a Microcomputer Environment. *Applied Psychological Measurement, 6*(4), 431-444.

Boyd, A. M., Dodd, B., & Fitzpatrick, S. (2013). A Comparison of Exposure Control Procedures in CAT Systems Based on Different Measurement Models for Testlets. *Applied Measurement in Education, 26*(2), 113-135.

Brossman, B. G., & Guille, R. A. (2014). A Comparison of Multi-Stage and Linear Test Designs for Medium-Size Licensure and Certification Examinations. *Journal of Computerized Adaptive Testing, 2*(2).

Camilli, G. (1994). Origin of the Scaling Constant d = 1.7 in Item Response Theory. *Journal of Educational and Behavioral Statistics, 19*(3), 293-295.

Chaimongkol, N., Pasiphol, S., & Kanjanawasee, S. (2016). Computerized Adaptive Testing with Reflective Feedback: A Conceptual Framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 217*(2016), 806 – 812.

Chang, H.-H. (2004). Understanding Computerized Adaptive Testing: From Robbins-Monro to Lord and Beyond. In D. Kaplan (Ed.), *The SAGE Handbook of Quantitative Methodology for the Social Sciences* (pp. 117). California: Sage Pulblication, Inc.

Chang, H.-H. (2015). Psychometrics behind Computerized Adaptive Testing. *Psychometrika, 80*(1), 1-20.

Chen, S. Y., & Macredie, R. D. (2005). The assessment of usability of electronic shopping: A heuristic evaluation. *International Journal of Information Management, 25*, 516–532.

Cheng, Y., & Chang, H.-H. (2009). The maximum priority index method for severely constrained item selection in computerized adaptive testing *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 2009*(62), 369-383.

Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, K. L. (1988). *Development of An Instrument Measuring User Satisfaction of the Human-Computer Interface*. Paper presented at the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

Čisar, S. M., Radosav, D., Markoski, B., Pinter, R., & Čisar, P. (2010). Computer Adaptive Testing of Student Knowledge. *Acta Polytechnica Hungarica, 7*(4), 139-152.

Cohen, J., & Albright, L. (2014). Smarter Balanced Adaptive Item Selection Algorithm Design Report. American Institutes for Research.

Damar, E. A. (2013). ELT Teacher Trainees' Reflective Feedback to Their Cooperating Teachers. *Journal of Educational and Social Research, 3*(7), 235-242.

Goldsmith, M. (2003). Leadership Development : Try Feedforward Instead of Feedback. *Journal of Excellence, 8*, 15-19.

Gómez, R. Y., Caballero, D. C., & Sevillano, J.-L. (2014). Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist. *The Scientific World Journal, 2014*, 1-19.

Gu, L., & Reckase, M. D. (2007). *Designing Optimal Item Pools for Computerized Adaptive Tests with Sympson-Hetter Exposure Control.* Paper presented at the The 2007 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing.

Guo, F., & Wang, L. (2005). Evaluating Scale Stability of a Computer Adaptive Testing System. Graduate Management Admission Council.

Hall, A. D., & Fagen, R. E. (1956). Definition of System. *General Systems, 1*(1956), 18-28.

Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). *Item Response Theory: Principles and Applications*. MA, U.S.A.: Kluwer Academic Publishers.

Han, K. T., & Guo, F. (2013). An Approach to Assembling Optimal Multistage Testing Modules on the Fly. Graduate Management Admission Council.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81-112.

Information-Technology Promotion Agency Japan. (2010). *IT Passport Exam Preparation Book*. Tokyo: Fujitsu Fom Limited.

Lilley, M., & Barker, T. (2003). *An Evaluation of a Computer Adaptive test in a UK University Context.* Paper presented at the 7th CAA Conference, Loughborough.

Lilley, M., Barker, T., & Britton, C. (2004). The development and evaluation of a software prototype for computer-adaptive testing. *Computers & Education, 43*(2004), 109-123.

Linden, W. J. v. d. (2000). Optimal assembly of tests with item sets. *Applied Psychological Measurement, 24*, 225-240.

Linden, W. J. v. d. (2008). Some New Developments in Adaptive Testing Technology. *Journal of Psychology, 216*(1), 3-11.

Ludvigsen, K., Krumsvik, R., & Furnes, B. (2015). Creating formative feedback spaces in large lectures. *Computers & Education, 88*(2015).

Luppicini, R. (2005). A Systems Definition of Educational Technology in Society. *Educational Technology & Science, 8*(3), 103-109.

McGill, M. T. (2009). *An Investigation of Unidimensional Testing Procedures under Latent Trait Theory using Principal Component Analysis.* (Doctor of Philosophy), Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.

Mesler, A. (2008). *High Stakes and Higher Impacts: The Effects of High-Stakes Testing on School and Classroom Operations*.

Navas, H., Osornio, A. L., Baum, A., Gomez, A., Luna, D., & Quiros, F. G. B. d. (2007). *Creation and Evaluation of a Terminology Server for the Interactive Coding of*

Discharge Summaries. Paper presented at the MEDINFO 2007, Brisbane, Australia.

Nielsen, J. (1992, 3-7 May). *Finding Usability Problems through Heuristic Evaluation.* Paper presented at the ACM CHI'92 Monterey, CA.

Nielsen, J., & Molich, R. (1990, 1-5 April). *Heuristic evaluation of user interfaces.* Paper presented at the ACM CHI'90, Seattle, WA.

Phankokkruad, M. (2012, 16-18 May 2012). *Association rules for data mining in item classification algorithm: Web service approach.* Paper presented at the Digital Information and Communication Technology and it's Applications (DICTAP), 2012 Second International Conference on, Bangkok.

Reckase, M. D. (2003). *Item pool design for computerized adaptive tests*. Paper presented at the The annual meeting of the National Council on Measurement in Education, Chicago, IL.

SHL Group Limited. (2011). Microsoft Excel 2010 (adaptive). Retrieved 1 October, 2015, from http://assessmentanalytics.com/website/wp-content/uploads/2014/02/Fact_Sheet-Microsoft_Excel_2010_adaptive.pdf

Shute, V. J. (2007). Focus on Formative Feedback: Educational Testing Service

Tay, P. H. (2015). *On-The-Fly Assembled Multistage Adaptive Testing.* (Doctor of Philosophy in Educational Psychology), University of Illinois at Urbana-Champaign.

Thompson, N. A. (2011). Advantages of Computerized Adaptive Testing (CAT). MN: USA.

Weiss, D. J. (2011). Better Data From Better Measurements Using Computerized Adaptive Testing. *Journal of Method and Measurement in the Social Science, 2*(1), 1-27.

Wojcikowski, K., & Brownie, S. (2013). Generic reflective feedback: An effective approach to developing clinical reasoning skills. *Journal of Computer Assisted Learning, 29*, 371–382.

Yi, Q. (2002, April 1-5, 2002). *Incorporating the Sympson-Hetter Exposure Control Mehtod into the a-Stratified Method with Content Blocking.* Paper presented at the The Annual Meeting of the American Educational Research Association LA U.S.A.

Zenisky, A., Hambleton, R. K., & Luecht, R. M. (2010). Multistage Testing: Issues, Desings, and Research. In W. J. v. d. Linden & C. A. W. Glas (Eds.), *Elements of Adaptive Testing*: Springer.

Zheng, Y., & Chang, H.-H. (2015). On-the-Fly Assembled Multistage Adaptive Testing. *Applied Psychological Measurement, 39*(2), 1-15.

Zheng, Y., Nozawa, Y., Gao, X., & Chang, H.-H. (2012). Multistage Adaptive Testing for a Large-Scale Classification Test: Design, Heuristic Assembly, and Comparison with Other Testing Modes: ACT.

Zheng, Y., Nozawa, Y., Zhu, R., & Gao, X. (2014). Automated Top-Down Heuristic Assembly of a Classification Multistage Test. https://www.academia.edu/10825094/Automated_top-down_heuristic_assembly_of_a_classification_multistage_test

ชัยวิชิต เชียรชนะ. (2552). การวิเคราะห์พหุมิติ (Multidimensional Analysis). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 32*(4), 13-22.

โชติกา ภาษีผล, ประกอบ กรณีกิจ, & พิทักษ์ โสตถยาคม. (2558). การพัฒนารูปแบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่สะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*, 28*(1), 1-25.

ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ, ศิริเดช สุชีวะ, ศิริชัย กาญจนวาสี, & Muraki, E. (2555). ประสิทธิภาพการวัดของการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์. วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*, 25*(1), 27-45.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2554). ทฤษฎีการประเมิน (7 ed.). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2538). การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ (*Adaptive Testing)*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (4 ed.). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2558). โครงการสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที. Retrieved 20 เมษายน 2558, from http://www.nstdaacademy.com/webnsa/index.php/sss

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพข้อสอบ

ด้านกลยุทธ์ (strategy)

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวี อุตกฤษฎ์
รองคณบดีฝ่ายบริหาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพยา จินตโกวิท
รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษาและประกันคุณภาพการศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์
รองหัวหน้าภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. อาจารย์ ดร.จามรกุล เหล่าเกียรติกุล
อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
5. อาจารย์ ดร.เดช ธรรมศิริ
ประธานสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ด้านการจัดการ (management)

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรวรรณ อินทร์แหยม
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. อาจารย์ ดร.สิงหะ ฉวีสุข
อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์ ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ
อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. อาจารย์ ดร.นิตยา อุตกฤษฎ์
รองคณบดีคณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. อาจารย์ ดร.สิริรัฐ บุญรักษา
ผู้เชี่ยวชาญศูนย์ธุรกิจครอบครัว มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ด้านเทคโนโลยี (technology)

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ศิรปัฐช์ บุญครอง
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันฑา สดสี
อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. อาจารย์ ดร.กฤตยา ทองผาสุข
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. อาจารย์ ดร.สัจจาภรณ์ ไวจรรยา
อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
5. อาจารย์ ดร.ธริศร์ ทิมทอง
อาจารย์และที่ปรึกษาระบบข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่องานวิจัย
วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินระบบก่อนการทดสอบ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวี อุตกฤษฎ์
รองคณบดีฝ่ายบริหาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. อาจารย์ ดร.กฤตยา ทองผาสุข
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. อาจารย์ ดร.สิริรัฐ บุญรักษา
ผู้เชี่ยวชาญศูนย์ธุรกิจครอบครัว มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
4. อาจารย์ ดร.อนุสรณ์ เกิดศรี
ครูโรงเรียนวัดเขาพระยาสังฆาราม

5. อาจารย์ ดร.พาที เกศธนากร
อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินระบบหลังการทดสอบ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พยุง มีสัจ
คณบดี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สังวรณ์ งัดกระโทก
อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3. อาจารย์ ดร.สรมพร เจริญพิทย์
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น
4. อาจารย์ ดร.ธงชัย แก้วกิริยา
หัวหน้าศูนย์สารสนเทศและการสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
5. อาจารย์ ดร.ชุติวัฒน์ สุวัตถิพงศ์
ครูโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

แบบประเมินระบบแบบอิงมาตรฐาน (standard evaluation)

คำชี้แจง: โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ในช่องตามระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

1 หมายถึง น้อยที่สุด

2 หมายถึง น้อย

3 หมายถึง ปานกลาง

4 หมายถึง มาก

5 หมายถึง มากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
ด้านความมีประโยชน์ (utility)							
1	ระบบตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน						
2	รายงานการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม						
3	ระบบการทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเตรียมความพร้อมเพื่อเพิ่มศักยภาพบุคคลากรด้านไอทีของประเทศไทย						
ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (feasibility)							
1	กระบวนการและขั้นตอนของระบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง						
2	ผลที่ได้จากการทดสอบมีความคุ้มค่า						
3	ระบบสามารถนำไปใช้ในการเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีจริงได้						
ด้านความเหมาะสม (propriety)							
1	มีการกำหนดข้อตกลงก่อนการทดสอบไว้ชัดเจน						
2	ขอบเขตเนื้อหาในการทดสอบมีความเหมาะสม						
3	ระยะเวลาในการทดสอบมีความเหมาะสม						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
4	ความสมบูรณ์ของรายงานผลการทดสอบมีความครบถ้วน ครอบคลุม						
5	ระบบการทดสอบมีความสอดคล้องกับแนวทางการเพิ่มศักยภาพบุคคลากรด้านไอทีของประเทศไทย						
ด้านความถูกต้อง (accuracy)							
1	การระบุวัตถุประสงค์ของการทดสอบไว้อย่างถูกต้อง						
2	กระบวนการทดสอบของระบบมีความถูกต้อง						
3	รายงานผลการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับมีความถูกต้องตรงตามสมรรถนะที่แท้จริงของผู้สอบ						

เกณฑ์การแปลผลคะแนนมีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/น้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/น้อย
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/มาก
คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีประโยชน์/ เป็นไปได้/ เหมาะสม/ ถูกต้อง/มากที่สุด

ภาคผนวก ค

แบบประเมินระบบแบบฮิวริสติค (heuristic evaluation)

คำชี้แจง: โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ในช่องตามระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
1	การมองเห็นสถานะของระบบ (visibility of system status)						
2	ความสอดคล้องระหว่างระบบกับโลกของความเป็นจริง (match between system and the real world)						
3	การควบคุมและความเป็นอิสระของผู้ใช้งาน (user control and freedom)						
4	ความคงเส้นคงวาและได้มาตรฐาน (consistency and standards)						
5	การป้องกันความผิดพลาด (error prevention)						
6	ใช้การจำข้อมูลมากกว่าการเรียกคืนข้อมูล (recognition rather than recall)						
7	ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของการใช้งาน (flexibility and efficiency of use)						
8	รูปแบบสวยงาม และเรียบง่าย (aesthetic and minimalist design)						
9	การช่วยเหลือผู้ใช้งานระบุตัวตน วินิจฉัย และกู้คืนจากข้อผิดพลาด (help users recognize, diagnose, and recover from errors)						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการประเมิน	ความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
10	การช่วยเหลือและคู่มือการใช้งานระบบ (help and documentation)						
11	สนับสนุนและเพิ่มทักษะของผู้ใช้งาน (support and extend the user's current skills)						
12	ความพึงพอใจและการยอมรับปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน (pleasurable and respectful interaction with the user)						
13	การป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล (protect the personal information)						

เกณฑ์การแปลผลคะแนนมีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์

(user satisfaction of the human-computer interface)

คำชี้แจง: โปรดวงกลม ○ บนตัวเลขตามระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

ข้อ	รายการ	สเกลในการวัด		
1	ความรู้สึกโดยรวมที่มีต่อระบบ (overall reaction to the software)	ไม่ดี	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ดี
		ไม่พอใจ	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	พอใจ
		น่าเบื่อ	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	น่าสนใจ
หน้าจอ (screen)				
2	รูปแบบของข้อความและส่วนประกอบต่าง ๆ บนหน้าจอ	ยากต่อการอ่าน	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ง่ายต่อการอ่าน
3	การใช้งานของเครื่องมือ (tools) ต่าง ๆ บนหน้าจอ	ยาก	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ง่าย
4	การจัดการสารสนเทศบนหน้าจอ	สับสน	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ชัดเจน
5	ลำดับการแสดงภาพและส่วนประกอบต่าง ๆ บนหน้าจอ	สับสน	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ชัดเจน
การใช้คำศัพท์และสารสนเทศระบบ (terminology and system information)				
6	การใช้คำศัพท์เฉพาะในส่วนต่าง ๆ ของระบบ	ไม่ถูกต้อง	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ถูกต้อง
7	คำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์กับเครื่องมือที่ใช้	ไม่สัมพันธ์	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	สัมพันธ์
8	ตำแหน่งของข้อความบนหน้าจอ	ไม่เหมาะสม	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	เหมาะสม
9	ข้อความบนหน้าจอที่แสดงแก่ผู้ใช้งานเพื่อป้อนข้อมูล	สับสน	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ชัดเจน
10	การแจ้งเตือนสถานะว่ากำลังดำเนินการอะไรอยู่	ไม่มี	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	มี
11	การมีข้อความแจ้งเตือนความผิดพลาด ช่วยให้ใช้งานระบบได้ง่ายขึ้น	ไม่ใช่	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ใช่
การเรียนรู้ (learning)				
12	ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้การใช้งานและการทำงานของระบบ	ยาก	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ง่าย
13	การแสดงองค์ประกอบใหม่ (new features) ด้วยการแสดงตัวอย่างและข้อผิดพลาด ทำ	ไม่ใช่	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ใช่

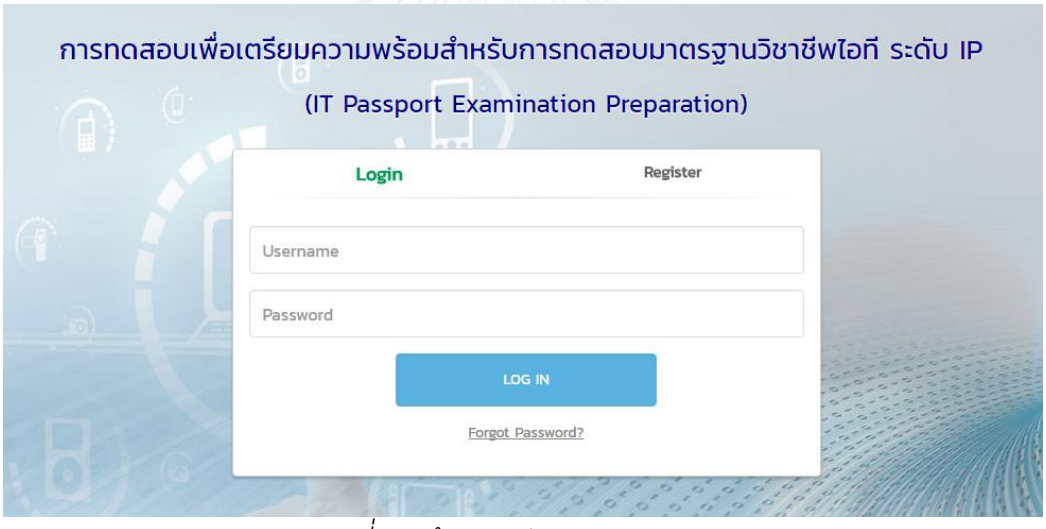
ข้อ	รายการ	สเกลในการวัด		
	ให้ผู้ใช้งานเข้าใจการทำงานของระบบได้ดีขึ้น			
14	ผู้ใช้งานสามารถจำชื่อและการใช้งานคำสั่ง	ยาก	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ง่าย
15	เครื่องมือสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง	ไม่ใช่	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ใช่
16	ข้อความช่วยเหลือบนหน้าจอ ทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจการทำงานของระบบได้ดีขึ้น	ไม่ใช่	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ใช่
17	เอกสารอ้างอิงเพิ่มเติม	สับสน	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ชัดเจน
ความสามารถของระบบ (system capabilities)				
18	ความเร็วระบบ	ช้า	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	เร็ว
19	ความเที่ยง (reliability) ของระบบ	ไม่เที่ยง	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	เที่ยง
20	แนวโน้มการทำงานของระบบ	ติดขัด	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ราบรื่น
21	การแก้ไขข้อผิดพลาด	ยาก	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	ง่าย
22	การพิจารณาความต้องการของผู้ใช้งานจากพฤติกรรมการใช้งานระบบ	ไม่มี	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	มี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

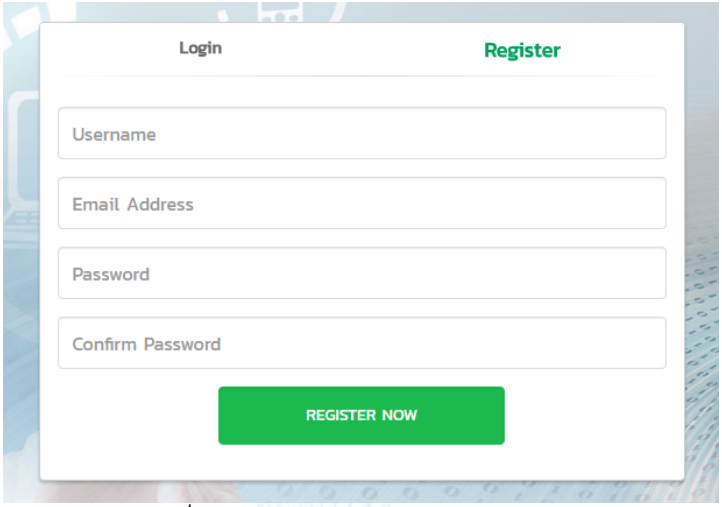
ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน
ระบบการทดสอบแบบปรับเหมาะหลายขั้นตอนด้วยวิธีออนเดอะฟลายที่มีการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพของบุคลากรสาขาไอที

ขั้นที่ 1 การลงทะเบียนสำหรับผู้เข้ารับการทดสอบ

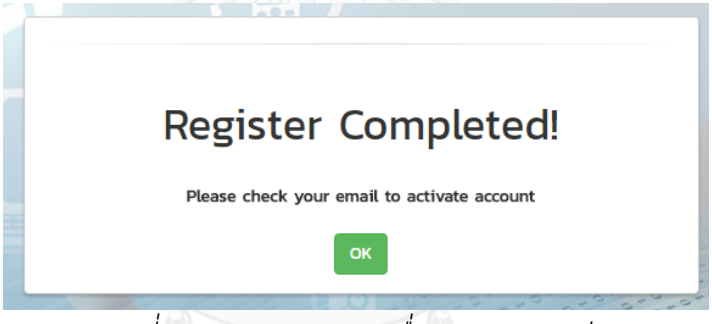
ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนต้องดำเนินการลงทะเบียนก่อนเข้ารับการทดสอบ โดยเปิดเข้าเว็บไซต์ http://www.oneinthai.com/omst/member/ จะปรากฏข้อมูลดังภาพที่ 1 หลังจากนั้นเลือกเมนู register เพื่อลงทะเบียน โดยผู้เข้ารับการทดสอบต้องกรอกรหัสผู้ใช้ (usename) อีเมล (e-mail) และรหัสผ่าน (password) โดยหน้าจอการลงทะเบียนแสดงดังภาพที่ 2 เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยกดปุ่ม register now เพื่อส่งข้อมูลไปยังดูแลระบบ จะแสดงข้อความ register complete แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 1 หน้าจอหลักระบบการทดสอบ

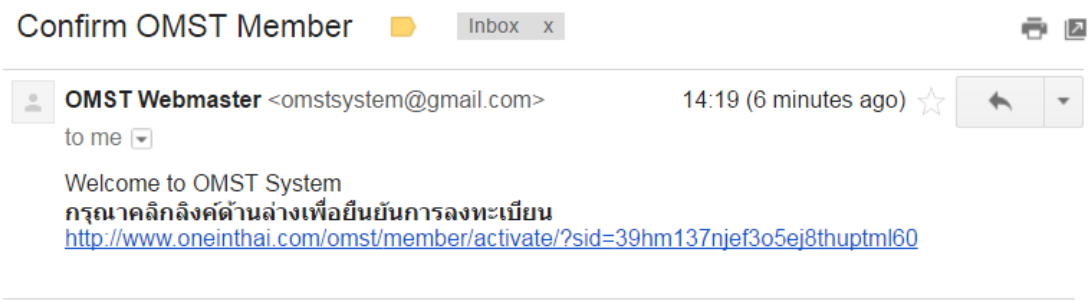


ภาพที่ 2 การลงทะเบียนผู้เข้ารับการทดสอบ



ภาพที่ 3 การแสดงสถานะเมื่อกดปุ่มลงทะเบียน

หลังจากกดปุ่มลงทะเบียนแล้วระบบจะส่งข้อความเพื่อยืนยันตัวตนไปยังอีเมล (e-mail) ของผู้เข้ารับการทดสอบ เนื่องจากหลังการทดสอบเสร็จสิ้น ระบบจะดำเนินการส่งผลการทดสอบไปยังอีเมลของผู้เข้ารับการทดสอบ โดยข้อความยืนยันตัวตนซึ่งถูกส่งไปยังอีเมล แสดงดังภาพที่ 4 หลังจากนั้นผู้เข้ารับการทดสอบต้องดำเนินการคลิกลิงค์ที่แนบมากับอีเมล เพื่อทำการยืนยันตัวตน เมื่อคลิกลิงค์เรียบร้อยจะปรากฏข้อความยืนยันการสมัครสมาชิกที่สมบูรณ์ โดยข้อความยืนยันการสมัครสมาชิกแสดงดังภาพที่ 5

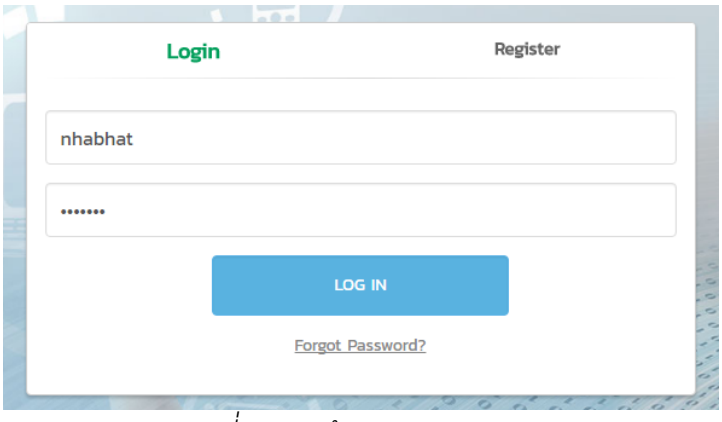


ภาพที่ 4 ข้อความยืนยันตัวตนในการลงทะเบียน

ภาพที่ 5 ข้อความยืนยันการสมัครสมาชิกสมบูรณ์

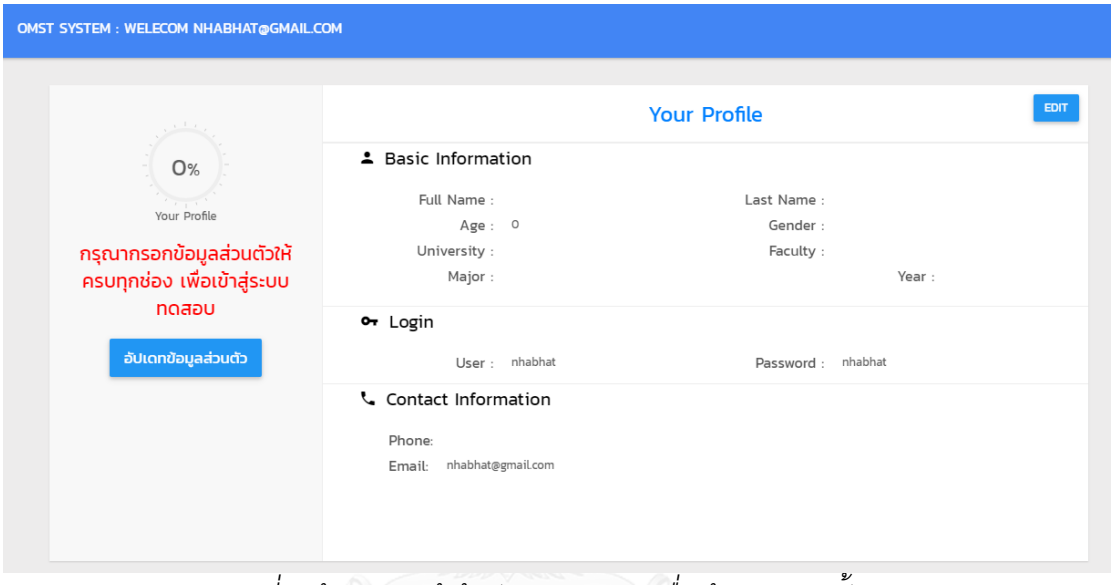
ขั้นที่ 2 การเข้าสู่ระบบการทดสอบ

เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบได้ยืนยันการสมัครสมาชิกสมบูรณ์แล้ว จะดำเนินการเข้าสู่ระบบการทดสอบในหน้าแรก โดยผู้เข้ารับการทดสอบดำเนินการกรอกรหัสผู้ใช้งาน (username) และรหัส (password) หลังจากนั้นกดปุ่ม login เพื่อเข้าสู่ระบบ รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 6

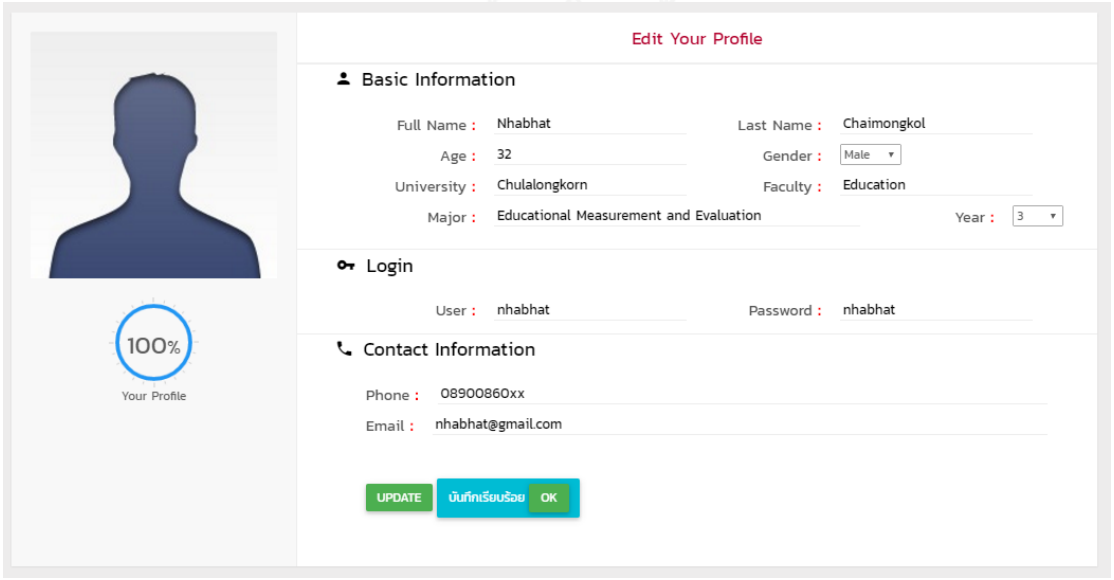


ภาพที่ 6 การเข้าระบบการทดสอบ

เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบเข้าสู่ระบบการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงหน้ารายละเอียดข้อมูลของผู้เข้ารับการทดสอบ ดังภาพที่ 7 โดยผู้เข้ารับการทดสอบต้องดำเนินการกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนเพื่อนำไปใช้ในการออกผลรายงานการทดสอบ หลังการทดสอบเสร็จสิ้น โดยผู้เข้ารับการทดสอบคลิ๊กปุ่ม edit เพื่อแก้ไขข้อมูล หลังจากแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้วกดปุ่มอัปเดทข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลจะแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 8 และกดปุ่ม ok เพื่อเข้าสู่ระบบการทดสอบ



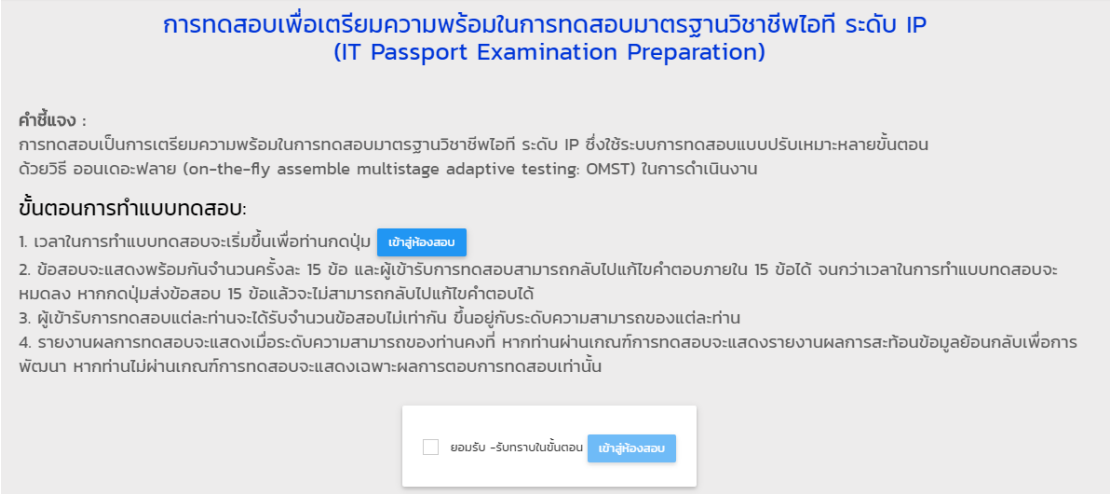
ภาพที่ 7 ข้อมูลของผู้เข้ารับการทดสอบเมื่อเข้าสู่ระบบครั้งแรก



ภาพที่ 8 ข้อมูลของผู้เข้ารับการทดสอบหลังการอัพเดท

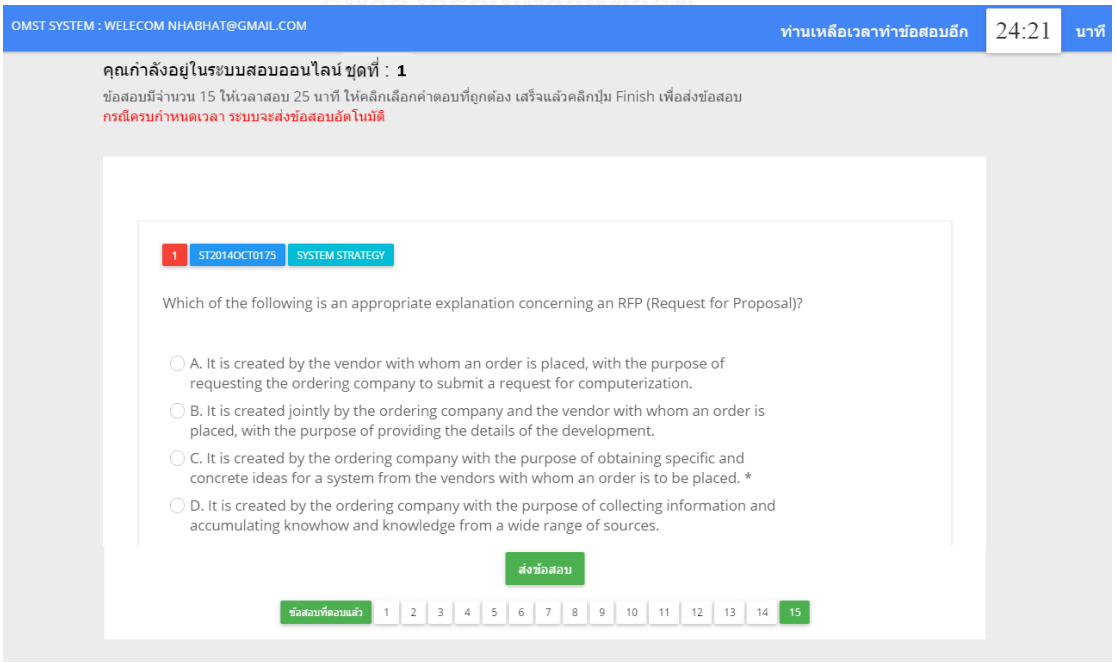
ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดสอบ

เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบอัปเดทข้อมูลส่วนตัวเรียบร้อย ระบบจะแสดงหน้าคำชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบ ซึ่งระบบการทดสอบนี้เป็นระบบที่จัดทำขึ้นเพื่อเตรียมความพร้อมในการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP โดยรายละเอียดหน้าจอคำชี้แจงแสดงดังภาพที่ 9



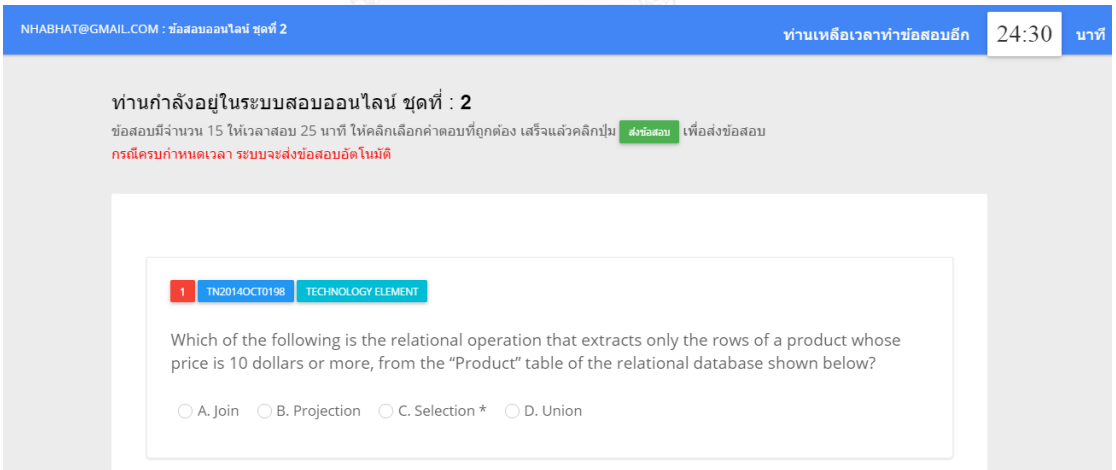
ภาพที่ 9 หน้าจอแสดงรายละเอียดคำชี้แจง

เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบอ่านคำชี้แจงเรียบร้อยแล้ว ผู้เข้ารับการทดสอบต้องกดยอมรับและรับทราบขั้นการการทดสอบและเข้าสู่ห้องสอบ เมื่อกดปุ่มเข้าสู่ห้องสอบแล้วจะแสดงข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ดังภาพที่ 10



ในการทดสอบผู้เข้ารับการทดสอบจะได้รับข้อสอบครั้งละจำนวน 15 ข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมตามข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกลยุทธ์ (strategy) ด้านการจัดการ (management) และด้านเทคโนโลยี (technology) โดยสถานะชุดข้อสอบจะแสดงอยู่ด้านบนของแบบทดสอบ พร้อมระยะเวลาในการทดสอบ สำหรับข้อสอบในชุดแรก ผู้จัดการทดสอบจะคัดเลือกมาจากคลังข้อสอบทั้งหมด โดยดำเนินการจัดชุดไว้ตามความครอบคลุมของเนื้อหา และเป็นข้อสอบที่มีระดับความยาก (difficulty) ปานกลาง หลังจากผู้เข้ารับการทดสอบตอบข้อสอบจำนวน 15 ข้อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เข้ารับการทดสอบจะทำการส่งข้อสอบ โดยกดปุ่มส่งข้อสอบ หลังจากนั้นระบบจะทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และนำค่าความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้ในการคำนวณดัชนีความสำคัญสูงสุด (maximum priority index: MPI) เพื่อคัดเลือกข้อสอบในลำดับถัดไป โดยในการคัดเลือกข้อสอบมีการจัดแบ่งคลังข้อสอบไว้ 4 ชุด ตามค่าอำนาจจำแนก (a-stratified) และมีการควบคุมการเปิดเผยข้อสอบ (exposure rate) ด้วยวิธี Sympson & Hetter

เมื่อได้ค่า MPI พร้อมทั้งควบคุมเงื่อนไขต่างๆ เรียบร้อย ระบบจะทำการจัดชุดข้อสอบใหม่จำนวน 15 ข้อเพื่อให้ผู้เข้ารับการทดสอบดำเนินการทดสอบ โดยมีการตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนดไว้ โดยรายละเอียดข้อสอบในชุดที่ 2 แสดงดังภาพที่ 11



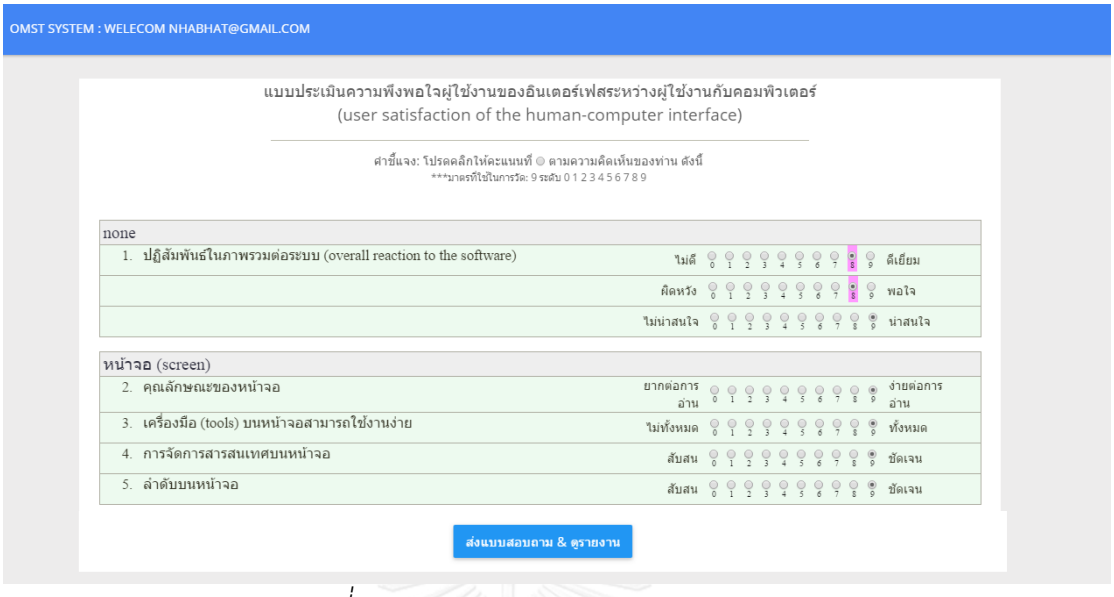
ภาพที่ 11 ข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอที ระดับ IP ชุดที่ 2

ขั้นที่ 4 การยุติการทดสอบ

ในการทดสอบผู้เข้ารับการทดสอบต้องดำเนินการทดสอบอย่างน้อย 2 ชุดการทดสอบหรือต้องทำข้อสอบจำนวน 30 ข้อ เป็นอย่างน้อย หากเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบตอบผลการทดสอบในชุดการทดสอบแล้วพบว่า ค่าความสามารถของผู้เข้ารับการทดสอบมีความคงเส้นคงว่า โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 ระบบจะทำการยุติการทดสอบ และจะแสดงหน้าการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ โดยผู้เข้ารับการทดสอบต้องทำการประเมินคุณภาพทุกคน หากไม่ทำการประเมิน ระบบจะไม่ออกรายงานผลให้ผู้เข้ารับการทดสอบ หากผู้เข้ารับการทดสอบดำเนินการทำข้อสอบแล้วปรากฏว่าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานยังมากกว่า 0.3 ระบบ จะทำการเลือกข้อสอบมาให้ผู้เข้ารับการทดสอบทำอีกจำนวน 15 ข้อ ทีละหนึ่งชุดไปเรื่อยๆ จนกว่าผู้เข้ารับการทดสอบจะมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 แต่หากผู้เข้ารับการทดสอบทำข้อสอบไปแล้วทั้งสิ้นจำนวน 7 ชุด หรือ 105 ข้อแล้วความคลาดเคลื่อนมาตรฐานยังไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 ระบบจะยุติการทดสอบโดยอัตโนมัติ และจะแสดงหน้าการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบทันที หลังจากนั้นผู้เข้ารับการทดสอบต้องทำการประเมินคุณภาพเพื่อเข้าดูรายงานผลการทดสอบ

ขั้นที่ 5 การประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ

เมื่อผู้เข้ารับการทดสอบทำข้อสอบเสร็จสิ้นโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือทำข้อสอบทั้งสิ้นจำนวน 7 ชุด แล้วยังมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการแสดงหน้าการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบให้ผู้เข้ารับการทดสอบประเมิน โดยการประเมินจะใช้การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับ ผู้เข้ารับการทดสอบต้องทำการประเมินทุกข้อมิเช่นนั้นระบบจะไม่แสดงผลการทดสอบ หลังผู้เข้ารับการทดสอบส่งผลการประเมินเรียบร้อย ระบบจะแสดงผลรายงานการทดสอบต่อไป สำหรับหน้าจอการประเมินคุณภาพระบบการทดสอบแสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 การประเมินคุณภาพระบบการทดสอบ

ขั้นที่ 6 การรายงานผลการทดสอบ

สำหรับการออกผลรายงานผลการทดสอบ ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องดำเนินการประเมินคุณภาพระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานของอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ให้เรียบร้อยก่อน เมื่อดำเนินการประเมินผลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะรายงานผลการทดสอบให้ผู้เข้ารับการทดสอบทราบ โดยรายงานผลการทดสอบแบ่งออกเป็นสองส่วนได้แก่ รายงานผลการทดสอบแบบทั่วไป โดยจะรายงานเฉพาะจำนวนข้อที่ผู้เข้ารับการทดสอบตอบข้อสอบถูกและผิดในแต่ละด้าน และส่วนที่สองคือรายงานผลเพื่อสะท้อนข้อมูลในการพัฒนา จะดำเนินการรายงานผลเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบผ่านเกณฑ์การทดสอบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยตัวอย่างรายงานผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 13

SCORE AND FEEDBACK REPORT

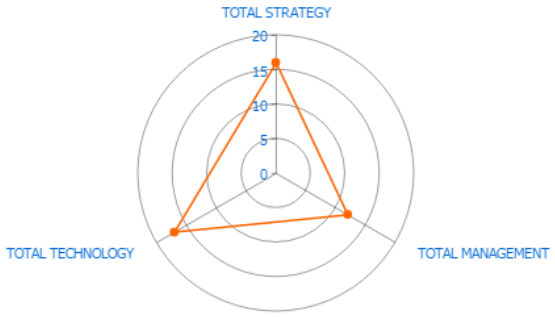
Information Technology Professional
Examination: IP Level

PRINT DATE	REG. NO.
18/07/2016	IP1246

NAME		GENDER	AGE	E-MAIL
FIRST	LAST			
nhabhat	chaimongkol	Male	32	nhabhat@gmail.com

EDUCATION	OCCUPATION	DO YOU PASS ITPE: IP LEVEL?
MASTER DEGREE	IT	YES

STAGE	FIELD	CATEGORY	QUNATITY (ITEM)	CORRECT	SCALED SCORES
4	STRATEGY	CORPORATE AND LEGAL AFFAAIR	8	7	87.50%
		BUSINESS STRATEGY	8	7	87.50%
		SYSTEM STRATEGY	4	2	50.00%
		TOTAL STRATEGY	20	16	80.00%
	MANAGEMENT	DEVELOPMENT TECHNOLOGY	8	6	75.00%
		PROJECT MANAGEMENT	4	3	75.00%
		SERVICE MANAGEMENT	4	3	75.00%
		TOTAL MANAGEMENT	16	12	75.00%
	TECHNOLOGY	BASIC THEORY	8	6	75.00%
		COMPUTER SYSTEM	8	6	75.00%
		TECHNICAL ELEMENT	8	5	62.50%
		TOTAL TECHNOLOGY	24	17	70.83%
TOTAL			60	45	75.00%



YOU GET: 75.00% PASS

ท่านได้คะแนนด้าน กลยุทธ์ (strategy) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.00

แนวโน้มอาชีพที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของท่านคือ นักกลยุทธ์ (strategist) บทบาทของนักกลยุทธ์ คือ การกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานที่มีประโยชน์กับการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งด้านการปฏิรูป การสร้างความชำนาญ และการใช้งานให้เหมาะสมกับกลยุทธ์ความร่วมมือทางธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ต้องการความร่วมมือ เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ระบบแบบฝังตัว (embeded system product) ซึ่งมีการกำหนดและนำเสนอกลยุทธ์พื้นฐานเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าผ่านประโยชน์ของซอฟต์แวร์ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 13 ตัวอย่างรายงานผลการทดสอบ

ภาคผนวก ฉ

ค่าพารามิเตอร์คลังข้อสอบมาตรฐานวิชาชีพไอทีที่ผ่านเกณฑ์

ปี 2012 รอบ เมษายน

ข้อที่	a	b	c
1	1.4778	1.3060	0.0950
2	0.2785	1.6774	0.0016
3	2.0309	1.2586	0.3103
4	0.5362	-0.1134	0.0001
5	1.5792	0.3077	0.3807
6	1.6720	2.5820	0.2761
7	0.8129	0.3137	0.0000
8	2.3892	1.4624	0.3435
9	1.6101	1.1859	0.2113
12	0.5806	-0.7363	0.0000
13	1.6249	1.4317	0.3597
14	0.7265	-2.0344	0.0000
16	0.9428	0.3553	0.0733
18	1.4614	2.0565	0.2341
19	1.1008	0.9917	0.1609
20	0.9969	2.0849	0.1279
21	1.0389	0.1576	0.1592
22	0.8553	-0.8447	0.0000
24	1.4235	0.3988	0.2735
25	1.1903	-0.3869	0.3294
27	2.0538	-0.4015	0.4492
28	0.3032	0.7723	0.0000
29	1.8162	1.0103	0.3141
30	0.3638	-0.7063	0.0001
31	1.7477	2.6607	0.1583
32	1.9072	0.0474	0.3345
33	1.5302	1.2402	0.1362
34	0.4570	-2.0880	0.0000
35	0.5993	-1.2893	0.0000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
36	0.3055	-0.8659	0.0000
37	0.5158	3.3749	0.1111
38	0.9881	-1.0470	0.0000
39	0.8508	0.5184	0.0383
40	2.0541	0.6692	0.1399
41	0.7758	2.9592	0.1896
42	1.1693	2.4475	0.1527
43	1.6678	2.1210	0.2452
44	0.9182	1.0264	0.3612
45	0.5484	-1.6087	0.0000
46	2.0014	2.2733	0.1406
47	0.5103	-0.9973	0.0000
48	1.4309	1.0175	0.3110
49	0.7963	1.7521	0.1755
50	1.9946	1.7652	0.4550
51	0.6777	-0.2971	0.1399
52	1.3784	0.2084	0.2002
53	1.4269	-0.5214	0.3802
56	0.3554	-0.3630	0.0000
57	1.5391	0.3774	0.2422
58	10.0989	2.0476	0.2931
59	0.9569	-0.1524	0.0642
60	1.9067	1.9736	0.1200
61	0.7326	1.3880	0.3234
62	1.0980	1.3050	0.2199
63	0.5700	-3.0726	0.0000
66	2.1117	2.2832	0.4640
68	0.8654	2.1143	0.3485
69	0.2265	-0.6045	0.0000
70	0.6666	-2.2870	0.0000
72	0.6910	0.1301	0.1286
73	0.2271	-2.7743	0.0000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
74	0.3625	-1.6260	0.0000
75	0.5441	-2.5010	0.0172
76	1.2714	0.5852	0.2553
77	1.1227	0.5737	0.1805
78	2.2762	0.6764	0.3074
79	1.0906	-0.1963	0.2925
80	0.7060	1.6126	0.1356
81	1.3843	0.1777	0.2169
82	0.2705	-1.9049	0.0000
83	0.9491	-0.5277	0.3407
84	3.5115	1.8829	0.3215
85	0.8300	1.9128	0.0898
86	2.2502	1.1861	0.2402
87	0.5069	1.7505	0.2219
88	18.2616	1.8379	0.3380
89	2.5162	1.6774	0.4095
90	0.6659	2.8082	0.2517
91	0.8303	0.0949	0.1587
92	1.0955	0.7419	0.2678
93	0.7798	1.4831	0.1946
94	18.6036	1.8278	0.2014
95	2.1087	2.3934	0.2753
96	2.1036	2.4470	0.3224
97	1.2560	0.7372	0.3457
99	1.5548	2.9875	0.1967
100	2.5499	1.7699	0.2086

ปี 2012 รอบ ตุลาคม

ข้อที่	a	b	c
1	0.4631	-1.2268	0.0002
2	0.8676	-0.1722	0.3334
4	1.3133	1.7872	0.2952

ข้อที่	a	b	c
5	2.0305	1.4657	0.3262
6	0.6238	0.5981	0.0785
7	0.8598	0.0916	0.1300
8	1.2085	1.1897	0.1144
10	2.5304	0.6815	0.1424
11	2.1605	1.6645	0.1609
12	1.3496	0.9398	0.2989
13	1.0829	-0.5007	0.2887
14	2.5323	2.3718	0.1781
15	1.6871	1.9693	0.1274
16	2.1158	1.8924	0.2005
17	0.7180	2.2113	0.3523
18	0.8876	-0.3654	0.0001
19	1.2308	-0.0669	0.4078
20	2.1443	1.1811	0.2847
21	1.7043	0.2202	0.2482
22	0.5886	-0.7500	0.0002
23	1.4489	2.1793	0.2696
24	1.8537	1.5019	0.2199
27	2.2766	0.3601	0.1380
28	1.1598	0.1532	0.2342
29	1.3049	-0.0045	0.3531
30	1.1604	0.2978	0.4122
31	0.8953	2.9341	0.2333
32	0.9097	0.1068	0.2379
34	1.4743	0.3620	0.0967
35	1.9287	1.2565	0.3133
36	2.6006	2.3520	0.1471
37	0.7206	1.1916	0.0357
38	0.6625	3.8437	0.0890
39	1.5579	3.1967	0.1140
40	1.4778	1.0322	0.2665

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
41	0.7530	2.3000	0.1119
42	1.0485	0.8852	0.2026
43	0.8608	0.8108	0.1112
44	0.7589	0.4469	0.2321
45	2.1242	1.8598	0.1988
46	0.3665	0.6677	0.0510
47	0.7855	-0.8654	0.0000
48	2.2278	1.8416	0.1757
49	1.3867	1.2628	0.2783
50	1.2050	1.4220	0.1483
52	1.6339	0.9914	0.1640
53	2.6128	2.4778	0.3450
54	1.1382	-2.3155	0.0006
55	1.2054	1.4771	0.3423
56	0.3408	-1.9236	0.0002
57	2.1424	2.0005	0.2360
58	2.2209	2.2956	0.1750
59	1.2574	1.6269	0.1337
60	1.2074	1.7557	0.3051
61	0.8400	1.2147	0.2960
62	0.1909	0.1326	0.0026
63	0.4516	0.6727	0.0017
64	0.5399	-2.5179	0.0001
65	0.4956	-2.0216	0.0000
66	0.7629	-2.2594	0.0003
67	0.3904	-0.0120	0.0011
70	1.3187	2.2004	0.3243
71	0.7659	-1.2812	0.0112
72	0.4805	-1.0752	0.0009
73	0.2469	-3.1885	0.0007
74	1.7410	2.0329	0.4770
75	0.8797	0.7539	0.2806

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
77	1.8733	0.3656	0.4105
78	1.6413	2.0178	0.2095
79	1.6115	1.3381	0.3639
80	1.7933	2.8522	0.2745
81	1.2467	0.8201	0.3030
82	1.7343	2.1177	0.2104
84	0.0615	2.4427	0.0118
85	1.0124	2.1277	0.2606
86	0.3471	3.3394	0.2856
87	0.5813	0.8679	0.1759
88	1.6159	1.5599	0.1315
89	1.2925	2.5217	0.1985
91	2.2437	2.3454	0.1843
93	1.0161	1.1524	0.1992
94	0.4487	1.3198	0.0763
95	0.6600	2.3808	0.0533
96	0.8554	2.4577	0.1842
97	0.3913	-1.1184	0.0003
98	2.0981	2.7947	0.3229
99	0.4641	4.0083	0.2777
100	0.6771	1.4041	0.1130

ปี 2013 รอบ เมษายน

ข้อที่	a	b	c
1	0.5051	-1.3003	0.0001
2	1.3475	1.5929	0.1883
3	1.3656	0.0767	0.2580
4	1.7442	0.6895	0.2573
5	1.8351	0.7746	0.4922
7	0.6298	-0.8287	0.2591
8	0.7462	-0.7531	0.4251
10	0.3805	-2.3614	0.0003

ข้อที่	a	b	c
11	1.4921	3.1254	0.1066
12	1.7021	2.0488	0.3347
13	0.9524	-0.6346	0.4757
14	0.9462	-0.0510	0.0000
15	1.6146	1.2222	0.2026
16	1.3787	0.6116	0.3178
17	0.9801	-0.1344	0.1602
18	1.1305	-0.5331	0.3138
19	0.9305	2.7229	0.4542
20	1.7981	0.7979	0.1702
21	0.9584	-0.8420	0.0000
23	1.6363	-1.3055	0.2749
24	1.0991	0.4401	0.2868
25	0.7920	-0.2590	0.0974
26	0.2067	-2.3331	0.0001
27	2.2981	0.0189	0.3668
28	1.1148	-0.8971	0.3438
29	1.2620	-0.8832	0.4425
31	1.7380	0.9824	0.3592
32	0.7788	-1.5598	0.0000
33	0.8607	0.8349	0.3305
34	1.3923	0.6523	0.4093
35	2.1675	1.7947	0.0974
36	0.2787	1.1261	0.0019
37	0.8645	-0.6641	0.0936
38	2.3738	2.2774	0.2253
39	1.0573	-1.5823	0.0006
40	0.5178	-2.0087	0.0000
41	0.6354	0.1514	0.0000
43	1.2488	0.1180	0.1864
44	0.7194	1.5930	0.0488
45	0.6919	1.9385	0.1571

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
46	1.1989	-1.1506	0.2272
47	0.7144	1.5041	0.2744
48	1.5051	0.5753	0.4157
49	0.9376	0.1720	0.0175
50	0.9998	0.6439	0.2927
51	1.2084	-0.6100	0.1774
52	1.2406	0.6454	0.3694
54	0.9742	2.2342	0.4588
55	8.3174	2.6702	0.2745
56	0.8927	1.0243	0.1349
57	1.7840	0.0371	0.2725
61	1.2424	0.3221	0.2142
62	1.1740	-0.6730	0.1155
63	0.8147	-1.5631	0.1454
65	0.3048	0.7493	0.0075
67	1.0162	0.7507	0.1298
68	0.8369	1.0598	0.2678
69	1.5276	2.0450	0.2167
70	0.6568	-2.2270	0.0277
71	1.1420	0.3584	0.0565
72	1.6703	-0.1420	0.2693
73	0.7036	0.2386	0.0520
74	1.0281	-0.6549	0.0000
75	0.9187	-1.8597	0.0000
76	1.1753	1.1138	0.2469
77	1.4879	1.5886	0.2628
78	0.9510	-3.3184	0.0000
79	0.8124	-0.3009	0.1911
80	1.5957	2.2006	0.1537
81	1.5967	0.9814	0.3297
82	1.1283	0.8125	0.4058
83	1.9757	0.1766	0.4285

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
84	2.2591	0.3375	0.1753
86	0.5344	-2.5859	0.0001
88	2.4800	1.5427	0.3716
89	1.0565	-0.4202	0.1037
90	1.3864	1.7092	0.3331
91	0.9137	-0.5244	0.0000
92	1.1966	0.8481	0.3835
93	1.1381	-0.9526	0.0000
94	17.5371	1.8617	0.3371
95	0.2922	1.8209	0.0005
96	7.1703	2.1841	0.2284
97	0.1168	2.5360	0.0052
98	0.4095	-0.6543	0.0000
100	0.4456	0.0961	0.0000

ปี 2013 รอบ ตุลาคม

ข้อที่	a	b	c
1	0.5682	-3.3413	0.0000
2	2.1892	1.7916	0.1109
3	0.2921	3.1514	0.0001
4	1.7269	-0.8062	0.3857
5	2.3862	0.6712	0.2189
7	2.4645	0.4865	0.2266
8	0.9873	0.9388	0.3961
9	1.2104	-0.3931	0.2702
10	1.8483	1.1155	0.2484
11	2.7680	0.8641	0.4284
12	1.2217	1.1541	0.3595
13	0.6882	-0.0471	0.1582
14	1.4568	1.2684	0.1901
15	1.8283	1.0019	0.2851

ข้อที่	a	b	c
16	0.9034	-2.5456	0.0000
17	2.2344	0.0836	0.2475
18	1.6254	2.7848	0.2118
19	2.0840	-0.0059	0.3921
20	1.2342	-0.2289	0.2887
21	0.4729	-2.2999	0.0000
23	1.2498	0.6633	0.1680
25	1.0423	0.6887	0.2042
26	0.3993	-1.5989	0.0000
27	1.9314	2.0129	0.1892
28	1.4111	0.9370	0.2332
29	1.1513	-0.5155	0.3088
30	0.8781	-1.3269	0.0000
31	0.7733	2.0426	0.2820
32	0.7515	-1.3747	0.0000
33	0.8921	-1.4416	0.0000
34	0.4543	-2.6632	0.0001
35	0.7737	-0.8249	0.0013
36	0.6796	-0.9251	0.0000
37	1.1190	-0.0994	0.3957
38	0.9002	-0.4385	0.4418
39	1.3114	-1.0076	0.3791
40	1.8402	0.5188	0.2078
41	2.0427	0.4332	0.3569
42	2.1261	0.5025	0.2868
43	1.3606	2.0034	0.3537
44	0.3364	0.0143	0.0000
45	0.7050	-0.5761	0.0000
46	1.6640	0.9697	0.2699
48	0.5191	-0.5009	0.0000
49	1.0444	1.0731	0.3402
50	2.1913	0.8876	0.3959

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
51	2.5064	2.3402	0.3824
52	0.2470	-0.6845	0.0001
53	0.4432	-1.4117	0.0000
54	1.8461	1.8672	0.2417
55	2.2779	1.4935	0.2292
58	1.2533	1.7277	0.2522
59	0.4406	-0.3764	0.1631
60	2.5150	2.0468	0.2323
61	0.5267	-2.3487	0.0000
62	0.4985	-0.1909	0.0001
63	0.6697	2.7227	0.2065
64	0.2254	1.5283	0.0000
65	6.5657	2.5350	0.2588
66	1.4711	3.0228	0.1710
67	0.8344	0.1891	0.1716
68	0.3484	-0.3088	0.0000
69	0.8009	0.7265	0.2110
70	0.4258	-2.2595	0.0000
71	1.8399	1.5664	0.3465
72	1.3970	1.4620	0.1374
73	0.6761	0.0451	0.0000
74	2.2407	0.7450	0.4263
76	0.9661	0.3879	0.2991
77	2.2916	0.6038	0.2382
79	0.6792	1.2000	0.1934
80	0.7820	3.1654	0.2441
83	1.6554	0.3773	0.2258
84	0.4678	-0.9712	0.0000
85	1.3314	1.0670	0.2340
87	2.2103	-0.4130	0.2819
88	1.1855	1.2131	0.3113
89	0.9555	0.0095	0.1924

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อที่	a	b	c
90	1.7771	1.1785	0.2315
92	4.3197	2.0302	0.3494
93	0.4750	2.1200	0.2436
94	1.4460	0.4529	0.3023
95	1.2697	1.2147	0.2860
96	0.5414	0.6951	0.2689
97	1.4229	1.4615	0.2645
98	1.2810	2.5001	0.2109
99	1.9979	2.5076	0.1625

ปี 2014 รอบ เมษายน

ข้อที่	a	b	c
1	3.1384	2.0276	0.3241
2	0.8994	0.2365	0.3110
4	2.0479	0.8336	0.3534
5	0.5133	-0.1548	0.1026
6	0.9367	0.8099	0.1885
7	0.4469	1.5109	0.0001
8	0.9714	-1.6801	0.0052
10	7.9725	2.1900	0.3342
11	2.2115	1.6677	0.4964
13	2.0571	1.1570	0.0685
14	0.9688	0.9612	0.2251
15	0.9177	0.4748	0.4065
16	0.7953	-0.6947	0.1007
17	1.4445	0.5178	0.3028
18	1.8391	1.3678	0.2211
19	1.2551	1.6841	0.2493
20	1.7647	0.8581	0.1589
21	1.3535	0.5211	0.1777
23	1.3334	0.0291	0.3780
24	1.8401	1.3520	0.3790

ข้อที่	a	b	c
25	2.7458	1.6007	0.3830
26	0.5020	-0.9451	0.0000
27	1.6388	0.6541	0.0858
28	1.6220	0.2757	0.4572
29	1.6363	1.3723	0.3642
30	0.8068	-0.8384	0.0000
31	2.1713	1.0954	0.2775
32	1.7243	0.5204	0.2747
33	1.5495	-0.2309	0.4105
34	1.0991	1.5239	0.0899
35	1.7072	1.9360	0.3159
36	3.6126	1.5315	0.1359
37	0.3883	-1.6758	0.0003
38	0.7659	1.4130	0.2755
39	1.0568	0.4521	0.3816
40	2.3391	0.5095	0.3203
41	1.7659	1.2164	0.1975
42	0.8621	-0.6603	0.0001
43	1.5211	3.3527	0.1468
44	1.9149	1.9828	0.1796
45	0.8863	-0.3054	0.0722
46	2.0184	2.2101	0.3208
48	1.1405	1.4059	0.3669
49	0.8410	-0.0201	0.2515
50	0.3120	0.2167	0.0003
51	0.5143	-1.9453	0.0000
52	0.7909	-1.4323	0.0002
53	1.9297	0.6164	0.2254
54	1.6445	0.7523	0.1427
55	2.6948	2.3514	0.1262
56	0.1395	0.4630	0.0009
57	1.9396	1.8102	0.3307

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
58	0.1599	2.8774	0.0019
59	2.2261	2.2972	0.3347
60	2.6723	0.8161	0.2202
62	0.5972	-0.9695	0.0000
63	1.5027	1.2665	0.2418
64	1.4908	2.1536	0.3433
65	4.1078	2.1320	0.2440
66	1.3128	2.6198	0.4960
67	1.3055	0.2718	0.1258
70	0.4665	1.7379	0.1402
71	0.9424	1.9662	0.1772
73	2.8373	0.7258	0.3801
74	1.2828	2.2192	0.2027
75	0.1886	-1.3778	0.0037
77	0.2219	1.5458	0.0011
78	3.3236	1.5999	0.3329
79	2.2904	1.1588	0.3096
80	1.9653	1.6814	0.2783
82	2.3103	1.1615	0.2334
83	1.5023	1.2627	0.1228
84	0.7695	-0.8502	0.0002
85	2.2013	1.1799	0.3565
86	0.7213	-0.6864	0.0000
87	1.5028	1.4915	0.3478
88	1.1440	2.7042	0.1677
89	0.6683	-1.1477	0.0000
90	1.6185	2.2161	0.1786
91	1.6678	0.5601	0.3074
92	1.4092	2.0310	0.3886
93	0.5479	-0.6240	0.0004
94	1.2698	2.2597	0.2692
95	0.4184	0.1923	0.0000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
96	1.6291	2.4708	0.1940
97	1.9448	1.8058	0.2155
98	2.2444	1.8301	0.1961
99	1.5408	1.7810	0.2995

ปี 2014 รอบ ตุลาคม

ข้อที่	a	b	c
1	0.9805	0.9318	0.1607
2	1.1611	2.3467	0.3578
3	0.7963	3.2233	0.1417
4	0.4615	1.3185	0.0940
5	1.9701	2.3100	0.2830
6	1.0632	1.9993	0.0493
7	1.3816	1.4639	0.0935
8	5.6089	2.6342	0.0222
9	1.0113	1.4605	0.1166
10	1.8623	2.1782	0.2199
11	0.6332	0.3473	0.1297
13	0.7850	0.9221	0.0000
14	11.7011	1.7631	0.4180
15	1.0819	2.0775	0.1620
16	1.0897	0.4920	0.1817
17	0.8075	0.0493	0.0000
18	1.2594	2.7077	0.2582
19	3.0361	1.8810	0.2120
22	1.0252	0.6891	0.3689
23	3.0364	1.4273	0.3917
24	0.3967	1.7136	0.0129
25	0.6267	-1.8622	0.0020
26	0.9504	-0.6039	0.1313
27	0.5730	-0.8531	0.0000
28	0.7521	0.3016	0.3346

ข้อที่	a	b	c
29	0.4974	1.8179	0.0755
30	2.0606	1.6018	0.4139
32	1.2251	1.3855	0.2054
33	1.2892	2.2077	0.3128
34	1.5615	1.3347	0.1206
35	0.1710	2.5544	0.0004
36	0.8782	-0.0059	0.1860
37	2.8748	1.8839	0.3751
38	3.7535	1.3041	0.2111
39	0.7844	0.3654	0.1117
40	0.5442	0.8518	0.0000
41	0.9904	-0.5737	0.0000
42	0.3180	-0.0369	0.0232
43	0.6593	-0.3524	0.0000
44	0.7139	2.3477	0.3423
45	1.7077	1.8301	0.2433
46	0.7808	1.0375	0.2025
47	0.5677	-0.2725	0.0000
48	0.5983	-0.6048	0.0951
49	0.2900	-3.4179	0.0001
51	4.8080	2.0908	0.3031
52	0.2073	3.8683	0.0001
53	1.5411	1.5566	0.1081
54	0.5626	-2.1863	0.0022
55	1.0341	0.2811	0.1796
56	0.3614	-0.0650	0.0000
57	0.7624	-0.9962	0.0000
58	1.6918	1.9519	0.2484
59	0.6065	-0.7953	0.0000
60	8.8864	2.5405	0.1663
61	1.2863	0.8692	0.2407
62	3.0496	1.3082	0.3195

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	a	b	c
63	2.4026	1.8663	0.1094
65	0.8890	2.1173	0.1806
67	1.1134	1.1307	0.2609
68	2.0578	-0.2110	0.2900
69	1.1613	-1.0431	0.0499
71	1.5812	2.7489	0.2058
73	1.8796	2.6476	0.1829
74	0.1895	2.8608	0.0001
75	0.5010	3.0078	0.0622
76	0.9922	0.8440	0.4788
78	2.5229	2.7124	0.3380
80	2.6273	1.7878	0.1352
82	1.0720	0.9913	0.3993
83	0.6410	0.3256	0.0000
84	3.5045	2.0879	0.3494
85	0.6203	0.3589	0.1092
86	2.6526	2.3772	0.1850
87	1.6629	1.2712	0.2492
89	1.9352	2.3666	0.2147
91	0.5070	1.6554	0.0000
92	2.5116	2.3264	0.1127
93	0.9909	3.5104	0.1831
95	0.2818	0.8545	0.0264
96	1.8320	1.3966	0.0966
97	1.6576	2.3156	0.2748
98	0.7468	3.1752	0.3995
99	1.9481	1.9932	0.3053

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณภัทร ชัยมงคล เกิดวันที่ 30 มกราคม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2548 หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต วิชาเอกการจัดการทั่วไป มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในปีการศึกษา 2550

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (หลักสูตรนานาชาติ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2552 และได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2556

ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งนักเทคโนโลยีสารสนเทศอาวุโส สำนักยุทธศาสตร์และสื่อสารองค์กร สถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและการพัฒนา (องค์การมหาชน)

บทความและผลงานวิจัยระหว่างการศึกษา

1. Chaimongkol, N., Pasiphol, S., & Kanjanawasee, S. (2016). Computerized Adaptive Testing with Reflective Feedback: A Conceptual Framework. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 217(2016), 806 – 812.

2. โชติกา ภาษีผล, ศิริเดช สุชีวะ, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, กมลวรรณ ตังธนกานนท์ และณภัทร ชัยมงคล. (2559). โครงการวิจัยและพัฒนาฐานข้อมูลเครื่องมือวัดการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน. กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

3. ณภัทร ชัยมงคล. (2559). การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสุขของอ๊อกฟอร์ดเพื่อวัดสุขภาวะทางจิตในประเทศไทย. โครงการประชุมวิชาการ การวัดผล ประเมินผล และวิจัยสัมพันธ์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24 จังหวัดพิษณุโลก.

4. กิตติ กันภัย, ณภัทร ชัยมงคล, สมิทธิ์ บุญชุติมา, บวรสรรค์ เจี่ยดำรง และนราธิป วิรุฬห์ชาตะพันธ์. (2559). การวิเคราะห์เครือข่ายแผนงานสำนัก 5 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.

5. เอกชัย อภิศักดิ์กุล, สิริรัฐ บุญรักษา และณภัทร ชัยมงคล. (2559). โครงการวิจัยและสำรวจประเมินผลโครงการ “ออมสิน จากร้อยสู่เงินล้าน”. ฝ่ายพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม ธนาคารออมสิน.