Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 10 No. 1 January – April, 2019

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที

ธีร์นวัช สุขวิลัยหิรัญ[1*] เสรี ชัดแช้ม[2] และ ปิยะทิพย์ ประดุจพรม[3]

บทคัดย่อ

การลดจำนวนข้อสอบเพื่อช่วยผู้ทดสอบลดอาการเมื่อยล้า จากการทดสอบความรู้ทางไอซีทีที่ใช้เวลานาน แก้ปัญหาโดยการนำโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการลดจำนวนข้อสอบและลดการใช้เวลาในการทดสอบ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที และ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ การพัฒนาโปรแกรมตามกระบวนการวงจรการพัฒนาโปรแกรมและการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 ท่าน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ โปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที แบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคือ Black box testing สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที มีการทำงานของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนของผู้ดูแลโปรแกรม มีกระบวนการทำงาน ประกอบด้วย 1.1) จัดการข้อมูลผู้ใช้โปรแกรม 1.2) จัดการข้อมูลแบบทดสอบ 1.3) จัดการข้อมูลหมวดไอซีที 1.4) จัดการข้อมูลความรู้ทางไอซีที 1.5) จัดการข้อมูลคำถาม และ 1.6) รายงาน และ 2) ส่วนของผู้ทดสอบ มีกระบวนการทำงาน ประกอบด้วย 2.1) จัดการข้อมูลการทดสอบ และ 2.2) รายงานผลการทดสอบ ผลการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.53, *SD* = 0.55)

คำสำคัญ: การทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์, ความรู้ทางไอซีที, MCAT

[1] นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

[2] รองศาสตราจารย์ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

[3] อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +669 0919 6246 อีเมล: jniphon1@gmail.com

Development of the Multidimensional Computerized Adaptive Testing for ICT Literacy (ICT-MCAT)

Teenawat Sukvilaihirun[1*] Seree Chadcham[2] and Piyathip Pradujprom[3]

Abstract

Decreasing the numbers of test was to help the fatigue of the testers from the long term of testing on ICT. This problem was solved by using the Multidimensional computerized adaptive testing for ICT literacy (ICT-MCAT). This research and development aimed to 1) Develop the Multidimensional computerized adaptive testing for ICT literacy (ICT-MCAT) and 2) Evaluate the efficiency of ICT-MCAT. The research was operated in 2 phases: the development of the Multidimensional computerized adaptive testing for ICT literacy and the evaluation of ICT-MCAT by SDLC process. The samples were 5 experts on computerized program development derived from specified sampling. The research instruments were the Multidimensional computerized adaptive testing for ICT literacy, and evaluation form of efficiency of computer program by Black box Testing. Data was statistically analysed by mean, standard deviation. The research found that the Multidimensional computerized adaptive testing for ICT literacy composed of 2 parts; 1) The part of administrator comprised of 6 processes: 1.1) Data management of the users, 1.2) Data management of test template, 1.3) Data management of ICT, 1.4) Data management on ICT Literacy, 1.5) Data management on questions, and 1.6) Reporting, and 2) The part of tester comprised of 2 processes: 2.1) Data management on testing, and 2.2) Testing report and the Multidimensional computerized adaptive testing, had the efficiency at the level of “Most”. (Mean = 4.53, *SD* = 0.55)

Keywords: Multidimensional computerized adaptive testing, ICT Literacy, MCAT

[1] Doctoral student, Department of Measurement and Technology in Cognitive Science, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University
[2] Associate Professor, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University
[3] Lecturer, College of Research Methodology and Cognitive Science, Burapha University
[*] Corresponding Author, Tel. +669 0919 6246 e-mail: jniphon1@gmail.com

1. บทนำ

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ได้กลายเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของผู้คนในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน ความรู้ทางไอซีที (ICT Literacy) มีบทบาท สำคัญในการเริ่มต้นการศึกษาและการทำงาน ดังนั้น ความรู้ทางไอซีที เป็นกุญแจสำคัญที่จำเป็นต่อการประสบความสำเร็จในชีวิตและสังคม [1] ต่อมา ได้มีหน่วยงานกำหนดกรอบความรู้ทางไอซีทีเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบ เช่น NAP-ICT Literacy Assessment Framework Processes [2] นำเสนอกรอบทักษะความรู้ทางไอซีที 6 ด้าน ได้แก่ 1) การเข้าถึงสารสนเทศ (Accessing information) 2) การจัดการสารสนเทศ (Managing information 3) การประเมิน (Evaluating) 4) การสร้างสิ่งใหม่จากความเข้าใจ (Developing new understandings) 5) การสื่อสาร (Communicating) และ 6) การใช้ไอซีทีอย่างเหมาะสม (Using ICT appropriately) ดังนั้น การมีความรู้ทางไอซีที จึงจำเป็นต่อการผสมผสานทักษะการอ่าน การรู้สารสนเทศ การรู้เรื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ

การทดสอบความรู้ทางไอซีที ปัจจุบันมีนักวิชาการและหน่วยงานทางภาครัฐและเอกชน ทั้งในประเทศและต่างประเทศสนใจการสร้างเครื่องมือในการทดสอบความรู้ดังกล่าวของผู้เรียน สถาบันที่ทำวิจัยทางด้านความรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อการ Educational Testing Service: ETS [3] เป็นสถาบันที่พัฒนาแบบทดสอบทักษะด้านต่าง ๆ และหนึ่งในการพัฒนาทักษะนั้น ได้มีเรื่อง ICT literacy ร่วมด้วย เป็นการทดสอบแบบออนไลน์ (Online test) ชื่อแบบทดสอบ "iSkills Assessment" ส่วนประเทศไทยมีนักวิจัยและสถาบันที่สร้างแบบทดสอบเพื่อทดสอบความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ข้อสอบยังอยู่ในรูปแบบกระดาษ-ดินสอ (Paper and Pencil Test: P&P)

ปัจจุบันมีการพัฒนารูปแบบการทดสอบโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์เพื่อสร้างแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ ดังเช่น Thompson and Weiss [4] ได้เสนอรูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) เป็นการทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ วิธีนี้สามารถประมาณค่าความสามารถของผู้ทดสอบ ด้วยข้อมูลที่ได้จากการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบความรู้ทางไอซีที แต่ถ้านำการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้จะเกิดข้อจำกัดของการสรุปความรู้ทางไอซีที เนื่องจากการทดสอบแบบปรับเหมาะส่วนใหญ่ ใช้คลังข้อสอบที่ได้รับการสอบเทียบด้วยทฤษฎีโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (Unidimensional Item Response Theory Model: UIRT) [5] แต่การทดสอบความรู้ทางไอซีทีมี 2 มิติ ได้แก่ 1) ด้านหมวดเนื้อหา และ 2) ด้านความรู้ทางไอซีที ซึ่งทั้ง 2 มิติมีคุณลักษณะแฝงที่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นข้อจำกัดของการทดสอบและไม่เข้าเงื่อนไขหรือข้อตกลงเบื้องต้นของ UIRT ด้วยปัญหาดังกล่าวจึงมีนักวัดผลได้ขยายแนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติสู่ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory Model: MIRT) [6] แล้วจึงพัฒนาโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing: MCAT) [7]

การพัฒนา MCAT มีขั้นตอนในการดำเนินการแบบเดียวกับ CAT [4] ซึ่งมี 5 ขั้นตอน เพื่อเป็นกรอบในการพัฒนา ได้แก่ 1) การสร้างคลังข้อสอบ (Develop item bank) เป็นขั้นตอนในการสร้างข้อสอบความรู้ทางไอซีทีเพื่อใช้ในการทดสอบ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ 2) การคัดเลือกข้อสอบข้อแรก (First item selection) เป็นขั้นตอนการเลือกข้อสอบความรู้ทางไอซีที่มีค่าความยากระดับปานกลางให้ผู้ทดสอบ แล้วนำผลจากการทดสอบไปประมาณค่าความสามารถของผู้ทดสอบเพื่อใช้ในการเลือกข้อสอบข้อถัดไป 3) การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป (Next item selection) เป็นขั้นตอนการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้ทดสอบ 4) การประมาณค่าความ สามารถของผู้ทดสอบ (Calculate possible ability level) เป็น

ขั้นตอนการหาค่าประมาณความสามารถของผู้ทดสอบ และ 5) เกณฑ์ยุติการทดสอบ (Termination criterion) เป็นการกำหนดเกณฑ์สิ้นสุดของการทดสอบ

จากเหตุผลของข้อจำกัดการทดสอบความรู้ทางไอซีทีดังกล่าว การวิจัยนี้นำเสนอวิธีการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที เป็นการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Testing: CBT) รูปแบบหนึ่ง ที่มีการปรับกระบวนการทดสอบให้มีค่าความยากของข้อสอบใกล้เคียงกับระดับความสามารถของผู้ทดสอบ การทดสอบรูปแบบนี้นำเสนอข้อสอบผ่านทางอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน และอาศัยทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่มาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ ทำให้การทดสอบมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำในการทดสอบมากยิ่งขึ้น ผู้ทดสอบแต่ละคนจะได้รับข้อสอบความรู้ทางไอซีทีที่แตกต่างกัน แต่เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบใกล้เคียงกับความสามารถของผู้ทดสอบ ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องจะไม่ถูกนำมาใช้ในการทดสอบ ทำให้การทดสอบแต่ละครั้งของผู้ทดสอบแต่ละคนใช้จำนวนข้อสอบลดลง แต่ไม่สูญเสียความแม่นยำในการวัดความรู้ทางไอซีที พร้อมช่วยลดอาการเมื่อยล้าของผู้ทดสอบ และประหยัดเวลาในการทดสอบได้ [8]

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทางไอซีที (ICT Literacy) ในยุคของสังคมอุดมปัญญา บุคคลมีการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านทางสังคมออนไลน์ ดังนั้น บุคคลต้องมีกรอบความรู้ทางไอซีที (ICT Literacy assessment framework processes) [2] 6 ด้าน ได้แก่ 1) การเข้าถึงสารสนเทศ เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและรู้วิธีการค้นหาข้อมูลและนำข้อมูลกลับมาใช้ 2) การจัดการสารสนเทศ เป็นการจัดระเบียบและการจัดเก็บข้อมูลสำหรับการเรียกใช้และนำมาใช้ 3) การประเมิน เป็นกระบวนการเก็บข้อมูล ตีความ บันทึก จากการสร้างโซลูชั่นไอซีที และประโยชน์ของข้อมูล 4) การสร้างสิ่งใหม่จากความเข้าใจ เป็นการสร้างข้อมูลและความรู้โดยการสังเคราะห์ การปรับ การประยุกต์ใช้ การออกแบบ การประดิษฐ์ หรือการเขียน 5) การสื่อสาร เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยการแบ่งปันความรู้และการสร้างผลิตภัณฑ์ข้อมูลเพื่อให้เหมาะกับผู้ใช้งาน และ 6) การใช้ไอซีทีอย่างเหมาะสม เป็นการตัดสินใจต่อการใช้ไอซีที และมีความรับผิดชอบด้วยการพิจารณาทางสังคม กฎหมาย และจริยธรรม

2.2 การทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing: MCAT) เป็นกระบวนการหรือขั้นตอนในการดำเนินการทดสอบแบบเดียวกับ (Computerized Adaptive Testing: CAT) [4] มีกรอบการพัฒนา 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างคลังข้อสอบ เป็นขั้นตอนในการสร้างข้อสอบความรู้ทางไอซีทีเพื่อใช้ในการทดสอบ วิเคราะห์ข้อสอบด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ และคัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์คุณภาพของข้อสอบแล้วบรรจุไว้ในคลังข้อสอบ 2) การคัดเลือกข้อสอบข้อแรก เป็นขั้นตอนการเลือกข้อสอบความรู้ทางไอซีทีที่มีค่าความยากระดับปานกลางให้ผู้ทดสอบ แล้วนำผลจากการทดสอบไปประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเพื่อใช้ในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป 3) การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป เป็นขั้นตอนการคัดเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องหรือเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ 4) การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ เป็นขั้นตอนการหาค่าประมาณความสามารถของผู้สอบ และ 5) เกณฑ์ยุติการทดสอบ เป็นการกำหนดเกณฑ์สิ้นสุดของการทดสอบ เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความ สามารถน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 มีความตรงเชิงสภาพสูงสุด หรือข้อสอบหมดคลัง

2.3 วงจรการพัฒนาโปรแกรม (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นกระบวนการทางความคิด (Logical Process) ช่วยให้นักวิเคราะห์ออกแบบโปรแกรม สามารถดำเนินการตามแนวทางที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้สามารถควบคุมระยะเวลาและงบประมาณในการพัฒนาโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ วงจรการพัฒนาโปรแกรมแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดความต้องการและการวิเคราะห์ (Requirement gathering and analysis) เป็นการกำหนดทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม แหล่งข้อมูลที่ได้จากเอกสารหรือสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง แล้วนำมาวิเคราะห์ 2)

การออกแบบ (Design) เป็นการออกแบบรูปภาพหน้าจอให้สอดคล้องกับการวิเคราะห์และสอดคล้องกับการใช้งานของผู้ดูแลโปรแกรมและผู้ทดสอบ 3) การพัฒนาโปรแกรม (Implementation and Coding) เป็นการนำเอกสารที่ผ่านการวิเคราะห์มาเขียน Source code ให้เป็นไปตามที่ออกแบบ 4) การทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบโปรแกรมเพื่อลดข้อผิดพลาดเมื่อนำโปรแกรมไปใช้ใช้งานจริง 5) การใช้งาน (Deployment) เป็นการนำโปรแกรมใช้ในสภาพแวดล้อมจริง และ 6) การบำรุงรักษา (Maintenance) เป็นการปรับปรุงเมื่อเกิดข้อผิดพลาดระหว่างใช้งาน [9]

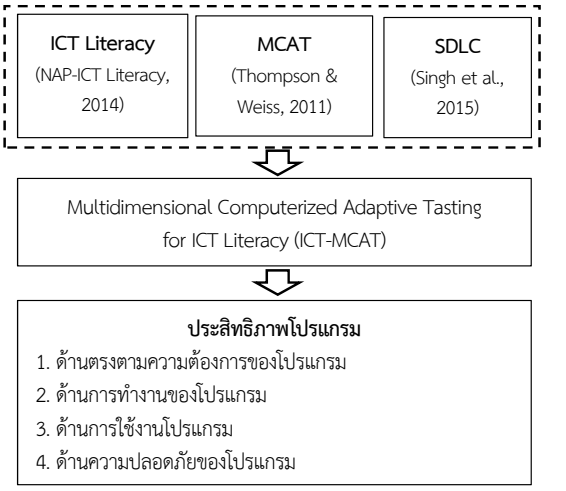
2.4 เครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม (Functional testing) แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตรงตามความต้องการของโปรแกรม เป็นการประเมินโปรแกรมว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด 2) ด้านการทำงานของโปรแกรม เป็นการประเมินการทำงานของโปรแกรมว่าสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันของโปรแกรมมากน้อยเพียงใด 3) ด้านการใช้งานโปรแกรม เป็นการประเมินลักษณะการออกแบบโปรแกรมว่ามีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด และ 4) ด้านความปลอดภัยของโปรแกรม เป็นการประเมินโปรแกรมในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลว่ามีมากน้อยเพียงใด [9]

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที (ICT-MCAT)

3.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ด้านเนื้อหา เป็นวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ที่ใช้ในการเรียนการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ส่วนข้อสอบได้จากการทดสอบมาตรฐานวิชาชีพ (V-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ.2555 - 2559 นำข้อสอบมาวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ (a) ค่าความยากข้อสอบ (b) และค่าโอกาสการเดาข้อสอบ (c) [6] โดยมีเกณฑ์คุณภาพของข้อสอบคือ ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ (a) อยู่ในช่วง 0.50 ถึง 2.50 ค่าความยากข้อสอบ (b) อยู่ในช่วง -2.50 ถึง 2.50 และค่าโอกาสในการเดาข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MULTILOG V.7.03 [10]

5.2 ด้านประชากร เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 ท่าน เลือกแบบเจาะจง โดยเป็นผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาโท หรือปริญญาเอกสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีสาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ และสาขาวิชา

คอมพิวเตอร์ธุรกิจ มีประสบการณ์ออกแบบและวิเคราะห์ระบบอย่างน้อย 5 ปี

5.3 ด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ เป็นวิธีพัฒนาโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที

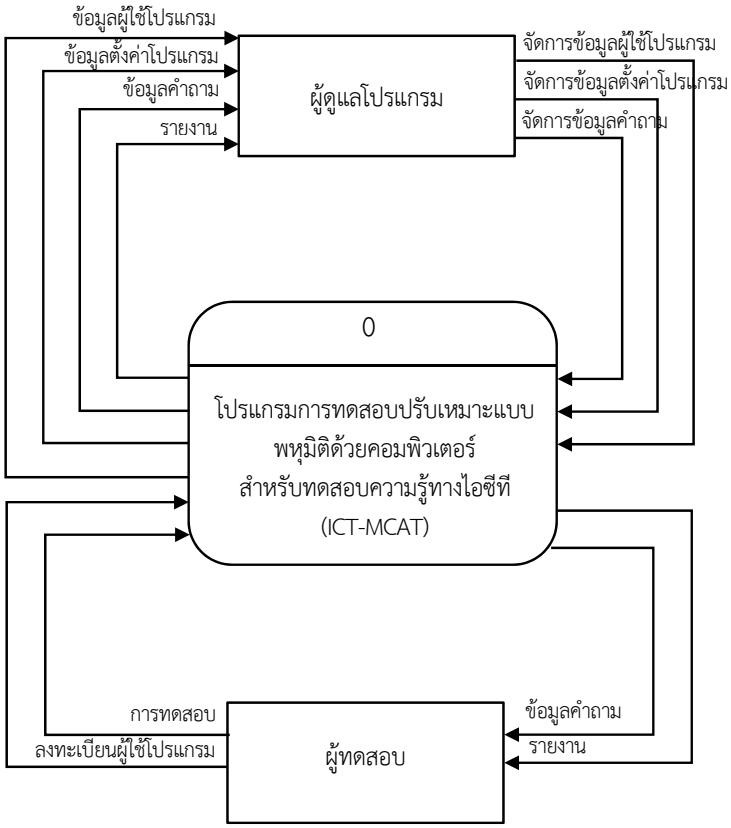
ตัวแปรตาม เป็นประสิทธิภาพของโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที

6. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

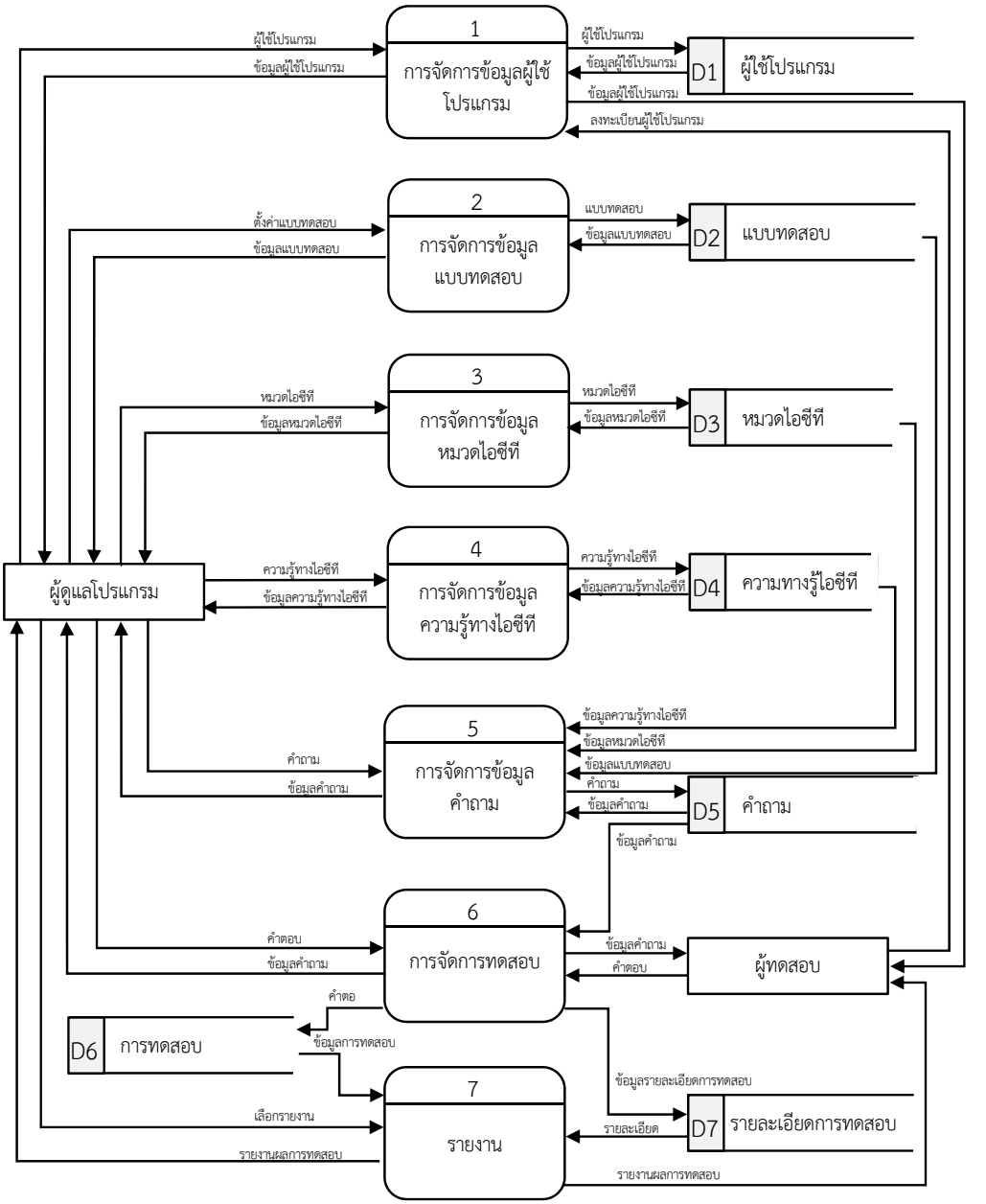
ระยะที่ 1 การพัฒนาโปรแกรม ICT-MCAT เป็นการพัฒนาตามวงจรการพัฒนาโปรแกรม SDLC ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน [9] ดังนี้

1) ขั้นตอนการกำหนดความต้องการและการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร และผู้เชี่ยวชาญ โดยการออกแบบแผนภาพบริบท (Context diagram) และแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagrams: DFD)



รูปที่ 2 แผนภาพบริบท ICT-MCAT

จากรูปที่ 2 แหล่งข้อมูลประกอบด้วย 2 แหล่ง ได้แก่ 1) ผู้ดูแลโปรแกรม มีหน้าที่ในการจัดการข้อมูลผู้ใช้โปรแกรม ข้อมูลตั้งค่าโปรแกรม ข้อมูลคำถาม และรายงานข้อมูลที่ผู้ดูแลโปรแกรมได้กำหนดไว้ และ 2) ผู้ทดสอบ มีหน้าที่ในการลงทะเบียนโปรแกรมสำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที และดูรายงานผลการทดสอบ การวิเคราะห์แผนภาพกระแสข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภาพกระแสข้อมูล ICT-MCAT

จากรูปที่ 3 แผนภาพกระแสข้อมูล ICT-MCAT ประกอบด้วย 2 แหล่งข้อมูล 7 กระบวนการ และ 7 แหล่งจัดเก็บข้อมูล โดยอธิบายตามกรอบการทดงานของกระบวนการ ดังนี้

กระบวนการที่ 1 การจัดการข้อมูลผู้ใช้โปรแกรม ผู้ดูแลโปรแกรมดำเนินการจัดการข้อมูลผู้ใช้โปรแกรมให้สามารถมีสิทธิ์ในการใช้โปรแกรม เช่น การจัดการข้อมูลชื่อ-นามสกุล รหัสบัตรประชาชน เป็นต้น เมื่อดำเนินการจัดการข้อมูลเสร็จ โปรแกรมบันทึกข้อมูลเข้าสู่แหล่งจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้โปรแกรม (D1)

กระบวนการที่ 2 การจัดการข้อมูลแบบทดสอบ ผู้ดูแลโปรแกรมดำเนินการจัดการข้อมูลแบบทดสอบเบื้องต้นก่อนการทดสอบ เช่น จำนวนข้อสอบสูงสุด (Item length) และ ค่าความคลาดเคลื่อน (SEE)

เมื่อดำเนินการจัดการข้อมูลเสร็จ โปรแกรมบันทึกข้อมูลเข้าสู่แหล่งจัดเก็บข้อมูลแบบทดสอบ (D2)

กระบวนการที่ 3 การจัดการข้อมูลหมวดไอซีที ผู้ดูแลโปรแกรมดำเนินการจัดการข้อมูลหมวดไอซีที ประกอบด้วย 5 หมวด ได้แก่ 1) เครือข่าย 2) ข้อมูล 3) ซอฟต์แวร์ 4) ฮาร์ดแวร์ และ 5) กระบวนการและผู้ใช้ เมื่อดำเนินการจัดการข้อมูลเสร็จ โปรแกรมบันทึกข้อมูลเข้าสู่แหล่งจัดเก็บข้อมูลหมวดไอซีที (D3)

กระบวนการที่ 4 การจัดการข้อมูลความทางรู้ไอซีที ผู้ดูแลโปรแกรมดำเนินการจัดการข้อมูลความรู้ทางไอซีที ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่ 1) การเข้าถึงสารสนเทศ 2) การจัดการสารสนเทศ 3) การประเมิน 4) การสร้างสิ่งใหม่จากความเข้าใจ 5) การสื่อสาร และ 6) การใช้ไอซีทีอย่างเหมาะสม เมื่อดำเนินการ

จัดการข้อมูลเสร็จ โปรแกรมบันทึกข้อมูลเข้าสู่แหล่งจัดเก็บข้อมูลความรู้ทางไอซีที (D4)

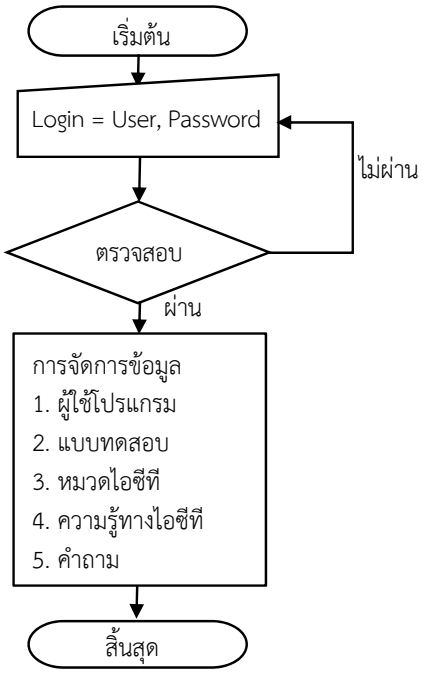
กระบวนการที่ 5 การจัดการข้อมูลคำถาม ผู้ดูแลโปรแกรมดำเนินการจัดการข้อมูลข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพทุกข้อ เมื่อดำเนิน การจัดการข้อมูลเสร็จ โปรแกรมบันทึกข้อมูลเข้าสู่แหล่งจัดเก็บข้อมูลคำถาม (D5)

กระบวนการที่ 6 กระบวนการจัดการทดสอบ

โดยการทดสอบได้มาจาก 2 แหล่งข้อมูล ได้แก่ 1) ผู้ดูแลโปรแกรมทำแบบทดสอบความรู้ทางไอซีที และ 2) ผู้ทดสอบทำการทดสอบความรู้ทางไอซีที ซึ่งข้อสอบมาจากข้อมูลคำถาม (D5) เมื่อดำเนินการทดสอบเสร็จ โปรแกรมบันทึกข้อมูลเข้าสู่แหล่งจัดเก็บข้อมูลการทดสอบ (D6) และแหล่งจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดการทดสอบ (D7)

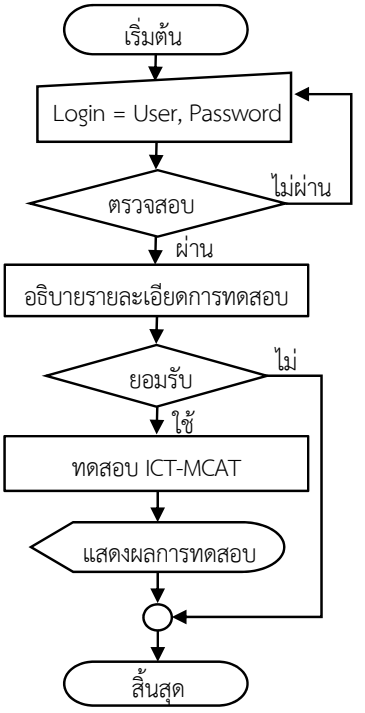
กระบวนการที่ 7 รายงาน โปรแกรมนำเสนอรายงานผลการทดสอบผ่านทางจอภาพ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ รายงานสำหรับผู้ดูแลโปรแกรม และรายงานสำหรับผู้ทดสอบ

2) ขั้นตอนการออกแบบ เป็นการออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานโปรแกรม ICT-MCAT ได้แก่ 1) ผู้ดูแลโปรแกรม 2) ผู้ทดสอบ และ 3) วิธีการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 6

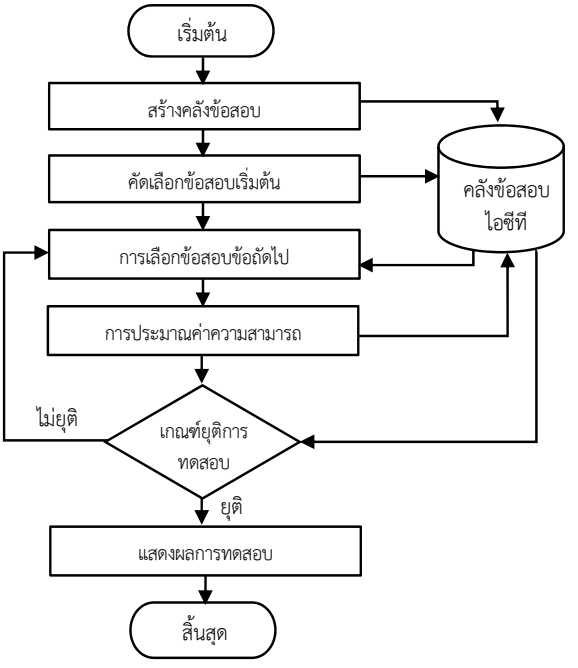


รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของผู้ดูแลโปรแกรม

จากรูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการทำงานของผู้ดูแลโปรแกรม เริ่มจากการผ่านเข้าสู่โปรแกรม สามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้โปรแกรม แบบทดสอบ หมวดไอซีที ความรู้ทางไอซีที และคำถาม ส่วนรูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการทำงานของผู้ทดสอบ เริ่มจากการผ่านเข้าสู่โปรแกรม โดยโปรแกรมแสดงข้อความอธิบายรายละเอียดการทดสอบเพื่อให้ผู้ทดสอบยอมรับเงื่อนไขก่อนการทดสอบ เมื่อยอมรับเงื่อนไขการทดสอบ เริ่มทำการทดสอบ ICT-MCAT



รูปที่ 5 ขั้นตอนการทำงานของผู้ทดสอบ



รูปที่ 6 ขั้นตอนวิธีการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ

จากรูปที่ 6 แสดงขั้นตอนวิธีการทดสอบแบบพหุมิติ เริ่มจากสร้างคลังข้อสอบที่มีคุณภาพ คัดเลือกข้อสอบเริ่มต้นที่มีค่าความยากระหว่าง -1.0 ถึง 1.0 เมื่อผู้ทดสอบผ่านการทำข้อสอบข้อแรก โปรแกรมคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยใช้วิธีค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) [6] แล้วใช้วิธีการประมาณค่าแบบ (ML) [6] ในการประมาณค่าความสามารถของผู้ทดสอบ ส่วนเกณฑ์ยุติการทดสอบใช้ความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าความสามารถ ซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่าน้อยกว่า 0.30 เป็นเกณฑ์ในการยุติการทดสอบ หรือยุติการทดสอบเมื่อข้อสอบหมดคลัง [4]

3) ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม เป็นการนำเอกสารที่ผ่านการวิเคราะห์มาเขียน Source code ให้เป็นไปตามที่ออกแบบ ใช้ Syntax ในการพัฒนาโปรแกรมคือ PHP, AJAX, HTML5, Java Script ใช้ฐานข้อมูล MySQL และโปรแกรม Eclipse 2014 เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรม

4) ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) Unit test เป็นการทดสอบฟังก์ชันของโปรแกรมในแต่ละส่วนย่อย ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าแต่ละส่วนทำงานได้ถูกต้อง 2) Integration test เป็นการนำแต่ละฟังก์ชันย่อยมาประกอบกันและทดสอบการเชื่อมโยงระหว่างฟังก์ชันว่าสามารถทำงานได้ถูกต้อง และ 3) End to end test เป็นการทดสอบโปรแกรมในภาพรวม และทดสอบโปรแกรมเหมือนผู้ใช้โปรแกรม

5) ขั้นตอนการใช้งาน โดยผู้ทดสอบทำแบบทดสอบผ่านทางการประมวลผลแบบแบ่งปันทรัพยากรผ่านเครือข่าย (Cloud Computing) [11] ส่วนอุปกรณ์ที่รองรับการทำงานของโปรแกรม ได้แก่ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คอมพิวเตอร์แบบพกพา สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต

6) ขั้นตอนการบำรุงรักษา แบ่งการบำรุงรักษาโปรแกรม 4 ด้าน ได้แก่ 1) การแก้ไขข้อผิดพลาด 2) การรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้น 3) การบำรุงรักษาให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ 4) การบำรุงรักษาป้องกันข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น

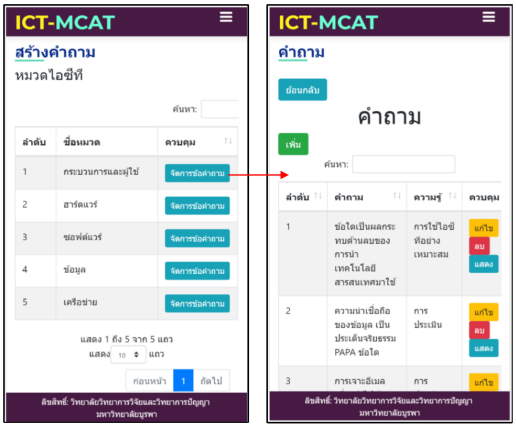
ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพโปรแกรม ICT-MCAT โดยใช้ Black box testing เป็นแบบประเมินโปรแกรมหลังจากการพัฒนา เพื่อตรวจสอบคุณภาพให้เป็นไปตามกรอบการวางแผน โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตรงตามความต้องการของโปรแกรม 2) ด้านการทำงานของโปรแกรม 3) ด้าน

การใช้งานโปรแกรม และ 4) ด้านความปลอดภัยของโปรแกรม โดยแบบประเมินเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ และมีการแปรผลค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพ คือ ช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 ถึง 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด 3.51 ถึง 4.50 หมายถึง ระดับมาก 2.51 ถึง 3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง 1.51 ถึง 2.50 หมายถึง ระดับน้อย และ 1.00 ถึง 1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

7. ผลการวิจัย

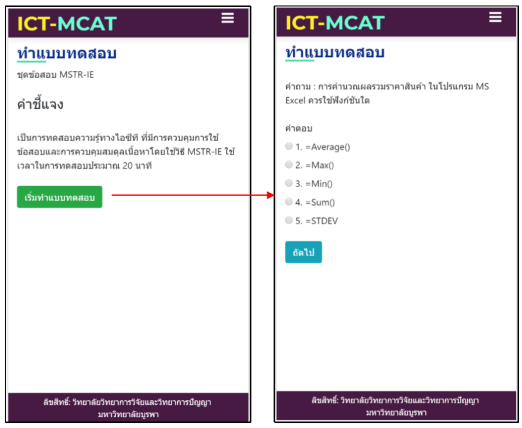
7.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม ICT-MCAT ปรากฏว่า การทำงานของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) ส่วนของผู้ดูแลโปรแกรม มีกระบวนการทำงาน ได้แก่ 1.1) จัดการข้อมูลผู้ใช้โปรแกรม 1.2) จัดการข้อมูลแบบทดสอบ 1.3) จัดการข้อมูลหมวดไอซีที 1.4) จัดการข้อมูลความรู้ทางไอซีที 1.5) จัดการข้อมูลคำถาม และ 1.6) รายงาน แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 7

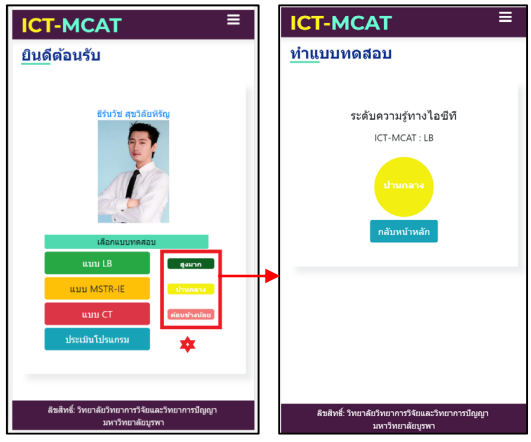


รูปที่ 7 หน้าจอการจัดการข้อมูลคำถาม

2) ส่วนของผู้ทดสอบ มีกระบวนการทำงาน ได้แก่ 2.1) จัดการข้อมูลการทดสอบ และ 2.2) รายงานผลการทดสอบ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 8 และ รูปที่ 9



รูปที่ 8 หน้าจอการทดสอบความรู้ทางไอซีที



รูปที่ 9 หน้าจอรายงานผลการทดสอบ

7.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรม ICT-MCAT โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏว่า ภาพรวมของโปรแกรมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ด้านความปลอดภัยของโปรแกรมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาด้านการใช้งานโปรแกรมอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการทำงานของโปรแกรมอยู่ในระดับมากตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรม ICT-MCAT

ด้าน	Mean	*SD*	ระดับ
1. ตรงตามความต้องการของโปรแกรม	4.45	0.50	มาก
2. การทำงานของโปรแกรม	4.48	0.60	มาก
3. การใช้งานโปรแกรม	4.63	0.55	มากที่สุด
4. ความปลอดภัยของโปรแกรม	4.67	0.49	มากที่สุด
รวม	**4.53**	**0.55**	**มากที่สุด**

8. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

8.1 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบความรู้ทางไอซีที แบ่งขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การกำหนดความต้องการและการวิเคราะห์ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนาโปรแกรม 4) การทดสอบ 5) การใช้งาน และ 6) การบำรุงรักษา ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดวงจรการพัฒนาโปรแกรม [9] โดยวิธีการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติมี 5 ขั้นตอน [5] 1) การสร้างคลังข้อสอบ 2) คัดเลือกข้อสอบเริ่มต้น มีค่าความยาก (b) ระหว่าง -1.0 ถึง 1.0 3) การเลือกข้อสอบข้อถัดไป ใช้วิธีค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) [6] 4) การประมาณค่าความสามารถจากผลการตอบข้อสอบของผู้ทดสอบ ใช้วิธีการประมาณค่าแบบ (ML) [6] และ 5) เกณฑ์ยุติการทดสอบ ใช้ผลความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าความสามารถมีค่าน้อยกว่า 0.30 เป็นเกณฑ์ในการยุติการทดสอบ หรือเมื่อข้อสอบหมดคลัง [4]

ผลการพัฒนาโปรแกรม ICT-MCAT ปรากฏว่าการทำงานของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนของผู้ดูแลโปรแกรม มีกระบวนการทำงาน 1.1) จัดการข้อมูลผู้ใช้โปรแกรม 1.2) จัดการข้อมูลแบบทดสอบ 1.3) จัดการข้อมูลหมวดไอซีที 1.4) จัดการข้อมูลความรู้ทางไอซีที 1.5) จัดการข้อมูลคำถาม และ 1.6) รายงาน 2) ส่วนของผู้ทดสอบ มีกระบวนการทำงาน 2.1) จัดการข้อมูลการทดสอบ และ 2.2) รายงานผลการทดสอบ

8.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม ICT-MCAT จากผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของโปรแกรมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้น ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่า โปรแกรมฯ มีประสิทธิภาพช่วยลดอาการเมื่อยล้าของผู้ทดสอบ และประหยัดเวลาในการทดสอบได้อย่างมาก [8]

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 คลังข้อสอบความรู้ทางไอซีทีมีจำนวนข้อสอบน้อยเกินไป ควรมีการบรรจุข้อสอบเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้มีจำนวนข้อสอบเหมาะสมกับการกระจายตัวของค่าความยาก คลังข้อสอบที่เหมาะสมนั้น ควรมีจำนวนข้อสอบ 2^n โดยที่ n คือจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ในการทดสอบ

9.2 โปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ใช้กับข้อสอบที่มีลักษณะเป็นแบบการตรวจให้คะแนน 2 ค่า คือ ตอบถูกได้ 1 ตอบผิดได้ 0 และยังไม่รองรับการตอบที่ให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ดังนั้น จึงควรพัฒนาโปรแกรมให้รองรับการทดสอบมากกว่า 2 ค่า

9.3 ผู้วิจัยหรือผู้พัฒนาโปรแกรม สามารถนำวิธีการพัฒนาโปรแกรมทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ ไปพัฒนาโปรแกรมเพื่อทดสอบความรู้ด้านอื่น ๆ เช่น ด้านภาษาอังกฤษ ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

10. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยแผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ตามทิศทางยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม: ประเภทบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2562 และได้การสนับสนุนข้อสอบจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

11. เอกสารอ้างอิง

[1] A. Singh, D. Juneja and M. Malhotra, "Autonomous Agent Based Load Balancing Algorithm in Cloud Computing," *Procedia Computer Science,* vol. 45, no. 1, pp. 832-841, 2015.

[2] Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, National Assessment Program –ICT Literacy Report, Sydney: ACARA, 2014.

[3] Educational Testing Service, "The Origins of Educational Testing Service, ETS: Princeton, NJ, 2007.

[4] N. Thompson and D. Weiss, "A Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests," *Practical Assessment, Research & Evaluation,* vol. 16, no. 1, pp. 1-9, 2011.

[5] A. Frey and N. Seitz, "Multidimensional adaptive testing in educational and psychological measurement: Current state and future challenges," *Studies in Educational Evaluation,* vol. 35, no. 2, pp. 89-97, 2009.

[6] M. D. Reckase, Multidimensional Item Response Theory, New York: Springer, 2009.

[7] L. Yao, "Multidimensional CAT Item Selection Methods for Domain Scores and Composite Scores With Item Exposure Control and Content Constraints," *Journal of Educational Measurement,* vol. 51, no. 1, pp. 18-38, 2014.

[8] R. D. Gibbons, D. J. Weiss, D. J. Kupfer, E. Frank, A. Fagiolini, V. J. Grochocinski and J. C. Immekus, "Using computerized adaptive testing to reduce the burden of mental health assessment," *Psychiatric Services,* vol. 59, no. 4, pp. 361-368, 2008.

[9] G. Preet and L. Palak, "Component Based Software Development Life Cycle Models: A Comparative Review," *Oriental Journal of Computer Science & Technology,* vol. 10, no. 2, pp. 467-473, 2017.

[10] D. Thissen, W. Chen and R. Bock, MULTILOG 7 for Windows: Multiplecategory item analysis and test scoring using item response theory, Lincolnwood, IL: Scientific Software International, 2003.

[11] M. Adhikari and T. Amgoth, "Heuristic-based load-balancing algorithm for IaaS cloud," *Future Generation Computer Systems,* vol. 81, no. 1, pp. 156-165, 2018.