การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบแบบหลายตัวเลือก โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

A Computer Program for Developing Multiple Choice Test Items Using Automatic Item Generation Method

ปิยะทิพย์ ประดุจพรม*
กนก พานทอง
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
*e-mail: piyatip10@hotmail.com

Received: June 29, 2018
Revised: September 25, 2018
Accepted: October 1, 2018

Piyathip Pradujprom
Kanok Panthong
Research Methodology & Cognitive Science, Burapha University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก สร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก พัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้ 1) การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) การสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก 3) การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ และ 4) การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงยาก 2) สร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ได้จำนวน 22 ข้อ ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ 3) โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในรูปแบบของ เว็บแอปพลิเคชัน สามารถเข้าใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยเข้าใช้งานได้ที่ http://www.aigg-test.com โปรแกรมมีความเหมาะสมในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และ 4) การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติอยู่ในระดับดี เป็นที่พึงพอใจของผู้ทดลองใช้โปรแกรม

คำสำคัญ: การพัฒนาโปรแกรม ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ โมเดลของข้อสอบ

Abstract

This research aimed to analyze and synthesize multiple-choice test items on mathematical subject, to develop a computer program for constructing the multiple-choice test items on mathematical subject by using automatic item generation methodology, and to evaluate the efficacy of the developed program for grade 12 on mathematical subject. The research methodology comprised four phases, including 1) the analysis and synthesis of the multiple-choice test items of grade 12, 2) the determination of the modelled items and the model of the multiple-choice test items on mathematical subject, 3) the development of program for constructing the multiple-choice test items on mathematical using automatic item generation methodology, and 4) the efficiency of the developed program for grade 12 on mathematical subject using automatic item generation methodology. The 30-secondary school teachers who had been teaching on mathematical subject were taken part in this study. The findings were demonstrated as follows: 1) The mathematical test items for grade 12 had the item difficulty (b) from rather difficult to difficult levels. 2) Twenty-two modelled items and the model of the multiple-choice test items passed the criteria of test item quality based on three-parameter IRT model. 3) The computer program was developed for the web application platform, which could be accessed via http://www.aigg-test.com, that was rated in terms of appropriateness as excellent and was also approved by the experts. And 4) the efficiency assessment of the developed program indicated at a good level and was satisfied.

Keywords: Program Development, Multiple-Choice Test Items, Automatic Item Generation, Item Model

บทนำ

ปัจจุบันนี้วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ คิดอย่างมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้มนุษย์สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Ministry of Education, 2008)

การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) เป็นการทดสอบวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน 3 ช่วงชั้น คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งการทดสอบ O-NET นี้ตอบสนองนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการที่มีการกำหนดให้มีการจัดการทดสอบความรู้รวบยอดของกระบวนการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน การทดสอบทางการศึกษานั้นนับได้ว่าเป็นหนึ่งในกระบวนการวัดและประเมินผลทางการศึกษา (Lincharoen, Artwichai & Chan-in, 2009)

การทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทดสอบทั้งหมดจำนวน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) ภาษาไทย 2) คณิตศาสตร์ 3) วิทยาศาสตร์ 4) สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม 5) ภาษาต่างประเทศ 6) สุขศึกษาและพลศึกษา 7) ศิลปะ และ 8) การงานพื้นฐานอาชีพและเทคโนโลยี ทั้งนี้ เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร ใช้เป็นเกณฑ์ร่วมกันในการวัดคุณภาพของทุกหน่วยงานว่า สามารถจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับใด ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ใช้ในการประกันคุณภาพการศึกษา ใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอน และการบริหารโรงเรียน เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตลอดจนใช้เป็นข้อมูลเทียบเคียงคุณภาพการศึกษากับโรงเรียนอื่น ๆ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่กำหนดไว้ในหมวด 4 มาตรา 26 เกี่ยวกับแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization) NIETS., 2014)

ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice Test Items) เป็นที่นิยมใช้มากในการประเมินต่าง ๆ รวมถึงการประเมินด้านการศึกษาทางการแพทย์ มีการประเมินในชั้นเรียนที่เป็นการประเมินนักเรียนตั้งแต่กลุ่มเล็ก ๆ ไปจนถึงการประเมินนักเรียนในกลุ่มใหญ่ขึ้น เช่น การสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การสอบใบประกอบวิชาชีพ ข้อสอบแบบหลายตัวเลือกก็มักถูกเลือกใช้เพื่อวัดความรู้ และทักษะในเนื้อหาการเรียนรู้ทางการแพทย์โดยทั่วไป ส่วนเนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจงในแต่ละด้าน ที่ผ่านมาแนวทางในการสร้างข้อสอบแบบหลายตัวเลือกมีความชัดเจน โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้กำหนดแนวทางมาตรฐานในการปฏิบัติ (เช่น ผู้เชี่ยวชาญกำหนดข้อคำถาม และตัวเลือกที่ถูกต้องขึ้นมา) โดยทั่วไปผู้เชี่ยวชาญจะเขียนข้อสอบจากประสบการณ์ความเชี่ยวชาญ และการตัดสินใจของตัวเอง อย่างไรก็ตาม แม้จะมีแนวทางในการเขียนข้อสอบแบบหลายตัวเลือกอย่างชัดเจน แต่การเขียนข้อสอบจริงกลับสร้างความท้าทายอย่างมาก เช่น 1) การเขียนข้อสอบให้มีความหลากหลาย และตรงกับเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งอย่างเฉพาะเจาะจง และ 2) ความซับซ้อนของการเขียนข้อสอบวัดทักษะในการแก้ปัญหา และวัดความรู้ที่เฉพาะจะต้องมีความเชี่ยวชาญและชำนาญเป็นอย่างมาก (Gierl, Lai & Turner, 2012)

ความยุ่งยากและความท้าทายดังกล่าวเป็นเรื่องที่สามารถจัดการได้ถ้าเป็นการประเมินในกลุ่มเล็ก เช่น การประเมินในชั้นเรียนที่ต้องการใช้ข้อสอบเพียงไม่กี่ข้อ (ไม่เกิน 50 ข้อ) อย่างไรก็ตาม สำหรับการประเมินในกลุ่มใหญ่ที่ต้องการใช้ข้อสอบเป็นจำนวนมาก เช่น การสอบใบประกอบวิชาชีพทางการแพทย์ ซึ่งปัจจุบันดำเนินการทดสอบในรูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing: CAT) ซึ่งเป็นการทดสอบโดยไม่ใช้แบบทดสอบที่เป็นกระดาษ ดินสอ (Paper Pencil Test) แต่ใช้วิธีการที่ทำให้สามารถเลือกข้อสอบ ตรวจให้คะแนน และประมาณค่าความสามารถได้ทันที การเลือกข้อสอบข้อใหม่ให้ผู้สอบจะดำเนินการไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถึงการยุติการทดสอบ การทดสอบรูปแบบนี้ทำให้สามารถดำเนินการทดสอบได้ตลอดทั้งปี ช่วยลดระยะเวลาในการทดสอบ เพราะใช้เพียงข้อสอบไม่กี่ข้อที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ และทำให้มีความแม่นยำในการทดสอบมากขึ้น เมื่อเทียบกับการทดสอบรูปแบบกระดาษ ดินสอ อย่างไรก็ตาม การทดสอบรูปแบบนี้ต้องใช้คลังข้อสอบ (Item Bank) ที่บรรจุข้อสอบแบบหลายตัวเลือกจำนวนหลายพันข้อ เพื่อให้การทดสอบดำเนินการได้อย่างราบรื่น และไม่มีข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งที่ถูกเลือกใช้มากเกินไป ส่งผลให้คลังข้อสอบสามารถคงความปลอดภัยไว้ได้ตามต้องการ Breithaupt, Arie & Hare (2010) ได้กล่าวว่าจำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบที่เหมาะสมสำหรับการจัดสอบใบประกอบวิชาชีพทางการแพทย์ ควรมีข้อคำถามในคลังข้อสอบอย่างน้อย 2,000 ข้อ สำหรับการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (CAT)

การสร้างข้อสอบแบบหลายตัวเลือกเป็นจำนวนมากจึงเป็นกระบวนการที่ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการมากเพราะการเขียนข้อสอบแต่ละข้อนั้น ต้องผ่านการทบทวน และปรับปรุงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้กระบวนการสร้างข้อสอบนี้ ยังเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จากปัญหาที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การทดสอบความรู้ความสามารถในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยใช้วิธีการทดสอบที่ทันสมัยจำเป็นต้องใช้ข้อสอบจำนวนมาก ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่าย เพราะการสร้างข้อคำถามจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา ดังนั้นปัจจุบันมีทางเลือกใหม่โดยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างข้อสอบอีกรูปแบบ เรียกว่า การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (Automatic Item Generation: AIG) (Gierl & Haladyna, 2013)

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) เป็นการสร้างข้อสอบภายใต้แนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน (Assessment Engineering: AE) ซึ่งใช้หลักการวิศวกรรมเป็นฐานในการออกแบบและพัฒนา รวมทั้งการวิเคราะห์ การให้คะแนน และการรายงานผลการประเมิน (Gierl, Zhou & Alves, 2008) ซึ่งกรอบแนวคิดของ AE (AE Framework) มี 3 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดโมเดลด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Models) โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะวัดความรู้ ความสามารถของผู้สอบ และทักษะที่ต้องการประเมินผล 2) การสร้างโมเดลของข้อสอบ (Item Model) โดยกำหนดจากเนื้อหาของข้อสอบและระดับความยากของข้อสอบ และ 3) การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการทำงาน

การสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) เป็นกระบวนการที่ใช้โมเดลสำหรับการสร้างข้อสอบโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งแตกต่างจากการสร้างข้อสอบรูปแบบดั้งเดิมที่อาศัยผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาเนื้อหา การสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ (AIG) เป็นกระบวนการสร้างข้อสอบซึ่งใช้โมเดลข้อสอบ โดยโมเดลข้อสอบเปรียบได้กับข้อคำถามต้นแบบที่ใช้สำหรับการสร้างข้อสอบแบบหลายตัวเลือกข้ออื่น ๆ ด้วยโมเดลนี้ข้อคำถามจะถูกจำแนกออกเป็นองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ และองค์ประกอบย่อยเหล่านี้สามารถแปรเปลี่ยนได้ในระหว่างกระบวนการสร้างข้อสอบทำให้เกิดข้อสอบข้อใหม่ขึ้นมา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหามีบทบาทในการกำหนดองค์ประกอบย่อย ในขณะที่เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีบทบาทในการรวมองค์ประกอบย่อยเหล่านั้น

อย่างมีระบบเพื่อให้เกิดข้อสอบข้อใหม่ขึ้นมา ปัจจุบันนี้การใช้หลักการของการสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ (AIG) สำหรับการสร้างข้อสอบแบบหลายตัวเลือกมีแนวทางและมาตรฐานในการดำเนินการชัดเจนขึ้น โดยมีการนำเทคนิคนี้มาใช้ในการสร้างข้อสอบสำหรับวัดความรู้และทักษะทางการแพทย์ในหลากหลายเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การสร้างข้อสอบแบบอัตโนมัติ (AIG) ยังช่วยให้สามารถสร้างข้อสอบได้อย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน (Gierl,et al., 2012)

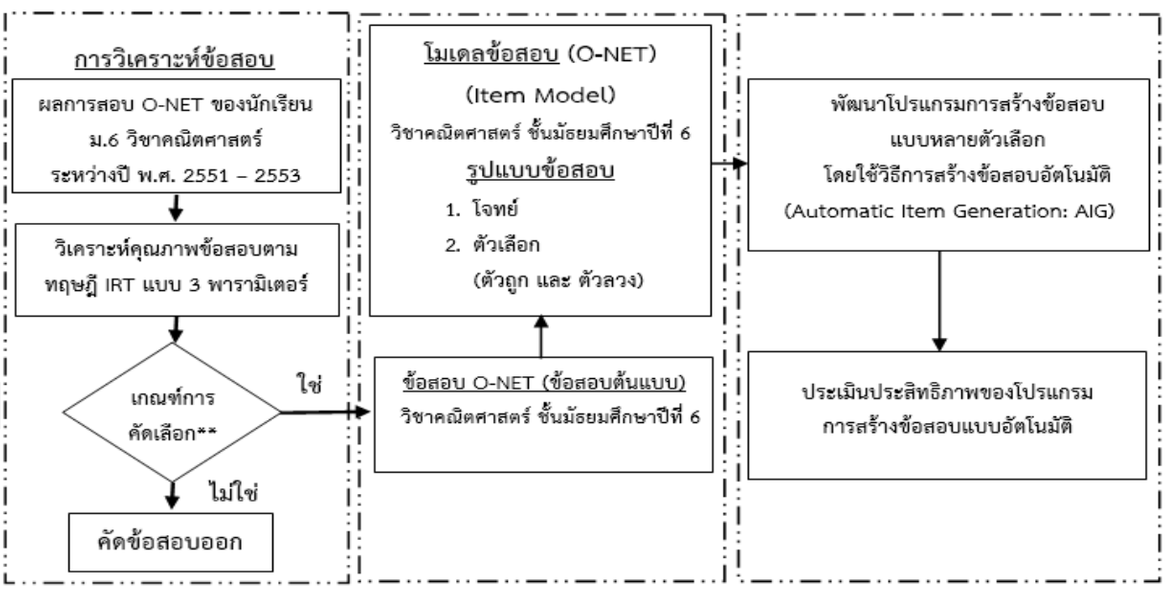
จากเหตุผลที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงต้องการที่จะพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งจะทำให้ได้ข้อสอบจำนวนมาก ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ และมีมาตรฐาน เพื่อช่วยลดภาระงานของครูผู้สอนให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งทำให้การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์
2. เพื่อสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ
4. เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ได้ใช้แนวคิดของวิศวกรรมการประเมิน (AE) ซึ่งช่วยในการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ (AIG) (Gierl & Haladyna, 2013) เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบคู่ขนานจำนวนมากจากโมเดลข้อสอบ (Item Model) ที่มีคุณภาพ ร่วมกับแนวคิดของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) (Preechapanich, 2014) มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551-2553 มาวิเคราะห์คุณภาพตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ และสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบ สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย (รูปที่ 1)



หมายเหตุ ** หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50
ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง +2.50
ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัย แบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.1 รวบรวมข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2553 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. และตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ทั้งข้อคำถาม ตัวเลือก และเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง และตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบที่ผู้เข้าสอบตอบ ถ้าข้อสอบข้อใดไม่มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยคัดข้อสอบข้อนั้นออก

1.2 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 4.2.2

1.3 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) ตามเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ (Urry, 1977)

- ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) มีค่าตั้งแต่ 0.50 ถึง 2.50
- ค่าความยากของข้อสอบ (b) มีค่าตั้งแต่ -2.50 ถึง +2.50
- ค่าการเดาของข้อสอบ (c) มีค่าไม่เกิน 0.30

1.4 สรุปสารสนเทศรายข้อของข้อสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นข้อมูลของข้อสอบที่จะนำไปใช้ในการกำหนดโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยนำเสนอผลเป็น 2 ส่วน ได้แก่ จำนวนข้อสอบ และค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรายข้อ

ระยะที่ 2 การสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1 การสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ เพื่อไปกำหนดเป็นโมเดลของข้อสอบต้นแบบสำหรับการสร้างข้อสอบด้วยวิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติตามหลักการกำหนดรูปแบบของโจทย์และตัวเลือกของ Gierl, et al., (2008) และสรุปจำนวนโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือกได้ จำนวน 22 ข้อ

2.2 การจัดหมวดหมู่โมเดลของข้อสอบ (Item Model Taxonomy) วิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้หลักการแบ่งประเภทโมเดลของข้อสอบตามหลักการของ Gierl, et al., (2008) โดยแบ่งประเภทโมเดลของข้อสอบ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

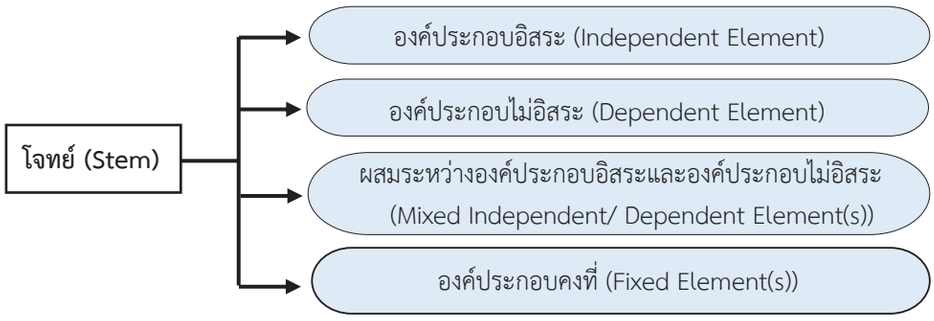
ประเภทที่ 1 โจทย์ หรือข้อคำถาม แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1) องค์ประกอบที่แปรเปลี่ยนได้อย่างอิสระ (Independent Element) มีจำนวน 1 องค์ประกอบ เมื่อองค์ประกอบใดในโจทย์มีการเปลี่ยนแปลง จะไม่ส่งผลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ

2) องค์ประกอบที่แปรเปลี่ยนได้อย่างไม่อิสระ (Dependent Element) องค์ประกอบมีความแตกต่างขึ้นอยู่กับสถานะองค์ประกอบอื่น ๆ มีจำนวน 2 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีการเชื่อมโยงกับองค์ประกอบอื่น

3) การผสมกันระหว่างองค์ประกอบที่แปรเปลี่ยนได้อย่างอิสระ และแปรเปลี่ยนได้อย่างไม่อิสระ (Mixed Independent/ Dependent Element(s)) โดยมีจำนวนองค์ประกอบอิสระ 1 องค์ประกอบ และจำนวนองค์ประกอบไม่อิสระ 1 องค์ประกอบ

4) องค์ประกอบค่าคงที่ (Fixed Element (s)) มีลักษณะคงที่ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 2)



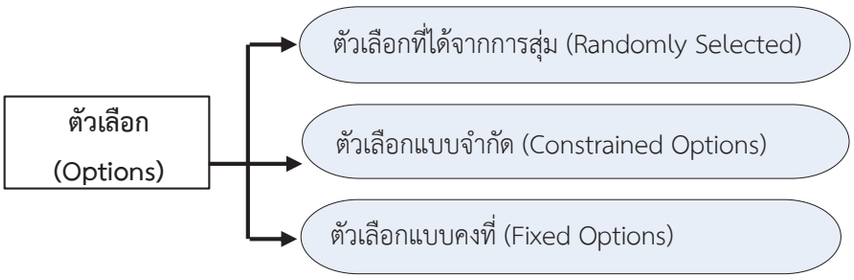
รูปที่ 2 ประเภทโจทย์ หรือข้อคำถามของโมเดลข้อสอบ (Gierl, Zhou & Alves, 2008)

ประเภทที่ 2 ตัวเลือกของโมเดลข้อสอบ แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1) ตัวเลือกที่ได้จากการสุ่ม (Randomly Selected Options) คือ รูปแบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงถูกเลือกแบบสุ่มจากคลังที่มีเนื้อหาตรงกัน

2) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained Options) คือ รูปแบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงถูกสร้างตามข้อกำหนด เช่น สูตร การคำนวณ เป็นต้น

3) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed Options) คือ รูปแบบที่ทั้งคำตอบที่ถูกต้อง และตัวลวงไม่มีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ประเภทตัวเลือกของโมเดลข้อสอบ (Gierl, et al., 2008)

ระยะที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหา Source Destination ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการสร้างข้อสอบ

3.1.2 การจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นการวิเคราะห์ให้เห็นภาพรวมของโปรแกรมทั้งข้อมูลและการทำงาน โดยจัดทำในทุกขั้นตอนของกระบวนการของโปรแกรมการสร้างข้อสอบ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการศึกษาของผู้ที่สนใจ

3.2 การออกแบบฐานข้อมูลโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก มี 1 แฟ้มข้อมูล ได้แก่ แฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน

3.3 การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก เป็นการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ ASP.NET Framework C# พัฒนาโปรแกรม ใช้ MS SQL เป็นฐานข้อมูล และใช้ Entity Framework เป็นคำสั่งเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามหลักการของวงจรการพัฒนาซอฟแวร์ (SDLC) (Preechapanich, 2014)

3.4 การทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ผู้วิจัยทดสอบโปรแกรมโดยใช้เทคนิคการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Output) จากการประมวลผลโปรแกรม (Process) โดยไม่เน้นรูปแบบการเขียนโปรแกรม เพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้นก่อน หลังจากนั้นจึงนำโปรแกรมดังกล่าวไปทดลองใช้กับผู้ใช้งาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และค้นหาจุดบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น จากนั้นจึงปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมจนมีความสมบูรณ์มากขึ้น

3.5 การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก เป็นขั้นตอนการจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม เพื่ออธิบายวิธีการใช้โปรแกรมและเป็นแนวทางการนำไปใช้จริง

3.6 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก เป็นขั้นตอนที่นำโปรแกรมและคู่มือการใช้งานไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท ทางด้านการศึกษา ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี

ระยะที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ

การประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน โดยผู้ทดลองใช้โปรแกรมทำแบบประเมินความคิดเห็นทั้งหมด 2 ด้าน ได้แก่

1) ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ 2) ด้านความถูกต้องในการใช้งานของโปรแกรม ซึ่งมีลักษณะเป็นเกณฑ์มาตราประมาณค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ดังนี้ (4.51 - 5.00 = โปรแกรมดีมาก, 3.51 - 4.50 = โปรแกรมดี, 2.51 - 3.50 = โปรแกรมพอใช้, 1.51 - 2.50 = โปรแกรมควรปรับปรุง, 1.00 - 1.50 = โปรแกรมควรปรับปรุงอย่างยิ่ง)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ (ตารางที่ 1)

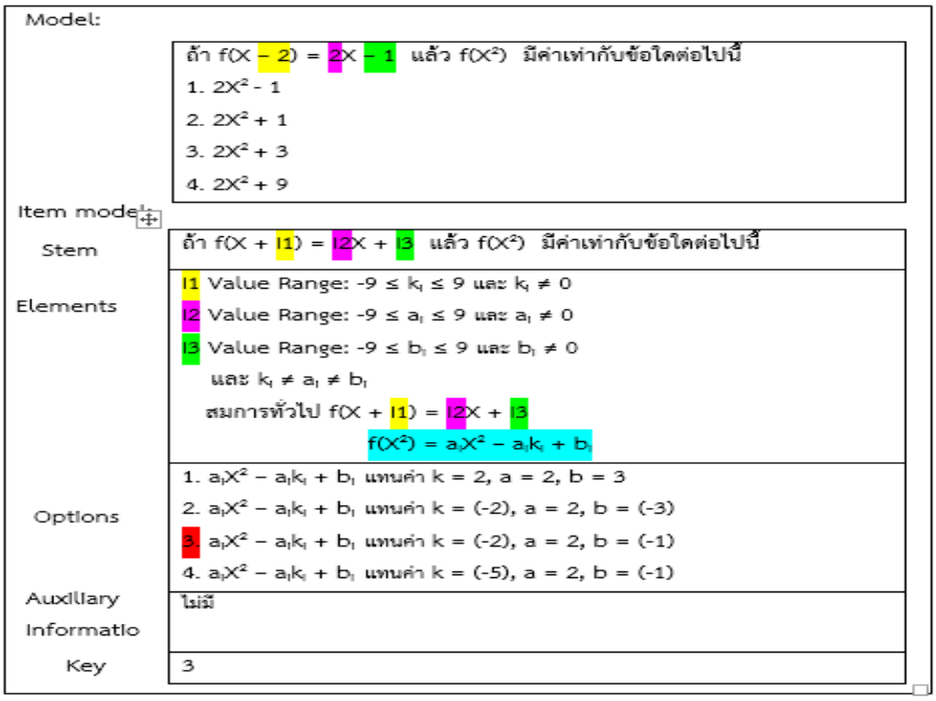
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ค่าความยาก ของข้อสอบ (b)	ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบ (a)	ค่าโอกาสการเดา ของข้อสอบ (c)	การแปลความหมาย ค่าความยากของข้อสอบ (b)
0.427 - 1.636	0.786 - 2.500	0.079 - 0.300	ค่อนข้างยากถึงยาก

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ระหว่าง 0.427-1.636 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงยาก มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) อยู่ระหว่าง 0.786-2.500 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับที่สามารถจำแนกได้ และค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ (c) อยู่ระหว่าง 0.079-0.300 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าการเดาไม่เกิน 0.300

2. ผลการสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ และใช้หลักการแบ่งประเภทโมเดลของข้อสอบตามหลักการของ Gierl, et al., (2008) โดยมีข้อสอบที่เป็นโมเดลของข้อสอบต้นแบบ จำนวน 22 ข้อ สำหรับงานวิจัยนี้มีโมเดลของข้อสอบไม่ครบทั้ง 10 รูปแบบ แสดงตัวอย่างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ซึ่งโจทย์มีลักษณะเป็นองค์ประกอบอิสระ (Independent) ตัวเลือกเป็นรูปแบบจำกัด (Constrained) และไม่มีข้อมูลเสริม (รูปที่ 4)

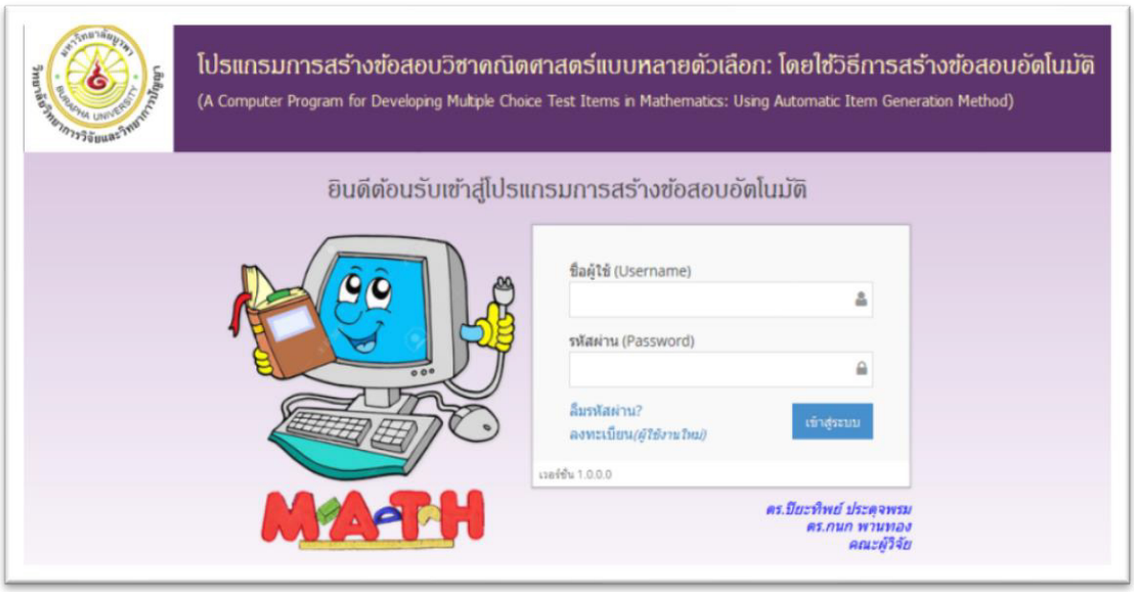


รูปที่ 4 ตัวอย่างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. ผลการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ในรูปแบบ Web Application สามารถเข้าใช้งานได้ที่ http://www.aigg-test.com มีดังนี้

3.1 รูปแบบโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

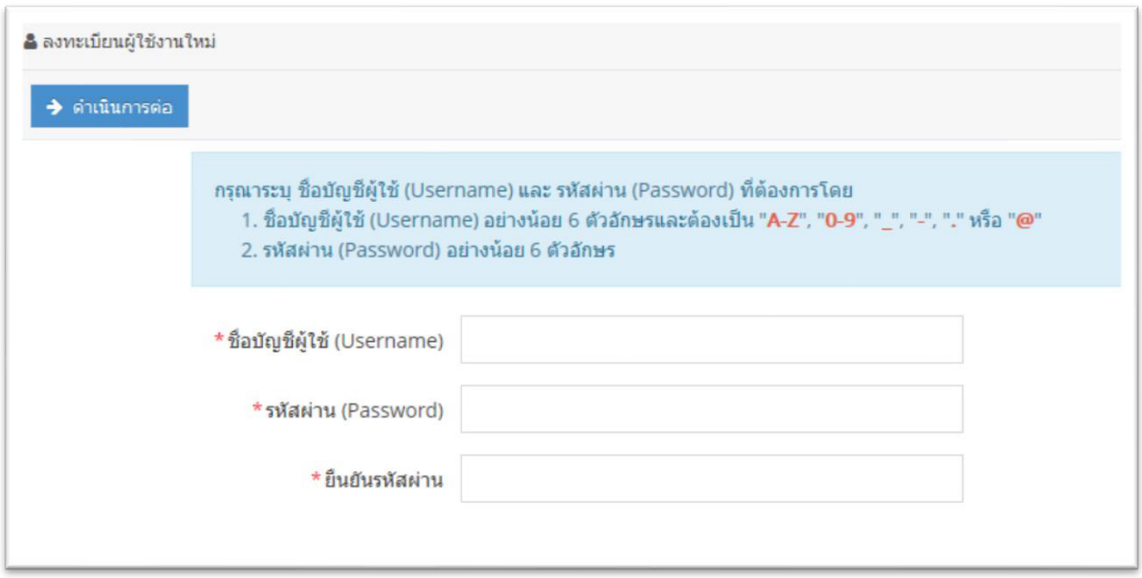
3.1.1 หน้าจอแรกของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 หน้าจอแรกของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก

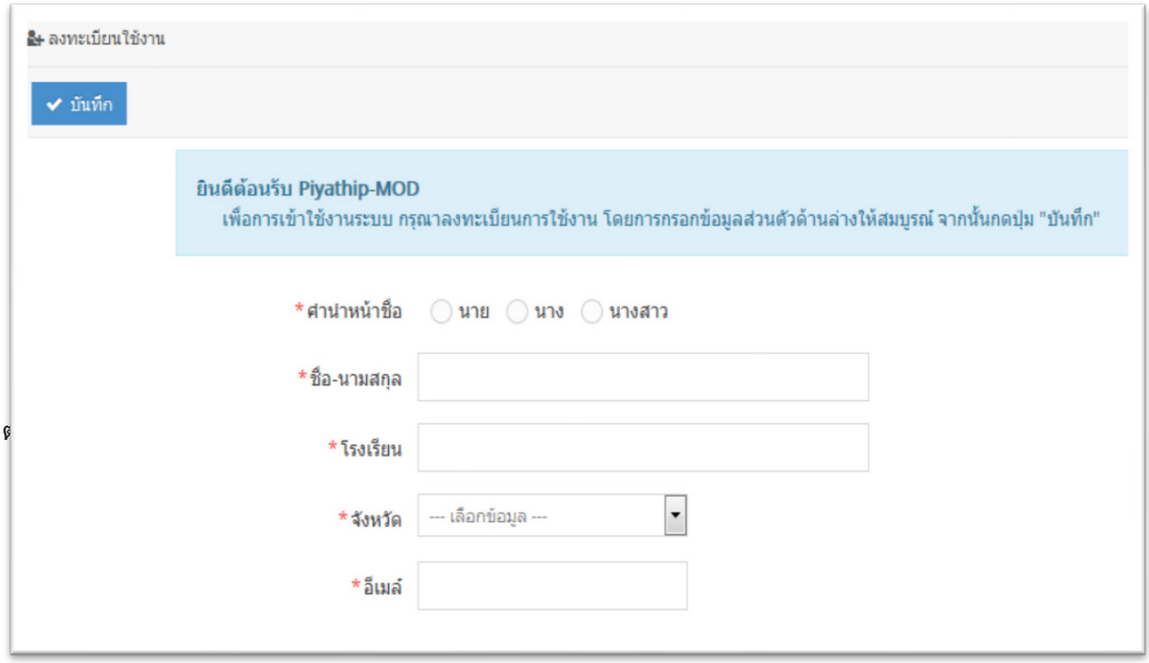
จากรูปที่ 5 โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก เป็นส่วนของการเข้าสู่ระบบการใช้งานโปรแกรม ประกอบด้วยรายละเอียด 2 ส่วน ดังนี้ 1) กรณีที่มีผู้ใช้งานโปรแกรมเคยลงทะเบียนใช้งานไว้แล้ว และ 2) กรณีการลงทะเบียนผู้ใช้งานใหม่

3.1.2 การลงทะเบียน เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องลงทะเบียน เพื่อการเข้าไปสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก สำหรับผู้ใช้งานใหม่ต้องกรอกรายละเอียด 3 ส่วน ดังนี้ 1) ชื่อบัญชีผู้ใช้ (Username) 2) รหัสผ่าน (Password) และ 3) ยืนยันรหัสผ่าน (CF Password) (รูปที่ 6)



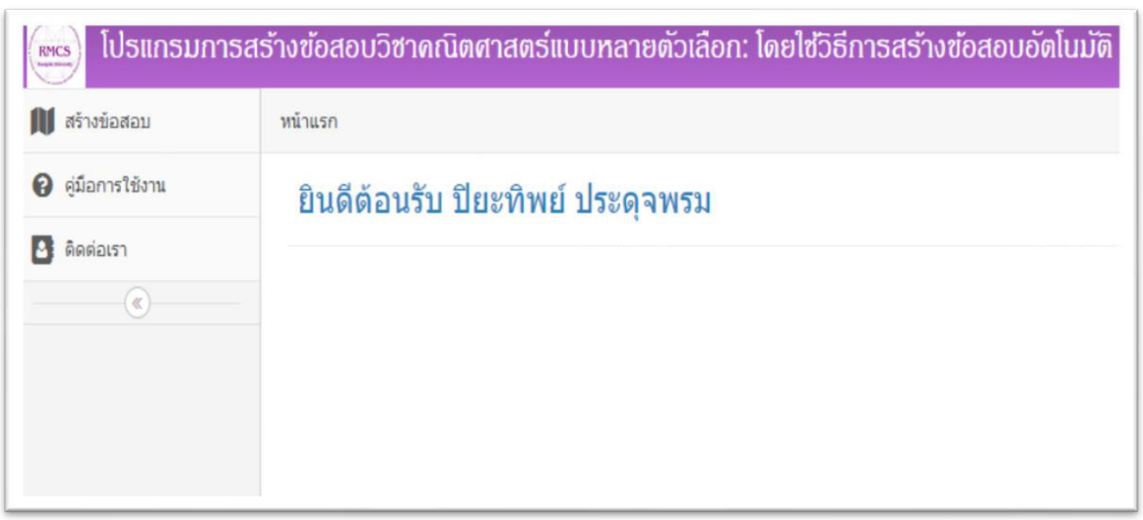
รูปที่ 6 หน้าจอการลงทะเบียน

หน้าจอการกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งาน โดยจะต้องกรอกข้อมูลส่วนตัวให้ครบสมบูรณ์ (ข้อความที่มีเครื่องหมายดอกจัน บังคับให้ผู้เข้าใช้งานในระบบจะต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน) ต้องกรอกรายละเอียด 5 ส่วน คือ 1) คำนำหน้าชื่อ 2) ชื่อ - นามสกุล 3) ชื่อโรงเรียน 4) จังหวัดที่โรงเรียนตั้งอยู่ และ 5) อีเมลของผู้ลงทะเบียนการใช้งาน (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 หน้าจอการกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งาน

3.1.3 การสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยผู้ใช้งานจะต้องคลิกเลือกที่เมนู “สร้างข้อสอบ” ด้านบนซ้ายมือของหน้าจอ (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 หน้าจอสำหรับการสร้างข้อสอบ

3.1.4 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกรายละเอียดของแต่ละส่วน ดังนี้

1) “วัน/เวลาในการสอบ” ให้ผู้ใช้งานระบุ “วัน” และ “เวลา” ที่จะใช้สำหรับการสอบของข้อสอบที่สร้างขึ้น

2) “จำนวนชุดข้อสอบ” ให้ผู้ใช้งานระบุจำนวนชุดข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างข้อสอบขึ้นมา สำหรับโปรแกรมนี้สามารถสร้างข้อสอบได้สูงสุด จำนวน 50 ชุด

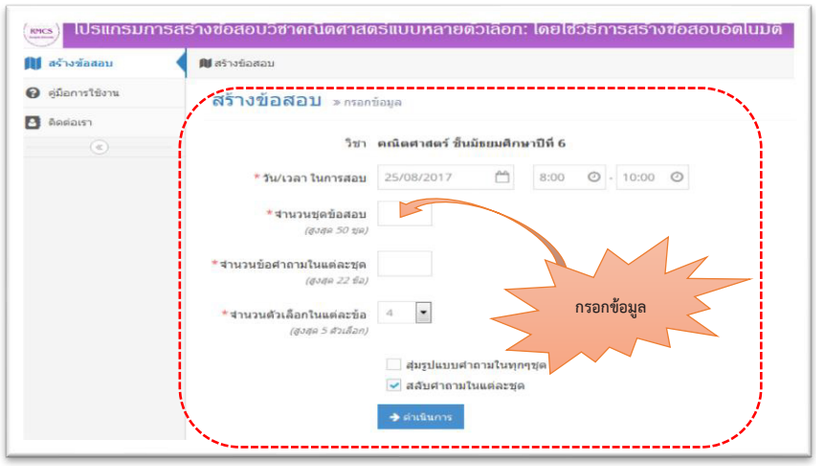
3) “จำนวนข้อคำถามในแต่ละชุด” ให้ผู้ใช้งานระบุจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างข้อคำถามขึ้นมา สำหรับโปรแกรมนี้สามารถสร้างข้อคำถามได้สูงสุด จำนวน 22 ข้อ

4) “จำนวนตัวเลือกในแต่ละข้อ” ให้ผู้ใช้งานเลือกจำนวนตัวเลือกของข้อสอบที่ต้องการให้โปรแกรมสร้างตัวเลือกขึ้นมา สำหรับโปรแกรมนี้สามารถเลือกจำนวนตัวเลือกได้ตั้งแต่ 4-5 ตัวเลือก

ผู้ใช้งานโปรแกรม สามารถเลือกรูปแบบของข้อคำถามที่ต้องการสร้างข้อสอบได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

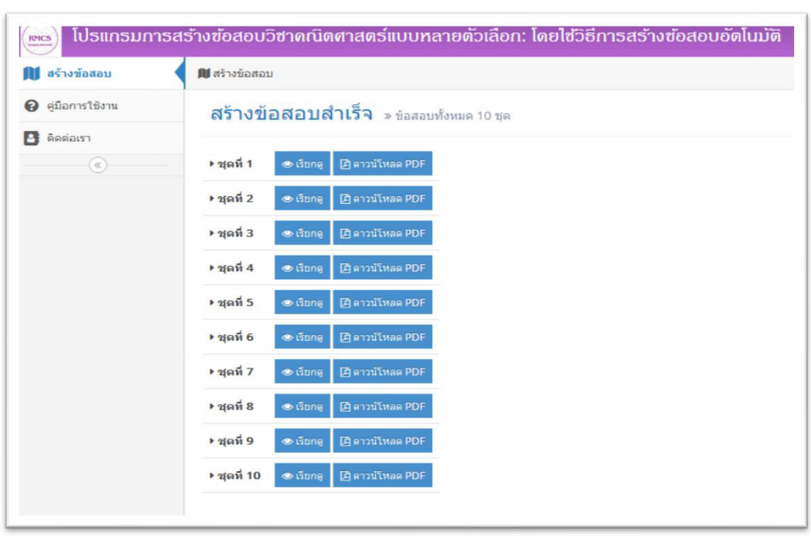
รูปแบบที่ 1 “สุ่มรูปแบบคำถามในทุก ๆ ชุด” ถ้าเลือกคลิกรูปแบบนี้โปรแกรมจะทำหน้าที่สุ่มรูปแบบข้อคำถามให้เอง

รูปแบบที่ 2 “สลับคำถามในแต่ละชุด” ถ้าเลือกคลิกรูปแบบนี้โปรแกรมจะทำหน้าที่สลับข้อคำถามในแต่ละชุดให้ตามที่ผู้ใช้งานระบุไว้ตั้งแต่ตอนกำหนดจำนวนชุดของข้อสอบ และจำนวนของข้อคำถาม (รูปที่ 9)



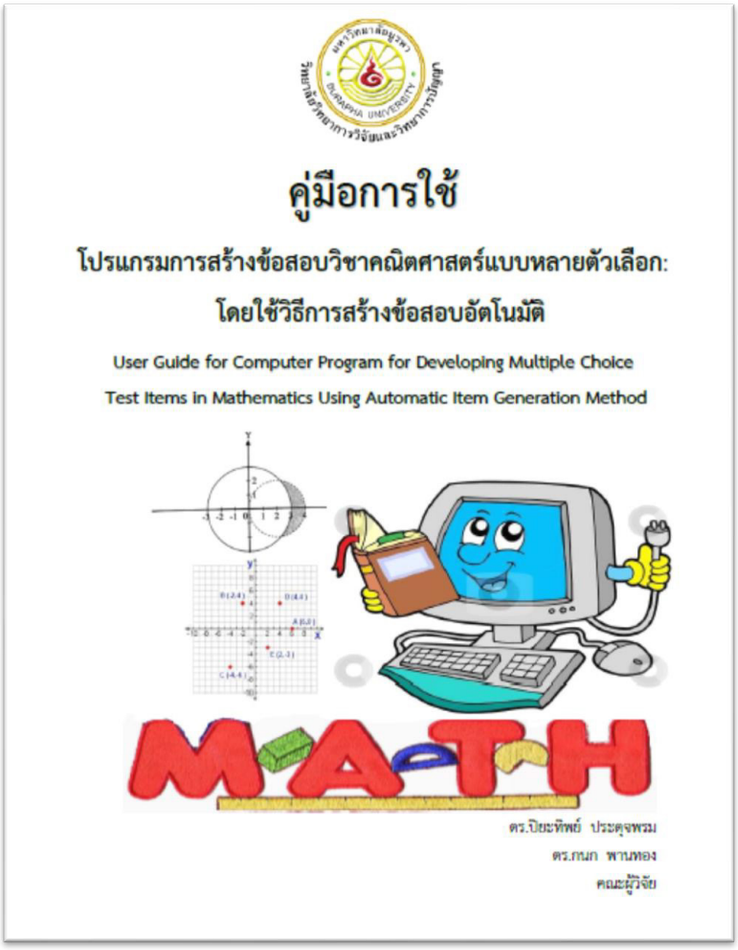
รูปที่ 9 หน้าจอกำหนดคุณสมบัติของการสร้างข้อสอบ

3.1.4 การรายงานผลการสร้างข้อสอบ เป็นส่วนของการรายงานผลการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ซึ่งจะแสดงผลการสร้างข้อสอบเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) เรียกดูข้อสอบ และ 2) ดาวน์โหลดไฟล์ PDF (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 หน้าจอแสดงการรายงานผลการสร้างข้อสอบ

3.1.5 คู่มือการใช้งาน เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดของวิธีการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 หน้าจอคู่มือการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก

ผลการตรวจสอบโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งประเมินความเหมาะสม 4 ด้าน คือ 1) ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม 2) ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม 3) ด้านความถูกต้องในการใช้งานของโปรแกรม และ 4) ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการ	Mean	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม	4.60	0.14	มากที่สุด
2	ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม	4.45	0.33	มาก
3	ด้านความถูกต้องในการใช้งานของโปรแกรม	4.80	0.27	มากที่สุด
4	ด้านความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรม	4.30	0.45	มาก
	รวม	**4.54**	**0.14**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปผลโดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean= 4.54, S.D. = 0.14)

4. การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบ จำนวน 2 ด้าน คือ 1) ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม และ 2) ด้านความถูกต้องในการใช้งานโปรแกรม ซึ่งเป็นครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน โดยประเมินหลังจากทดลองใช้โปรแกรมผ่านทางเว็บไซต์ http://www.aigg-test.com (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์

ลำดับที่	รายการ	Mean	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	ด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม	4.33	0.46	ดี
2	ด้านความถูกต้องในการใช้งานโปรแกรม	4.28	0.58	ดี
	รวม	**4.31**	**0.49**	**ดี**

จากตารางที่ 3 การประเมินความคิดเห็นผู้ทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก สรุปความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี (Mean = 4.31, S.D. = 0.49)

อภิปรายผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดาของข้อสอบ (c) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Xcalibre Version 4.2.2 สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ โดยมีค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ระหว่าง 0.427-1.636 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงยาก มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (a) อยู่ระหว่าง 0.786-2.500 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับที่สามารถจำแนกได้ และค่าโอกาสการเดาของข้อสอบ (c) อยู่ระหว่าง 0.079-0.300 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีค่าการเดาไม่เกิน 0.300 (Urry, 1977)

2. การสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามหลักการทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ และใช้หลักการแบ่งประเภทโมเดลของข้อสอบตามหลักการของ Gierl, et al., (2008) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) โจทย์หรือข้อคำถาม ในส่วนนี้สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ 1.1) องค์ประกอบที่แปรเปลี่ยนได้อย่างอิสระ (Independent Element) 1.2) องค์ประกอบที่แปรเปลี่ยนได้อย่างไม่อิสระ (Dependent Element) 1.3) การผสมกันระหว่างองค์ประกอบที่แปรเปลี่ยนได้อย่างอิสระและแปรเปลี่ยนได้อย่างไม่อิสระ (Mixed Independent/ Dependent Element(s)) และ 1.4) องค์ประกอบค่าคงที่ (Fixed Element) 2) ตัวเลือกของโมเดลข้อสอบ แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ 2.1) ตัวเลือกที่ได้จากการสุ่ม (Randomly Selected Options) 2.2) ตัวเลือกแบบจำกัด (Constrained Options) และ 2.3) ตัวเลือกแบบคงที่ (Fixed Options) ผลจากการสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สอดคล้องกับหลักการของ Gierl, et al., (2008) ซึ่งเกี่ยวกับการจัดประเภทโจทย์ หรือข้อคำถามของโมเดลข้อสอบ และประเภทตัวเลือกของโมเดลข้อสอบ ซึ่งได้โมเดลของข้อสอบต้นแบบ จำนวน 22 ข้อ สำหรับงานวิจัยนี้มีโมเดลของข้อสอบไม่ครบทั้ง 10 รูปแบบ เนื่องจากมีข้อจำกัดของข้อสอบที่คณะผู้วิจัยนำมาใช้

3. การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ในรูปแบบของ Web Application โดยใช้ ASP.NET Framework C# พัฒนาโปรแกรม ใช้ MS SQL เป็นฐานข้อมูล และใช้ Entity Framework เป็นคำสั่งเชื่อมโยงข้อมูลในฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) (Preechapanich, 2014) มีขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 6 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม เป็นขั้นตอน

ที่วิเคราะห์รูปแบบ วัตถุประสงค์ของโปรแกรม รวมทั้งวิเคราะห์แผนผังบริบท (Context Diagram) เพื่อหา Source Destination และการจัดทำผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของโปรแกรมทั้งข้อมูลและการทำงานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) ออกแบบฐานข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ออกแบบลักษณะของข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บลงในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น 3) พัฒนาโปรแกรม เป็นขั้นตอนที่นำรูปแบบโครงสร้างของหน้าจอต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้ และข้อสอบที่วิเคราะห์ไว้แล้ว มาพัฒนาโปรแกรมตามวัตถุประสงค์ 4) ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม เป็นขั้นตอนของการทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการพัฒนา 5) จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม เป็นขั้นตอนที่จัดทำเอกสารการใช้งานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ 6) ประเมินความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน เป็นขั้นตอนการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม

สำหรับการตรวจสอบโปรแกรมจากการทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มี 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ผู้วิจัยตรวจสอบโปรแกรมด้วยตนเอง เพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้น 2) การตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ทางด้านการศึกษา ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านคณิตศาสตร์ ด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท และ 3) การตรวจสอบโปรแกรม โดยผู้ทดลองใช้โปรแกรม เพื่อหาจุดบกพร่องในการใช้โปรแกรม ผู้ทดลองใช้ที่ตรวจสอบโปรแกรมในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งคณะผู้วิจัยได้แก้ไขตามข้อแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทดลองใช้แล้ว

โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้น เป็นโปรแกรมในรูปแบบ Web Application สามารถเข้าใช้งานได้ที่ http://www.aigg-test.com ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้ามาใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบที่ใด เวลาใดก็ได้ รูปแบบโปรแกรมการสร้างข้อสอบ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) การลงทะเบียน เป็นเมนูสำหรับผู้ที่จะเข้าไปลงทะเบียนการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก 2) การสร้างข้อสอบ เป็นเมนูสำหรับการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก 3) การรายงานผลการสร้างข้อสอบ เป็นเมนูสำหรับการรายงานผลการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก และ 4) คู่มือการใช้งาน เป็นเมนูส่วนที่บอกการใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก

การพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ ในการวิจัยครั้งนี้ ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ และครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ทดลองใช้แล้ว ซึ่งได้ประเมินโปรแกรมว่า มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นอกจากนี้ โปรแกรมนี้ยังรองรับการนำไปพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาในส่วนของการเพิ่มโมเดลของข้อสอบต้นแบบ และส่วนรายงานผลการสร้างข้อสอบ

4. การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก คณะผู้วิจัยเลือกวิธีการตรวจสอบความคิดเห็นของครูที่ทดลองใช้โปรแกรม ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 30 คน เนื่องจากการสำรวจความความคิดเห็นเป็นวิธีตรวจสอบข้อบกพร่องของโปรแกรมที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยสำรวจความคิดเห็นในด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม และด้านความถูกต้องในการใช้งานโปรแกรม จากผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ปรากฏว่า ผู้ทดลองใช้โปรแกรมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ทั้งในด้านความสะดวกในการใช้โปรแกรม และด้านความถูกต้องในการใช้งานโปรแกรม ดังนั้น โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ สามารถนำไปใช้งานได้จริง

สรุป

โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ มีค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงยาก สามารถสร้างโมเดลของข้อสอบต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ได้จำนวน 22 ข้อ ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ โดยพัฒนาขึ้นอยู่ในรูปแบบของ Web Application สามารถเข้าใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยเข้าใช้งานได้ที่ http://www.aigg-test.

com โปรแกรมมีความเหมาะสมในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ และประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของโปรแกรมอยู่ในระดับดี เป็นที่พึงพอใจของผู้ทดลองใช้โปรแกรม

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นโปรแกรมในรูปแบบ Web Application (www.aigg-test.com) ซึ่งครูผู้สอน นักเรียน นิสิต/นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปสามารถเข้ามาใช้โปรแกรมนี้ได้สะดวกทุกที่และทุกเวลา ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

2. เป็นแนวทางศึกษาวิธีการพัฒนากระบวนการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปหาคุณภาพก่อนนำไปใช้ เพื่อเป็นการศึกษานำร่องกับโรงเรียนเขตพื้นที่การศึกษา หรือนำไปใช้งานจริงในอนาคต

3. การนำโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ ควรนำโปรแกรมไปทดลองใช้ในบริบทเล็ก ๆ ก่อน เพื่อศึกษาปัญหา และความเหมาะสมของการนำไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีปัญหาแตกต่างกัน ก่อนที่จะนำไปขยายผลต่อไป เช่น ประสิทธิภาพของการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เป็นต้น

4. ครูที่สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถใช้โปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือกนี้ สร้างข้อสอบเพื่อเป็นแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เพื่อให้ครูสามารถพิมพ์ข้อสอบใส่เข้าไปได้เลย เพื่อให้นักเรียนเข้าไปทดสอบออนไลน์และสามารถประมวลผลได้เลย

2. ควรพัฒนาโปรแกรมการสร้างวิชาคณิตศาสตร์แบบหลายตัวเลือก ทุกระดับชั้น โดยการจัดทำข้อสอบให้แยกตามสาระของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ แต่ละระดับชั้น เช่น สาระจำนวน และพีชคณิต เป็นต้น

3. ควรพัฒนาโปรแกรมการสร้างแบบหลายตัวเลือกในรายวิชาอื่น ๆ โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติ เช่น ภาษาอังกฤษ ฟิสิกส์ และเคมี เป็นต้น

4. ควรสร้างข้อสอบต้นแบบของแต่ละเนื้อหาวิชาให้มีรูปแบบหลากหลายมากขึ้น เพื่อจะได้ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการสร้างข้อสอบ โดยใช้วิธีการสร้างข้อสอบอัตโนมัติที่มีจำนวนข้อสอบมากยิ่งขึ้น

References

Breithaupt, K., Ariel, A. A., & Hare, D. R. (2010). Assembling an Inventory of Multistage Adaptive Testing Systems. In: *van der Linden WJ, Glas CAW (eds) Elements of Adaptive Testing.* Springer: New York. pp 247-266.

Gierl, M.J., Zhou, J., & Alves, C. (2008). Developing a taxonomy of item model types to promote assessment engineering. *Journal of Technology, Learning, and Assessment, 7* (2), 1-51.

Gierl, M. J., Lai, H., & Turner, S. (2012). Using automatic item generation to create multiple-choice items for assessments in medical education. *Medical Education, 46*, 757-765.

Gierl, M. J., & Haladyna, T. (Eds.) (2013). *Automatic Item Generation: Theory and Practice.* New York: Routledge.

Lincharoen, U., Artwichai, S., & Chan-in, P. (2009). *Research report: Causal Factors of O-NET Low Scores of Grade 6 and 12 Students.* Bangkok: National Institute of Educational Testing (Public Organization). [in Thai]

Ministry of Education. (2008). *Basic Education Core Curriculum B. E. 2551.* Bangkok: Khurusapha Ladphrao Publisher. [in Thai]

National Institute of Educational Testing Service (Public Organization) NIETS. (2014). *The Development of Testing and Learning Assessment Capacities*. n.p. [in Thai]

Preechapanich, O. (2014). *System Analysis and Design.* Nonthaburi: IDC Premier. [in Thai]

Urry, V. W. (1977). Tailored testing: a successful application of latent trait theory. *Journal of Education Measurement, 14,* 181-196.