

การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมและมีการควบคุมการใช้ข้อสอบสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูล

บุรพา วิถีปัญญา¹

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปณณวิษณุ ไบกุลาลาบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

อนามัย นาอุดม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทความวิจัย

รับต้นฉบับ: 1 ธันวาคม 2563 วันแก้ไข: 3 ธันวาคม 2563 วันตอบรับ: 5 ธันวาคม 2563

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม 2) พัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และ 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไประหว่างวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ พิจารณาจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้คลังข้อสอบโดยพิจารณาจากข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ โดยจำลองค่าความสามารถจริงของผู้สอบ 1,000 ค่า และคลังข้อสอบ 500 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ONE-WAY ANOVA

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมพบว่า โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมที่มีชั้นข้อมูลเข้าจำนวน 20 โหนด ชั้นข้อมูลซ่อน 1 โหนดและชั้นข้อมูลออก 1 โหนด 2) ผลการพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ได้โปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ มีวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด และการยุติการทดสอบด้วยเกณฑ์ค่ามาตรฐานความผิดพลาด (SE) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.40 3) การนำโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) มาใช้ในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูลใช้จำนวนข้อสอบน้อยกว่าวิธีการสุ่ม (R) และวิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI)

คำสำคัญ: การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โครงข่ายประสาทเทียม

¹การติดต่อและการร้องขอบทความนี้ กรุณาส่งถึง บุรพา วิถีปัญญา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม E-mail: burapha087@gmail.com

DEVELOPMENT OF THE NEXT ITEM SELECTION PROCEDURE USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING USING SIMULATED DATA

Burapha Viteepanya¹

Pibulsongkram Rajabhat University

Puanawit Baikularb

Pibulsongkram Rajabhat University

Anamai Na-udom

Naresuan University

Research Article

Received: 1 December 2020 Revised: 3 December 2020 Accepted: 5 December 2020

The purposes of this experimental research were 1) to develop a selection method for the next item using an Artificial Neural Network, 2) to develop a Computer Adaptive Testing using simulation program and 3) to compare the efficiency of three next item selection procedures: 1) Randomize selection (R), 2) Maximum information selection (MI) and 3) Artificial Neural Network selection (ANN) by comparing the efficacy of examinees' ability, considering the Root Mean Square Error (RMSE) and the Average Bias and comparing the efficiency the test item bank by considering the test items through the mock of 1,000 true examinees' abilities and the 500 item bank. The data were analyzed by One-Way ANOVA.

The research findings were as follows. 1) The results of the development of the method for selecting the next item using the neural network were found that the neural network model with 20 nodes of input layer, 1 hidden node and 1 node output layer was obtained. 2) The development of Computer Adaptive Test Simulator achieved; the method for selecting the next item was obtained by using Artificial Neural Network, the ability was estimated by using maximum likelihood estimate, and the test was terminated by using the error standard (SE) criteria of less than or equal to 0.40. 3) When ANN was used in the selection of the next item for the computerized adaptive testing using the data simulation method, it used less test items than applying the randomize selection and the maximum information selection (MI).

Keywords: Next Item Selection, Computerized Adaptive Testing, Artificial Neural Network.

¹Correspondence concerning this article and requests for reprints should be addressed to Burapha Viteepanya
E-mail: burapha087@gmail.com

บทนำ

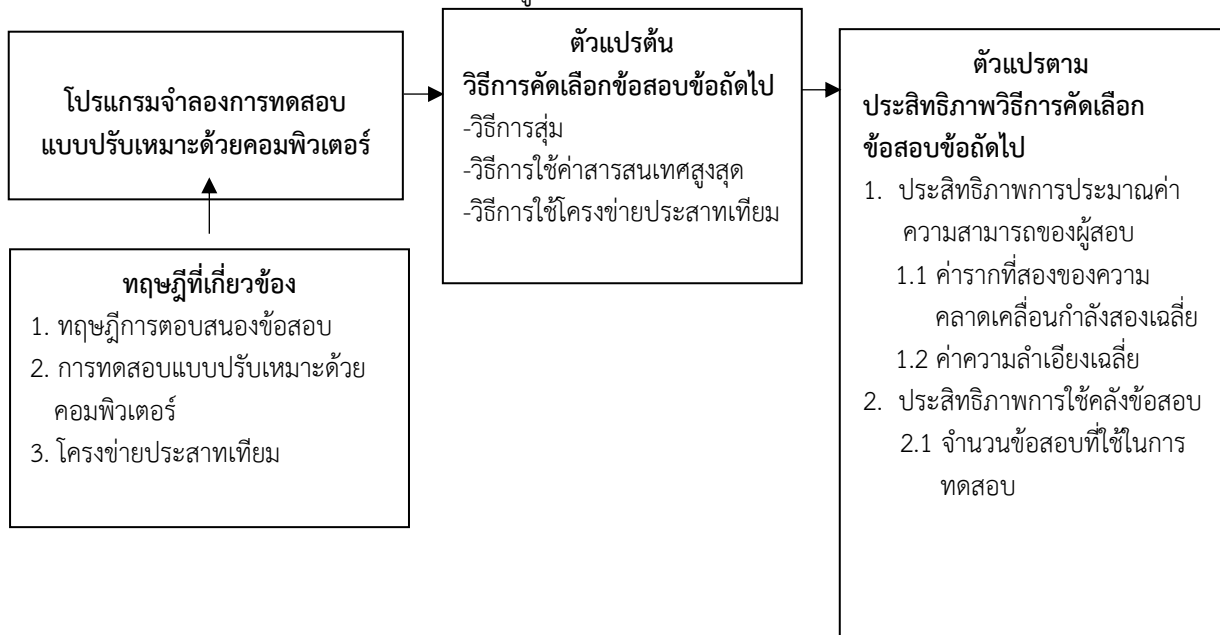
การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Adaptive Testing: CAT) เป็นการทดสอบแนวใหม่ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการทดสอบ โดยผู้สอบจะได้ชุดข้อสอบไม่เหมือนกัน ข้อสอบจะถูกคัดเลือกให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบขณะนั้น สามารถแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างคลังข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกข้อสอบข้อเริ่มต้น ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป ขั้นตอนที่ 4 การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและขั้นตอนที่ 5 เกณฑ์การยุติการทดสอบ การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยข้อสอบจะถูกเลือกมาสร้างเป็นแบบทดสอบ ข้อสอบแต่ละข้อจะเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน (Tailored Test) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 การสร้างสมการเพื่อใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ งานวิจัยกลุ่มนี้จะทำการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลข้อสอบอยู่ในรูปแบบสมการ จากนั้นจะนำสมการที่สร้างขึ้นมาช่วยในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป เช่น การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์, 2556) และการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์ของเฮอร์วีกซ์และการควบคุมการใช้ข้อสอบ (ประพล เปรมทองสุข, 2560) เป็นต้น กลุ่มที่ 2 การใช้วิธีทางปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) โดยจัดการข้อสอบในคลังข้อสอบหรือคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่เหมาะสมที่สุดขณะนั้น ข้อดีของวิธีทางปัญญาประดิษฐ์คือมีความยืดหยุ่นกับปัญหามากกว่า กล่าวคือเมื่อข้อมูลนำเข้ามีการเปลี่ยนแปลงไม่มากปัญญาประดิษฐ์ก็สามารถให้คำตอบที่เหมือนเดิมได้ เช่นการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอานานิคมมดสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (รัชกฤช ธนพัฒน์ดล, 2561)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) เป็นวิธีการหนึ่งในวิธีทางปัญญาประดิษฐ์ใช้เป็นเครื่องมือในการทำให้เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์มีความฉลาด สามารถเรียนรู้ฝึกฝนตนเองได้ โครงข่ายประสาทเทียมเป็นการจำลองการทำงานมาจากสมองมนุษย์ โดยอาศัยการประมวลผลตามสมการคณิตศาสตร์ โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียมหรือโหนดจำนวนมากที่เชื่อมต่อกัน การเชื่อมต่อจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยเรียกว่า ชั้น (Layer) ชั้นแรกจะเป็นชั้นนำเข้าข้อมูลเรียกว่าชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) และชั้นถัดมาเรียกว่าชั้นข้อมูลซ่อน (Hidden Layer) ซึ่งชั้นข้อมูลซ่อนจะมีมากกว่า 1 ชั้นก็ได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของงาน ชั้นสุดท้ายเรียกว่า ชั้นข้อมูลออก (Output Layer) โครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำไปใช้งานเกี่ยวกับการทำนายหรือแบ่งกลุ่มข้อมูล เช่น งานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพของข้าวฮางอกจากลักษณะทางรูปร่าง สีและพื้นผิวด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (จุฬพล อิศระวิสุทธิ, 2561)

การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูล เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมสามารถวิเคราะห์และหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความยืดหยุ่นกับข้อมูลนำเข้า

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูล สามารถเขียนกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไประหว่างวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยตามเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Study) เป็นการออกแบบการทดลองโดยจำลองสถานการณ์เสมือนจริง เนื่องจากผู้วิจัยต้องการตรวจสอบการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจึงจำเป็นต้องกำหนดค่าความสามารถที่แท้จริงไว้ก่อนและดำเนินการทดลองภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาสามารถนำไปอ้างอิงกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เชิงประจักษ์ได้ ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

1. ศึกษาหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โครงข่ายประสาทเทียม ทั้งบทความและงานวิจัยเพื่อค้นหาวิธีการของโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถนำมาใช้พัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron)

3. ศึกษาและวิเคราะห์หลักการวิธีการของคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์หลายวิธี งานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ข้อสอบที่ค่าความยากใกล้เคียงกับค่าประมาณความสามารถ (θ) ขณะนั้นมากที่สุด 5 ข้อ และนำข้อสอบ 5 ข้อที่เลือกมานั้นให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้และคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนก (a) ของแต่ละข้อ

4. การเลือกใช้ชุดข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้และทดสอบหาโมเดลโครงข่ายประสาทเทียม ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมภาษาไพธอน บันทึกข้อมูลในการคัดเลือกข้อสอบไว้เป็นเท็กไฟล์โดยให้โปรแกรมสุ่มคัดเลือกข้อสอบจากค่าความยากของข้อสอบที่ใกล้เคียงกับค่าประมาณความสามารถขณะนั้น และนำข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) ใกล้เคียงกับค่าประมาณความสามารถขณะนั้นมากที่สุดมา 5 ข้อ แล้วใช้โปรแกรมสุ่มเลือกข้อสอบอีกครั้งจากค่าอำนาจจำแนก(a) และใช้ค่าอำนาจจำแนก (a) ที่ได้เป็นข้อสอบข้อถัดไป เก็บค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ 5 ข้อและค่าอำนาจจำแนก (a) ที่สุ่มได้เป็นเท็กไฟล์ได้ชุดข้อมูล 21197 ชุดเพื่อใช้ในการเรียนรู้และทดสอบโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมที่จะนำไปใช้ต่อไป

5. จากเท็กไฟล์ที่เก็บชุดข้อมูลในการเรียนรู้ แปลเป็นไฟล์ชนิด arff เพื่อให้โปรแกรม Weka ทำการสอนโครงข่ายประสาทเทียมและปรับโมเดลให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุด โดยแบ่งข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ (Training Data) จำนวน 80% และข้อมูลเพื่อการทดสอบ (Testing Data) 20% ทำการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการเรียนรู้ ค่าโมเมนตัม และจำนวนโหนดในชั้นข้อมูลซ่อนจาก 1 โหนดถึง 4 โหนดจากการทดลองได้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียม 20-1-1 โดยมีค่าอัตราการเรียนรู้ 0.02 ค่าโมเมนตัม 0.1

6. นำโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้มาสร้างเป็นฟังก์ชันในโปรแกรมคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

1. วิเคราะห์ปัญหา จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 ต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและประสิทธิภาพของการใช้คลังข้อสอบของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) ฉะนั้นตัวแปรต้นมี 1 ตัว ได้แก่ วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป มี 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) ตัวแปรตามมี 3 ตัว ได้แก่ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) และจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ

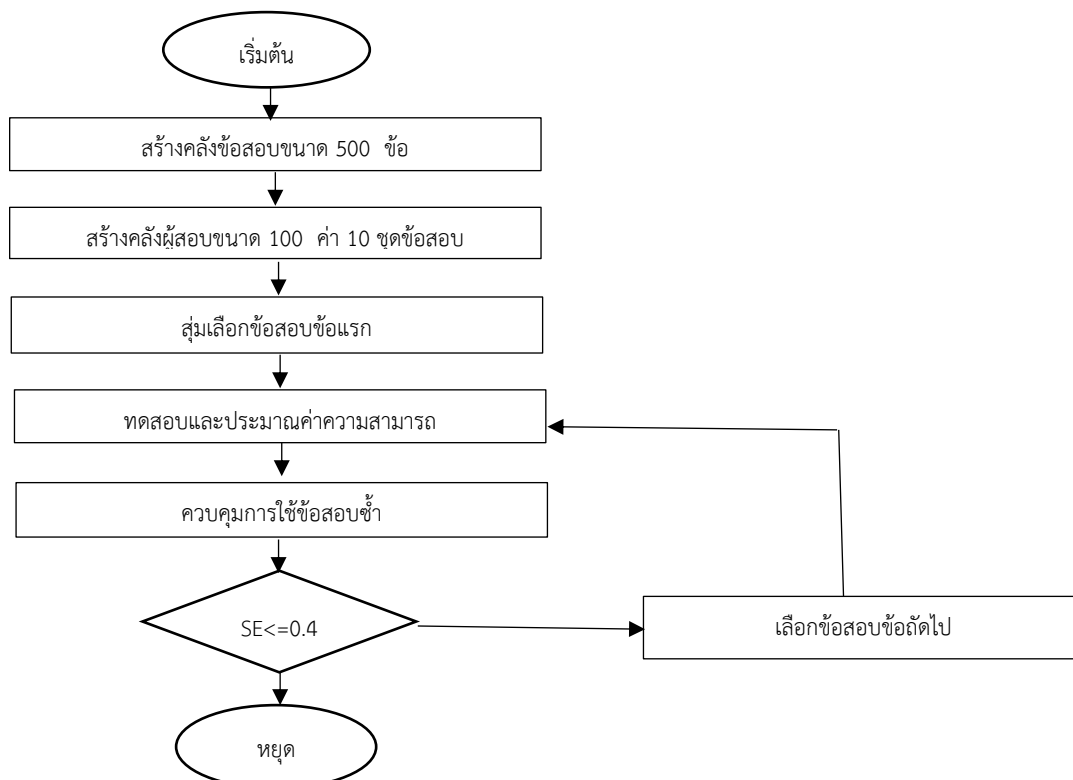
2. พัฒนาค้างข้อสอบจำลอง คลังข้อสอบจำลองสร้างขึ้นตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) โดยเลือกใช้โมเดลโลจิสติกแบบ 4 พารามิเตอร์ (Four-Parameter Logistic Model: 4PL) ซึ่งเป็นโมเดลแสดงความน่าจะเป็นของผู้สอบที่มีค่าความสามารถ (θ) ประกอบด้วยค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) ค่าโอกาสการเดาข้อสอบได้ถูกต้อง (c) และค่าความสะเพร่าและอื่นๆ (d) เขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 1 (Magis: 2013)

$$P(X_i = 1|\theta) = c_i + \frac{d_i - c_i}{1 + e^{-a_i(\theta - b)}} \quad (1)$$

คลังข้อสอบที่สร้างขึ้นจะประกอบเป็นแถวและคอลัมน์ คอลัมน์แรกคือ ค่าอำนาจจำแนก (a) มีค่าอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 2.50 คอลัมน์ที่สองคือค่าความยาก (b) มีค่าอยู่ในช่วง -4.00 ถึง 4.00 คอลัมน์ที่ 3 คือค่าโอกาสการเดาข้อสอบได้ถูกต้อง (c) มีค่าอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.30 และคอลัมน์ที่ 4 คือค่าความสะเพร่าและอื่นๆ (d) มีค่าอยู่ในช่วง 0.94 ถึง 1.00 ในการวิจัยครั้งนี้จำลองคลังข้อสอบขนาด 500 ข้อ

3. จำลองค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ (θ) โดยใช้โปรแกรมภาษาไพธอนสร้างข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 มีค่าอยู่ในช่วง -4.00 ถึง 4.00 จำนวน 10 ชุด ชุดละ 100 ค่า รวมใช้ค่าความสามารถที่แท้จริง 1000 ค่า

4. การพัฒนาโปรแกรมจะใช้หลักการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) โดยใช้ภาษาไพธอนรุ่น 3.8 เรียกใช้โมดูล catsim รุ่น 0.15.5 ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 10 กำหนดคลังข้อสอบขนาด 500 ข้อ โดยแบ่งทำการทดลอง 10 รอบในแต่ละรอบจะสร้างคลังผู้สอบ 100 คน แต่ละคนจะจำลองทำการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยคลังข้อสอบชุดเดียวกัน 3 รอบ รอบแรกคัดเลือกข้อสอบโดยใช้วิธีสุ่ม (R) รอบสองคัดเลือกข้อสอบโดยใช้วิธีค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และรอบที่สามคัดเลือกข้อสอบโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) จำลองสถานการณ์คัดเลือกข้อสอบข้อแรกโดยวิธีการสุ่มเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ในระหว่าง -4.00 ถึง 4.00 จำลองค่าการตอบข้อสอบโดยการสุ่ม ถ้าสุ่มได้ 1 หมายถึงตอบถูก สุ่มได้ 0 หมายถึงตอบผิด นำผลการตอบมาประมาณค่าความสามารถ ($\hat{\theta}$) ควบคุมการใช้ข้อสอบซ้ำ ในการสร้างคลังข้อสอบจะเพิ่มคอลัมน์ที่ 5 เพื่อเก็บสถิติการใช้ข้อสอบ กล่าวคือเมื่อข้อสอบถูกเรียกใช้ 1 ครั้งจะเพิ่มค่า 1 ครั้งและจะนำค่าในคอลัมน์ที่ 5 ไปเปรียบเทียบกับข้อกำหนดของโปรแกรมว่า ตั้งค่าอัตราการใช้ข้อสอบซ้ำไว้ไม่เกินเท่าไร เช่น 20% หรือ 30% ถ้าข้อสอบถูกใช้เกินเกณฑ์ที่กำหนดข้อสอบข้อนั้นจะถูกพักไม่ให้นำมาใช้อีก ในงานวิจัยนี้ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 30% ถ้าข้อสอบใดเกินเกณฑ์ 30% จะถูกพักและจะไม่นำมาใช้อีก ตรวจสอบเกณฑ์การยุติการทดสอบโดยเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error : SE) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.40 จะทำหยุดทำการทดสอบ แต่ถ้ามากกว่า 0.40 ทำการทดสอบต่อไป แสดงวงรอบการทำงานดังภาพ 2



ภาพ 2 ขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยวิธีการจำลองข้อมูล

5. ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยวิธีการจำลองข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ป้อนเข้าและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ออกมา และนำกลับไปแก้ไขปรับปรุงให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไประหว่างวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ

1. ตัวแปร ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป มี 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN)

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยพิจารณาจากค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) และ 2) ประสิทธิภาพของการใช้คลังข้อสอบโดยพิจารณาจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ

2. จำลองค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ โดยการสุ่มแบบแจกแจงปกติจำนวน 10 ชุด แต่ละชุดมีจำนวน 100 ค่า ทำการทดลองที่ละชุดด้วยคลังข้อสอบชุดเดียวกันและบันทึก ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) และจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ โดยมีวงรอบดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างคลังข้อสอบ สามารถสุ่มสร้างข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 4 พารามิเตอร์ จำนวน 500 ข้อ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างคลังผู้สอบที่ค่าความสามารถจริง (θ) โดยสุ่มข้อมูลจากเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ $N(0,1)$ แบ่งเป็น 10 ชุดๆละ 100 ค่ารวมเป็นจำนวน 1,000 ค่า

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มเลือกข้อสอบข้อแรก ค่าความยาก -4.00 ถึง 4.00 ทำการทดสอบ และประมาณค่าความสามารถ ($\hat{\theta}$) เริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 4 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป ประกอบด้วย 3 วิธีการ ดังนี้ วิธีใช้การสุ่ม (R) วิธีใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN)

ขั้นตอนที่ 5 ทำการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยซึ่งเลือกใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation)

ขั้นตอนที่ 6 เกณฑ์การยุติการทดสอบ ยุติการทดสอบเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4 ถ้ายังไม่เข้าเงื่อนไขการหยุดกลับไปเริ่มขั้นตอนที่ 4

3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าเฉลี่ยของค่าความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) หาค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บและรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. โปรแกรม Weka Version 3.8 ใช้ในการทดลองหาค่าโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป

2. โปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นในการจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปทั้ง 3 วิธีได้แก่ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ

3. โปรแกรม IBM SPSS Statistics Version 22 ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวน One – Way ANOVA

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ได้แก่ สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) วิเคราะห์ความแปรปรวน One – Way ANOVA ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ดังสมการที่ 2 และค่าความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) ดังสมการที่ 3

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (\theta_j - \hat{\theta}_j)^2} \quad (2)$$

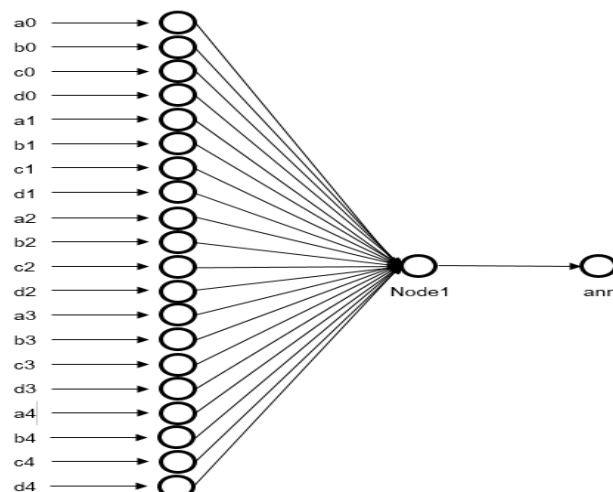
$$AverageBias = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (\theta_j - \hat{\theta}_j) \quad (3)$$

โดย	n	คือ	จำนวนผู้สอบ
	$\hat{\theta}_j$	คือ	ค่าประมาณความสามารถของผู้สอบ
	θ_j	คือ	ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถแสดงผลได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ผลการพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ปรากฏว่าได้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมที่มีชั้นข้อมูลเข้าจำนวน 20 โหนด ได้แก่ a0, b0, c0, d0, a1, b1, c1, d1, a2, b2, c2, d2, a3, b3, c3, d3, a4, b4, c4, d4 ชั้นข้อมูลซ่อน 1 โหนดคือ Node1 และชั้นข้อมูลออก 1 โหนดหรือ ann ดังภาพ 3



ภาพ 3 โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมใช้เลือกข้อสอบข้อถัดไป

จากโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้เลือกข้อสอบข้อถัดไปสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถเขียนเป็นสมการเพื่อใช้ในฟังก์ชันคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปด้วยภาษาไพธอนได้ดังนี้

```
Node1=-0.32397421637523466+a0*-1.0142942802491244+b0*0.07953386907173828
+c0*-0.014627512175147335+d0*-0.01136741135120162+a1*-0.9080942956266568
+b1*-0.47706283833116714+c1*-5.653634473769305+d1*0.019888344709137782
+a2*-1.1422023962463526+b2*0.46252754594178463+c2*0.008311801028488342
+d2*-0.010097337789936845+a3*-0.926866509646422+b3*0.08216782106672446
+c3*-0.04057200284435315+d3*-0.007712570123231801+a4*-0.9473909439687064
+b4*-0.12286196002937522+c4*0.01954765788822054+d4*0.008011675153971812
ann=0.22538624453043474+Node1*-0.7365851093346858
```

2. ผลการพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

ผลการพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ได้โปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างคลังข้อสอบ สามารถสุ่มสร้างข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 4 พารามิเตอร์ จำนวน 500 ข้อ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างคลังผู้สอบที่ค่าความสามารถจริง (θ) โดยสุ่มข้อมูลจากเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ $N(0,1)$ แบ่งเป็น 10 ชุดๆละ 100 ค่ารวมเป็นจำนวน 1,000 ค่า

ขั้นตอนที่ 3 สุ่มเลือกข้อสอบข้อแรกสำหรับการเริ่มต้นการทดสอบ ค่าความยาก -4.00 ถึง 4.00 ทำการทดสอบ และประมาณค่าความสามารถเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 4 ทำการประมาณค่าความสามารถ ($\hat{\theta}$) ของผู้สอบด้วย ซึ่งเลือกใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation)

ขั้นตอนที่ 5) ควบคุมการใช้ข้อสอบซ้ำ ในการสร้างคลังข้อสอบจะเพิ่มคอลัมน์ที่ 5 เพื่อเก็บสถิติการใช้ข้อสอบ กล่าวคือเมื่อข้อสอบถูกเรียกใช้ 1 ครั้งจะเพิ่มค่า 1 ครั้งและจะนำค่าในคอลัมน์ที่ 5 ไปเปรียบเทียบกับข้อกำหนดของโปรแกรมว่า ตั้งค่าอัตราการใช้ข้อสอบซ้ำไว้ไม่เกินเท่าไร เช่น 20% หรือ 30% ถ้าข้อสอบถูกใช้เกินเกณฑ์ที่กำหนดข้อสอบข้อนั้นจะถูกพักไม่ให้นำมาใช้อีก ในงานวิจัยนี้ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 30% ถ้าข้อสอบใดเกินเกณฑ์ 30% จะถูกพักและจะไม่นำมาใช้อีก

ขั้นตอนที่ 6 เกณฑ์การยุติการทดสอบ ยุติการทดสอบเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4 ถ้ายังไม่เข้าเงื่อนไขการหยุดให้กลับไปเริ่มขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 7 การคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป ประกอบด้วย 3 วิธีการ ดังนี้ วิธีใช้การสุ่ม (R) วิธีใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN)

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไประหว่างวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ วิธีการสุ่ม (R) วิธีใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ

3.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ผู้วิจัยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน One – Way ANOVA พิจารณาค่าเฉลี่ยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลได้ดังตาราง 1 และตาราง 2

ตาราง 1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบตามวิธีการคัดเลือกข้อสอบ
ข้อถัดไปโดยพิจารณาการากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

วิธีการคัดเลือกข้อสอบ	จำนวน ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย RMSE	F	Sig.
วิธีการสุ่ม (R)	1000	0.3859		
วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI)	1000	1.0199	17914.44	0.00
วิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN)	1000	1.0634		

จากตาราง 1 วิธีคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) (1.0634) มีความแม่นยำของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าวิธีการสุ่ม (R) (0.3859) และวิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) (1.0199) โดยพิจารณาการากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประมาณค่าความสามารถตามวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดย
พิจารณาความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias)

วิธีการคัดเลือกข้อสอบ	จำนวน ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย Average Bias	F	Sig.
วิธีการสุ่ม (R)	1000	0.0273		
วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI)	1000	-0.3812	6953.95	0.00
วิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN)	1000	0.0156		

จากตาราง 2 วิธีคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) (0.0156) มีความถูกต้องของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมากกว่าวิธีการสุ่ม (R) (0.0273) และวิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) (-0.3812) โดยพิจารณาความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ โดยใช้ One – Way Anova จำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านการใช้คลังข้อสอบ

วิธีการคัดเลือกข้อสอบ	ตัวอย่าง	มัธยฐาน	M	F	Sig.
วิธีการสุ่ม (R)	1000	26	34.31		
วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI)	1000	18	20.02	99.38	0.00
วิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN)	1000	12	18.27		

จากตาราง 3 วิธีคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) (18.27) มีประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบมากกว่าวิธีการสุ่ม (R) (34.31) และวิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) (20.02) โดยพิจารณาจากจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม 2) พัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และ 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไประหว่างวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่า

สารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ ผู้วิจัยได้สรุปและอภิปรายผลการวิจัยเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

การนำโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งเป็นสาขาหนึ่งในปัญญาประดิษฐ์ มาใช้ในการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเมื่อผู้สอบตอบข้อสอบแล้วจะทำการประมาณค่าความสามารถขณะนั้น และนำค่าความสามารถขณะนั้นไปเทียบหาข้อสอบที่มีค่าความยาก (b) ของข้อสอบใกล้เคียงกับค่าประมาณความสามารถ (θ) นั้นที่สุดมา 5 ข้อ นำข้อสอบ 5 ข้อผ่านโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นประกอบด้วยชั้นข้อมูลเข้า 20 โหนด ชั้นข้อมูลซ่อน 1 โหนด และชั้นข้อมูลออก 1 โหนด และให้โครงข่ายประสาทเทียมทำการประมาณค่าหรือทำการทำนายข้อสอบที่จะใช้ทดสอบต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุมพล อิศระวิสถ์ (2561) ที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบออกจากลักษณะทางรูปร่างสีและพื้นผิว

2. การพัฒนาโปรแกรมจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรมการจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในการวิจัยนี้ ใช้โปรแกรมภาษาไพธอน (Python) ในการพัฒนาโปรแกรม ทำงานในโหมดข้อความบนระบบปฏิบัติการ Windows 10 ตามหลักการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ใช้โมดูล catsim 0.15.5 ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน โดยการจำลองข้อสอบในคลังข้อสอบ 500 ข้อ ข้อสอบเป็นแบบ 4 พารามิเตอร์ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 2.50 ค่าความยาก อยู่ระหว่าง -4.00 ถึง 4.00 ค่าในการเดาข้อสอบได้ถูกต้อง (c) อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.30 และค่าความสะเพร่าและอื่นๆ (d) อยู่ระหว่าง 0.94 ถึง 1.00 จำลองผู้สอบมีความสามารถ (θ) อยู่ในระหว่าง -4.00 ถึง 4.00 โปรแกรมสามารถรับค่าขนาดของคลังข้อสอบและขนาดของผู้สอบได้ โดยผู้สอบแต่ละคนจะทำการทดสอบ 3 รอบ แต่ละรอบจะมีวิธีการคัดเลือกข้อสอบ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสุ่ม วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จแล้วจะสร้างไฟล์เก็บข้อมูลคลังข้อสอบ ไฟล์เก็บข้อมูลผู้สอบ และไฟล์เก็บข้อมูลของผู้สอบทั้ง 3 วิธีคัดเลือกข้อสอบ และรายงานสรุปค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ค่าความลำเอียง (Average Bias) และจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชกฤษ ธนพัฒน์ (2561) ที่ได้พัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอานานิคมมดสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไประหว่างวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้ วิธีการสุ่ม (R) วิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) และวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและประสิทธิภาพด้านการใช้คลังข้อสอบ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการประมาณค่าความสามารถ วิธีการคัดเลือกข้อสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมดีกว่าแบบใช้วิธีการสุ่มและแบบใช้ค่าสารสนเทศ อาจจะเป็นเพราะว่า โครงข่ายประสาทเทียมสามารถประมาณค่าและทำนายข้อสอบที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขหรือขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ โดยไม่ได้ใช้ค่าสารสนเทศของข้อสอบหรือค่าประมาณความสามารถ (θ) ขณะนั้นใช้

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ข้อสอบวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสุ่ม (R) และวิธีการใช้ค่าสารสนเทศสูงสุด (MI) โดยดูจากจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบน้อยกว่า อาจจะเนื่องเพราะว่าการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) สามารถทำการเลือกข้อสอบได้ยืดหยุ่นกว่าวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้การสุ่มและวิธีใช้ค่าสารสนเทศ

สูงสุด (MI) สอดคล้องกับงานวิจัยของโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2556) ที่ได้พัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการใช้งาน

1. สามารถนำโปรแกรมไปจำลองการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ก่อนที่จะมีการทดสอบจริง

2. จากการทดลองคลังข้อสอบขนาดใหญ่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการประมาณค่า

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผู้สอบกับคลังข้อสอบที่มีขนาดต่าง ๆ กัน
2. ควรมีการใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์กับคลังข้อสอบที่มีการเก็บข้อสอบแบ่งตามช่วงชั้นค่าความยาก หรือช่วงชั้นตามค่าอำนาจจำแนก

3. ควรนำค่าประมาณความสามารถ (θ) ค่ายุติการทดสอบ มาใช้ร่วมกับพารามิเตอร์ของข้อสอบในโมเดลวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

เอกสารอ้างอิง

- จุมพล อิศระวิสุทธิ. (2561). การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบจากลักษณะทางรูปร่าง สีและพื้นผิวด้วยโครงข่ายประสาทเทียม. ปริญญา ปร.ด. (สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์). บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประพล เปรมทองสุข. (2560). การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้เกณฑ์ของเฮอร์วาร์ดซ์และมีการควบคุมการใช้ข้อสอบ สำหรับทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์. ดุษฎีนิพนธ์ ปร.ด. (สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา). วิทยาลัยการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา.
- รัชกฤษ ธนพัฒน์ดล. (2561). การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปโดยใช้วิธีอำนาจนิยม สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. (สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา). วิทยาลัยการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา.
- โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์. (2556). การพัฒนาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ทฤษฎีการตัดสินใจ. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. (สาขาวิชาการวัดและเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญา). วิทยาลัยการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Magis, D., & Raiche, G. (2012). Random Generation of Response Patterns under Computerized Adaptive Testing with the R Package catR. *Journal of Statistical Software*, 48(8), 1-31.