การออกแบบแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับบนฐานการรู้คิดของผู้เรียนในการเรียนรู้ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

ชูศักดิ์ ยาทองไชย* ธรา อั่งสกุล และจิติมนต์ อั่งสกุล

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมือง นครราชสีมา 30000
*E-mail: y_chusak@yahoo.com

รับบทความ: 15 กุมภาพันธ์ 2561 ยอมรับตีพิมพ์: 15 พฤษภาคม 2561

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ในระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา โดยใช้เนื้อหาภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างเป็นกรณีศึกษา บทความนี้ได้เสนอแนวทางการให้ผลป้อนกลับ 2 ด้าน คือ การคิดและการรู้คิด ในด้านการคิด ได้กำหนดรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่หลากหลายมีทั้งหมด 5 รูปแบบจากผลป้อนกลับ 4 ประเภท โดยใช้กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบคงที่ 3 รูปแบบ คือ บอกความถูกต้องของคำตอบ บอกตำแหน่งที่ผิด และบอกเป็นนัย และกลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบปรับตัว 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการให้ผลป้อนกลับตามลำดับ ได้แก่ บอกความถูกต้องของคำตอบ บอกตำแหน่งที่ผิด บอกเป็นนัย และบอกผลเฉลย โดยแต่ละโจทย์ปัญหาเริ่มต้นจากลำดับที่ 1 และรูปแบบให้ผลป้อนกลับ ตามลำดับ โดยลำดับเริ่มต้นของแต่ละโจทย์ปัญหาจะได้มาจากผลการแก้ไขโจทย์ปัญหาในข้อก่อนหน้านี้ ส่วนในด้านการรู้คิดได้ใช้คำถามสะท้อนการรู้คิดของผู้เรียน การสร้างแบบจำลองนี้ใช้ปัจจัยนำเข้าเกี่ยวกับการรู้คิด 4 ปัจจัย คือ ความเข้าใจในโจทย์ปัญหา ความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียน ความมั่นใจในคำตอบ และความยากของโจทย์ปัญหา มีปัจจัยวิเคราะห์ประสิทธิภาพ 2 ปัจจัย คือ ระดับความพยายาม และเวลาที่ใช้แก้ปัญหา โดยแบบจำลองอยู่ในรูปของกฎที่มีจำนวน 33 กฎ ที่เป็นทางเลือกในการกำหนดรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่เหมาะสมตามการรู้คิดของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านการคิดและการรู้คิด ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองมีค่าความแม่นเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.91 ส่วนค่าความเที่ยง ค่าความระลึก และค่าประสิทธิภาพโดยรวมมีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของทุกค่าเท่ากัน คือ 0.77

คำสำคัญ: การให้ผลป้อนกลับ การรู้คิด ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

A Design of a Feedback Model based on Student Metacognition in Learning Structured Query Language

Chusak Yathongchai*, Thara Angskun and Jitimon Angskun

School of Information Technology, Suranaree University of Technology,
Muang, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand
*E-mail: y_chusak@yahoo.com

Received: 15 February 2017 Accepted: 15 May 2018

Abstract

The purpose of this research aimed to design a feedback model based on student metacognition. The design would be incorporated in an intelligent tutoring system using a problem–solving approach. Structured Query Language (SQL) teaching was used as a case study for the problem–solving approach. This research proposed feedback guidelines in both cognitive and metacognitive functions. Regarding the cognitive function, five feedback strategies with four feedback types were determined. Three out of five were non–adaptive strategies called knowledge of the results, error flagging, and hints. The other two were adaptive strategies. One provided feedback in sequence of knowledge of the results, error flagging, hints, and knowledge of correct response. The other provided feedback in sequence based on results from the previous problem–solving. Regarding the metacognitive function, the reflective questions were used to reflect metacognition of students. The designed model employed the four metacognitive factors as inputs. They were the learner's perception of the problem understanding; the learner's perception of the problem difficulty level; the confidence of answer; and the problem difficulty level. The effort level and time to solve the problem were factors used to determine the feedback strategies. There were thirty–three rules in the model used to decide the appropriate feedback strategies based on students' metacognition. The model had potential to improve students both in terms of cognition and metacognition. The evaluation results indicated that the model had 0.91 of the weighted average of accuracy and 0.77 of the weighted average of precision, recall, and f-measure.

Keywords: Feedback, Metacognition, Intelligent tutoring system, SQL

บทนำ

สังคมโลกปัจจุบันเป็นสังคมแห่งเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ประเทศที่มีความพร้อมทั้งประชากรและทรัพยากรย่อมมีความได้เปรียบ การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีแต่เพียงความรู้จึงไม่เพียงพอที่จะใช้ในการแข่งขัน สร้างงาน สร้างอาชีพ เพื่อยืนหยัดได้อย่างมั่นคงในสังคม และไม่สามารถที่จะพัฒนาประเทศชาติให้มีความเจริญก้าวหน้าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกได้ จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกในปัจจุบัน นำไปสู่ทิศทางของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะทั้งในด้านการคิด และการรู้คิด

ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ (intelligent tutoring system, ITS) เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญและทันสมัย อีกทั้งยังเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ ในการวิจัยด้านระบบการสอนเสริมอัจฉริยะนั้น มีการนำเทคนิคและวิธีการพัฒนาระบบที่สนับสนุนต่อการปรับตัวสำหรับการแก้ปัญหาของผู้เรียนด้วยปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นการพัฒนาทักษะทางด้านความคิดความเข้าใจในการเรียนรู้ (cognition) และการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองที่เป็นการรู้คิด (metacognition) ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้และจดจำได้มากที่สุด (Schraw and Dennison, 1994) ในปัจจุบันได้มีการนำระบบการสอนเสริมอัจฉริยะมาเพื่อใช้เป็นสื่อเสริมสำหรับเนื้อหาการฝึกปฏิบัติในชั้นเรียน โดยนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการฝึกทักษะสู่ผู้เรียน ซึ่งเหมือนเป็นผู้ช่วยนอกห้องเรียนและเป็นส่วนเติมเต็มของการเรียนการสอนที่มีอยู่ด้วยการนำเสนอความรู้ที่ขาดหายและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะโดยอัตโนมัติ ซึ่งมีการนำทฤษฎีของการเรียนรู้สมัยใหม่ที่เน้นบทบาทของผู้เรียนมาใช้ โดยให้ความสำคัญกับการฝึกปฏิบัติ และการให้ผลป้อนกลับ (feedback) ในระหว่างการเรียนรู้ (Kirschner, Sweller and Clark, 2006) ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ความชำนาญ ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาความรู้นั้นจากการศึกษาด้วยตนเอง

ผลป้อนกลับเป็นสารสนเทศที่ผู้เรียนได้รับจากระบบหลังจากที่ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อระบบ ซึ่งบอกให้ผู้เรียนทราบถึงสถานะที่แท้จริงของการเรียนรู้ หรือประสิทธิภาพของการทำงานเพื่อควบคุมกระบวนการดำเนินงานในสิ่งที่พยายามเรียนรู้ให้ไปสู่มาตรฐานของการเรียนรู้ (Narciss, 2008) ผลป้อนกลับจึงเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยอาจให้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขวิธีการที่ไม่เหมาะสมกับการดำเนินงาน กระบวนการดำเนินงานที่ผิดพลาด หรือความเข้าใจผิดในสิ่งที่เรียนรู้ (Narciss and Huth, 2004) ผลป้อนกลับที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและมีความพยายามที่จะเรียนรู้ ทำให้ได้รับความรู้ทักษะ ความเข้าใจ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยลง

ทักษะความคิดที่จำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนแต่ละคน คือ ความคิดอภิปัญญาหรือการรู้คิด (metacognition) ซึ่งหมายถึง การคิดเกี่ยวกับการคิดของตนเอง และเป็นการรู้ในกระบวนการคิดของตนเองว่าตนเองคิดอย่างไร โดยมีการวางแผนและทบทวนความคิดของตนเองอย่างมีขั้นตอน และถ่ายทอดความคิดออกมาผ่านการพูดหรือการกระทำ เพื่อ

ให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (Samtia, 2551) การรู้คิดเป็นความคิดระดับสูงที่มีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการเรียน (learn how to learn) และเรียนรู้วิธีการคิด (learn how to think) หากผู้เรียนมีการรู้คิดแล้ว จะทำให้ผู้เรียนคิดเป็น และใช้กระบวนการคิดนั้นในการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้เป็นอย่างดี มีความสามารถในการทำงานให้ประสบผลสำเร็จและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดชีวิต

ลักษณะการเรียนการสอนภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง คือ การบรรยายและสาธิตให้ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบและลักษณะการใช้งานคำสั่งของภาษา จากนั้นให้ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติตามโจทย์ปัญหาโดยมีผู้สอนดูแลและให้คำแนะนำในการปฏิบัติ และอาจมีแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพิ่มเติมนอกห้องเรียน (Dekeyser, Raadt and Lee, 2007; Mitrovic, 1998; Seyed–Abbassi, 1993) จากการเรียนการสอนที่ผ่านมาพบปัญหาคือ ผู้เรียนมีทักษะ ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาไม่เพียงพอ และไม่สามารถคิดประยุกต์เพื่อนำไปใช้ได้เท่าที่ควร อาจมาจากสาเหตุของเวลาในการเรียนจำกัด จำนวนผู้เรียนมีกลุ่มใหญ่ทำให้การฝึกปฏิบัติไม่เพียงพอและผู้สอนดูแลได้ไม่ทั่วถึง นอกจากนี้ยังขาดการให้คำแนะนำในระหว่างการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง หรือขาดการแจ้งข้อผิดพลาดเหมือนเช่นการปฏิบัติภายใต้การดูแลของผู้สอน อีกทั้งข้อผิดพลาดของคำสั่งที่แจ้งจากระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลยังจำกัดเฉพาะความผิดพลาดในเชิงไวยากรณ์ ซึ่งยังไม่เพียงพอที่จะช่วยเหลือให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติที่ถูกต้องจนเกิดความเข้าใจได้

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบและประเมินผลแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ร่วมกับระบบการสอนเสริมอัจฉริยะที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (problem–solving approach) กรณีศึกษาการสอนเสริมเพื่อฝึกทักษะการใช้ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง โดยมีรูปแบบการเรียนรู้ คือ กำหนดโจทย์ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ไขและให้ผลป้อนกลับทั้งในด้านการคิด และการรู้คิด โดยผลป้อนกลับในด้านการคิดนั้นจะเป็นสารสนเทศเกี่ยวกับข้อผิดพลาดของคำตอบของผู้เรียนและคำแนะนำที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนใช้ประกอบในการแก้ไขโจทย์ปัญหา ส่วนผลป้อนกลับในด้านการรู้คิดนั้นจะเป็นคำถามสะท้อนการรู้คิด เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในด้านการรู้คิดเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนรู้

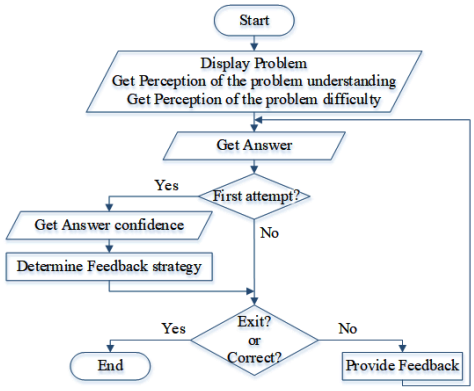
วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน มีกระบวนการที่สำคัญ 4 กระบวนการ ได้แก่ ออกแบบขั้นตอนการให้ผลป้อนกลับ ออกแบบรูปแบบการให้ผลป้อนกลับ ออกแบบกระบวนการในการสร้างแบบจำลอง และออกแบบและพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

1. ออกแบบขั้นตอนการให้ผลป้อนกลับ

ขั้นตอนการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน เริ่มตั้งแต่การนำเสนอโจทย์ปัญหา การรับข้อมูลส่วนนำเข้าทั้งหมด การเลือกรูปแบบการให้ผลป้อนกลับโดยใช้แบบจำลอง และการให้ผลป้อนกลับ ดังในภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 ผังการทำงานของระบบ

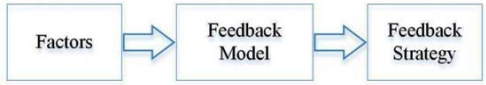


ภาพที่ 1 ผังขั้นตอนการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน

เริ่มจากระบบแสดงโจทย์ปัญหา พร้อมกับคำถามถึงความเข้าใจในโจทย์ปัญหาแบบเลือกคำตอบเพื่อสะท้อนการรู้คิด และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความตระหนักในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบ และคำถามถึงระดับความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียนแบบเลือกคำตอบเช่นกัน เพื่อกระตุ้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้มาใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขโจทย์ปัญหา (Gama, 2004) ซึ่งทั้ง 2 คำถามจะให้ผู้เรียนตอบเพียงครั้งแรกครั้งเดียวในแต่ละโจทย์ปัญหา จากนั้นจึงให้ผู้เรียนสร้างคำตอบได้ และแสดงคำถามถึงความมั่นใจในความถูกต้องของคำตอบแบบเลือกคำตอบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความตระหนักในการตอบโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบและรู้จักประเมินตนเอง (Soldato and Boulay, 1995) หลังจากผู้เรียนส่งคำตอบเข้าสู่ระบบพร้อมกับตัวเลือกทั้งหมดแล้ว ระบบจะตรวจคำตอบของผู้เรียน หากพบว่าคำตอบนั้นมีข้อผิดพลาด ถ้าเป็นการส่งคำตอบในครั้งแรก ระบบจะเลือกรูปแบบการให้ผลป้อนกลับตามแบบจำลองที่ได้กำหนดไว้ ปรับแต่งเนื้อหา และนำเสนอผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน จนกว่าคำตอบของผู้เรียนจะถูกต้อง

2. ออกแบบรูปแบบการให้ผลป้อนกลับ

ในการเลือกรูปแบบการให้ผลป้อนกลับสำหรับนำเสนอต่อผู้เรียนนั้น ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยด้านการรู้คิด แบบจำลองการให้ผลป้อนกลับ และรูปแบบการให้ผลป้อนกลับ ดังในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบในการเลือกรูปแบบการให้ผลป้อนกลับ

แบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียนที่ได้จากงานวิจัยนี้จะอยู่ในรูปของกฎ (rules) ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการให้ผลป้อนกลับ จากภาพที่ 2 ปัจจัยนำเข้าของแบบจำลองก็คือปัจจัยด้านการรู้คิดของผู้เรียน ซึ่งได้แก่ ความเข้าใจในโจทย์ปัญหา ความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียน และความมั่นใจในความถูกต้องของคำตอบ ส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็คือรูปแบบการให้ผลป้อนกลับ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าผู้เรียนที่มีการรู้คิดในลักษณะใด ควรให้ผลป้อนกลับในรูปแบบใด ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนแก้ไขโจทย์ปัญหาได้เร็ว และเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

การออกแบบรูปแบบการให้ผลป้อนกลับให้มีความหลากหลายทั้งหมด 5 รูปแบบ เพื่อให้ผลป้อนกลับมีความเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีการรู้คิดที่แตกต่างกันซึ่งมีทั้งการใช้กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบคงที่ (non–adaptive feedback strategies) และกลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบปรับตัว (adaptive feedback strategies) ดังในตาราง 1

จากผลป้อนกลับ 4 ประเภท ได้แก่ 1) บอกความถูกต้องของคำตอบ (knowledge of results) 2) บอกตำแหน่งที่ผิด (error flagging) 3) บอกเป็นนัย (hints) และ 4) บอกผลเฉลย (knowledge of correct response) (Narciss, 2008; Shute, 2007) ดังในตาราง 2

ตาราง 1 รูปแบบการให้ผลป้อนกลับ

รูปแบบ	รายละเอียด
KOR	บอกความถูกต้องของคำตอบทุกครั้งที่คำตอบผิดพลาด
ERF	บอกตำแหน่งที่ผิดทุกครั้งที่คำตอบผิดพลาด
HIN	บอกเป็นนัยทุกครั้งที่คำตอบผิดพลาด
ADT–FIRST	ให้ผลป้อนกลับตามลำดับ คือ 1) บอกความถูกต้องของคำตอบ 2) บอกตำแหน่งที่ผิด 3) บอกเป็นนัย และ 4) บอกผลเฉลย โดยแต่ละโจทย์ปัญหาเริ่มจากลำดับที่ 1
ADT–LAST	คล้ายกับแบบ ADT-FIRST ซึ่งลำดับเริ่มต้นของแต่ละโจทย์ปัญหาจะได้มาจากผลการแก้ไขโจทย์ปัญหาในข้อก่อนหน้านี้ โดยถ้าคำตอบถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรกให้เริ่มจากลำดับที่ 1 ถ้าคำตอบถูกต้องจากการให้ผลป้อนกลับที่ลำดับใด ให้เริ่มจากลำดับก่อนหน้านั้น 1 ลำดับ

รูปแบบการให้ผลป้อนกลับ (ตาราง 1) ใช้กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบคงที่ 3 รูปแบบ คือ KOR ERF และ HIN ซึ่งจะให้ผลป้อนกลับประเภทเดิมทุกครั้งที่คำตอบผู้เรียนผิดพลาด แนวคิดในการกำหนดรูปแบบเหล่านี้ได้คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ผู้เรียนบางคนอาจต้องการข้อมูลมาก บางคนอาจต้องการข้อมูลน้อย หรือไม่ต้องการเลยในการแก้ไขข้อผิดพลาดของคำตอบ ส่วนกลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบปรับตัวมี 2 รูปแบบ คือ ADT–FIRST และ ADT–LAST ซึ่งจะเปลี่ยนประเภทผลป้อนกลับเริ่มจากประเภทที่ให้ข้อมูลน้อย และให้ข้อมูลเพิ่มขึ้นตามลำดับไปจนถึงบอกผลเฉลยเมื่อผู้เรียนตอบผิดในแต่ละครั้ง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตอบโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเร็วขึ้น ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายและท้อแท้จากการตอบผิดซ้ำซาก

ตาราง 2 ประเภทและตัวอย่างเนื้อหาผลป้อนกลับ

ประเภท	เนื้อหาผลป้อนกลับ
บอกความถูกต้องของคำตอบ	“คุณตอบผิด”
บอกตำแหน่งที่ผิด	“มีข้อผิดพลาดในส่วน SELECT”
บอกเป็นนัย	“มีข้อผิดพลาดในส่วน SELECT โปรดพิจารณาชื่อคอลัมน์ เครื่องหมาย รูปแบบการคำนวณ ชื่อฟังก์ชัน หรือรูปแบบการใช้ฟังก์ชัน”
บอกผลเฉลย	“มีข้อผิดพลาดในส่วน SELECT คำตอบที่ถูกต้องคือ SELECT deptno, dname FROM dept”

3. ออกแบบกระบวนการในการสร้างแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน มีขั้นตอนดังนี้

3.1 กำหนดโจทย์ปัญหา โดยการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามเนื้อหาของคำสั่งเลือกข้อมูล (SELECT) จำนวน 6 จุดประสงค์ กำหนดโจทย์ปัญหาจุดประสงค์ละ 18 ข้อ รวมโจทย์ปัญหา 108 ข้อ เพื่อนำมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์ และความเหมาะสมในการใช้ภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง จำนวน 5 คน จากนั้นนำโจทย์ปัญหาที่ผ่านการคัดเลือกมาหาค่าความยาก 3 ระดับ คือ ยาก ปานกลาง และง่าย คัดเลือกโจทย์ปัญหาจุดประสงค์ละ 9 ข้อ ที่มีค่าความยากทั้ง 3 ระดับ ระดับละ 3 ข้อ รวมทั้งหมด 54 ข้อ และเก็บลงในฐานข้อมูลโจทย์ปัญหา

3.2 แบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้เรียน

ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างมาแล้วเพื่อทดลองและเก็บข้อมูล จำนวน 75 คน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม แบบเจาะจง และกระจายผู้เรียนลงในแต่ละกลุ่มให้มีทั้งผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนจำนวนเท่า ๆ กัน ให้ฝึกปฏิบัติด้วยระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง โดยใช้โจทย์ปัญหาจากฐานข้อมูลโจทย์ปัญหา ในแต่ละจุดประสงค์ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้รูปแบบการให้ผลป้อนกลับต่างกัน และเปลี่ยนรูปแบบการให้ผลป้อนกลับเมื่อเปลี่ยนจุดประสงค์ ผู้เรียนทุกกลุ่มจะได้รับผลป้อนกลับครบทั้ง 5 รูปแบบ เมื่อเรียนครบทุกจุดประสงค์

3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการเรียนรู้ผ่านระบบของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม–กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ซึ่งระบบได้เก็บข้อมูลที่เป็นปัจจัยสำหรับสร้างแบบจำลอง ดังในตาราง 3

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาจัดกลุ่มตามปัจจัยสำหรับการสร้างแบบจำลองที่มีค่าข้อมูลของปัจจัยเหมือนกันทั้งหมด ได้แก่ ความเข้าใจในโจทย์ปัญหา ระดับความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียน ความมั่นใจในความถูกต้องของคำตอบ ระดับความยากของโจทย์ปัญหา และรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่ได้รับ โดยเลือกเฉพาะกลุ่มที่มี “ผลการตรวจคำตอบถูกต้อง” เท่านั้น จากนั้นนำข้อมูลระดับความพยายาม และเวลาที่ใช้แก้ไขโจทย์ปัญหาในแต่ละข้อที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดอันดับด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบเบยส์ (Bayes estimation) (Walpole *et al.*, 2012) เพื่อให้ค่าเฉลี่ยที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เนื่องจากในแต่ละกลุ่มอาจมีจำนวนข้อมูลไม่เท่ากัน และข้อมูลอาจมีความแตกต่างกันมาก

ตาราง 3 ปัจจัยสำหรับการสร้างแบบจำลองและค่าที่เป็นไปได้

ปัจจัยสำหรับการสร้างแบบจำลอง	**ค่าที่เป็นไปได้**
ความเข้าใจในโจทย์ปัญหา	0=ไม่เข้าใจ, 1=เข้าใจ
ระดับความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียน	1=ง่าย, 2=ปานกลาง, 3=ยาก
ความมั่นใจในความถูกต้องของคำตอบ	0=ไม่มั่นใจ, 1=มั่นใจ
ระดับความยากของโจทย์ปัญหา	1=ง่าย, 2=ปานกลาง, 3=ยาก
รูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่ได้รับ	1=KOR, 2=ERF, 3=HIN, 4=ADT–FIRST, 5=ADT–LAST
ระดับความพยายามของผู้เรียนในการแก้ไขโจทย์ปัญหา	1–99 (ครั้ง)
เวลาที่ใช้ในการแก้ไขโจทย์ปัญหาในแต่ละข้อ	1–9,999 (วินาที)
ผลการตรวจคำตอบ	0=ผิด, 1=ถูก

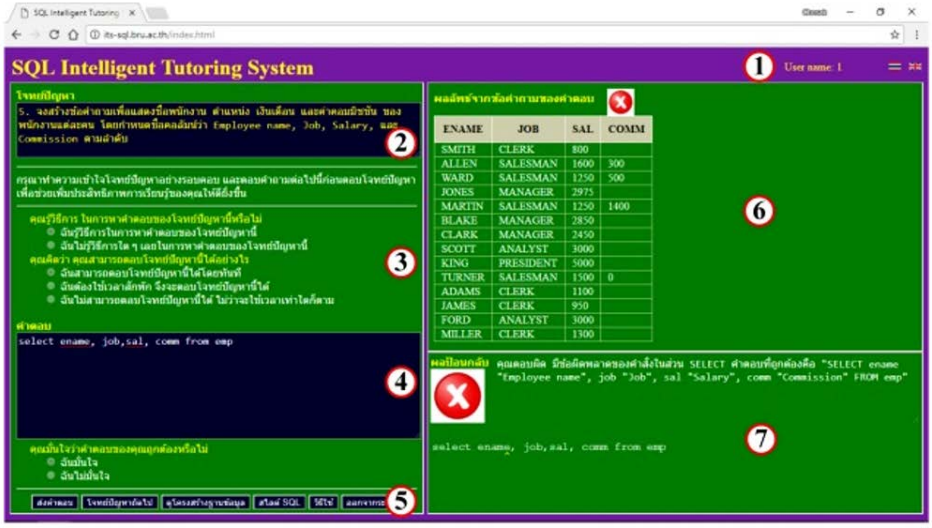
3.5 เลือกปัจจัย และรูปแบบการให้ผลป้อนกลับใส่ลงในแบบจำลอง โดยจะเลือกตามกลุ่มที่มีปัจจัยการรู้คิดที่เหมือนกัน ได้แก่ ความเข้าใจในโจทย์ปัญหา ระดับความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียน ความมั่นใจในความถูกต้องของคำตอบ และระดับความยากของโจทย์ปัญหา ซึ่งรูปแบบการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียนที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ รูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยของระดับความพยายาม และเวลาที่ใช้แก้ไขโจทย์ปัญหาในแต่ละข้อน้อยที่สุด ซึ่งเป็นรูปแบบที่ทำให้ผู้-

เรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ไขโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องโดยใช้ความพยายาม และเวลาน้อยที่สุด

3.6 ทดสอบแบบจำลอง โดยนำข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบมาจัดกลุ่ม และจัดอันดับเช่นเดียวกับข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลอง จากนั้นนำมาทดสอบกับแบบจำลองด้วยการเปรียบเทียบแต่ละกฎของข้อมูลทดสอบกับกฎในแบบจำลอง เพื่อนำไปหาค่าความแม่น (accuracy) ค่าความเที่ยง (precision) ค่าความระลึก (recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (f-measure)

4. ออกแบบและพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง ได้ออกแบบตามแนวทางงานวิจัยในปัจจุบัน (Bhagat *et al*., 2002; Dollinger, 2010; Mitrovic, 2003; Pahl and Kenny, 2009) ซึ่งมีการกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนตอบเป็นคำสั่งของภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง การตรวจคำตอบของผู้เรียน และให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน จึงได้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบที่มีการตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งที่เป็นคำตอบของผู้เรียนทั้งในเชิงไวยากรณ์ของภาษา (syntax) และเชิงความหมาย (semantics) จากนั้นให้ผลป้อนกลับตามรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคล ดังในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หน้าจอของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

จากภาพที่ 3 ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมที่ทำงานบนเว็บ ประกอบด้วยหน้าแรกสำหรับการลงทะเบียนผู้เรียน และแสดงตัวตนเพื่อเข้าสู่ระบบ และหน้าสำหรับการฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ และมีการทำงาน ดังนี้

(1) ส่วนแสดงชื่อระบบ ชื่อผู้เรียน และการเปลี่ยนภาษา

(2) ส่วนแสดงโจทย์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนแก้ไขโดยเรียงตามลำดับของจุดประสงค์

มี 54 ข้อ

(3) ส่วนแสดงคำถามและตัวเลือกคำตอบเพื่อสะท้อนการรู้คิด

(4) ส่วนพิมพ์คำตอบของผู้เรียนซึ่งเป็นคำสั่งภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง จะแสดงหลังจากที่ผู้เรียนได้ตอบคำถามการรู้คิดเกี่ยวกับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาของผู้เรียน และระดับความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียน เพื่อไม่ให้ผู้เรียนมุ่งที่จะพิมพ์คำตอบเพื่อแก้ไขโจทย์ปัญหาเร็วจนเกินไปโดยไม่ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบ

(5) ส่วนแสดงปุ่มคำสั่ง

(6) ส่วนแสดงผลลัพธ์จากคำตอบผู้เรียน

(7) ส่วนแสดงผลป้อนกลับ

การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของผู้เรียนในเชิงไวยากรณ์นั้น ระบบจะเชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิล (Oracle DBMS) โดยส่งคำสั่งเลือกข้อมูล (SELECT) ที่เป็นคำตอบของผู้เรียนไปยังระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิลเพื่อประมวลผล ระบบจะทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์นั้นไปยังผู้เรียน และหากคำสั่งนั้นมีข้อผิดพลาดในเชิงไวยากรณ์ ระบบก็จะนำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นมาประมวลผลเพื่อจัดการสร้างผลป้อนกลับที่เหมาะสมตามรูปแบบที่กำหนดไว้ให้กับผู้เรียนแต่ละบุคคลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขโจทย์ปัญหาได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งของการเกิดทักษะในการเรียนภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างคือ การที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งในเชิงความหมายได้ ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลจะไม่มีการตรวจสอบดังกล่าว โดยทั่วไปผู้สอนต้องเป็นผู้คอยตรวจสอบและแนะนำผู้เรียน งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและสร้างมอดูลการตรวจสอบข้อผิดพลาดทางความหมายขึ้น โดยใช้วิธีการกำหนดไวยากรณ์ของคำตอบของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ เพื่อนำมาตรวจสอบกับคำตอบของผู้เรียนด้วยการสร้างต้นไม้แจงส่วน (parse tree) มาเปรียบเทียบกัน ซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อจะมีรูปแบบของประโยคที่ประกอบด้วยคำ เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่นำมาเรียงเข้าด้วยกันและมีลำดับที่แน่นอนตามรูปแบบของภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง จึงสามารถใช้วิธีการตรวจความถูกต้องด้วยการตรวจสอบไวยากรณ์เช่นเดียวกับการตรวจไวยากรณ์ของภาษาทั่วไปได้ ไวยากรณ์ของคำตอบของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อในงานวิจัยนี้ได้กำหนดตามรูปแบบของไวยากรณ์แบบไม่พึ่งบริบท (context–free grammar) ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างดังต่อไปนี้

โจทย์ปัญหา: จงสร้างข้อคำถามเพื่อแสดงตำแหน่งพนักงาน จากตาราง EMP โดยไม่ซ้ำกัน
คำตอบ: SELECT DISTINCT job FROM emp

ตัวอย่างไวยากรณ์ของคำตอบของโจทย์ปัญหานี้ คือ SQL{{@WhiteSpace|@Null}, /SELECT/i, @WhiteSpace, /DISTINCT/i, @WhiteSpace, /JOB/i, @WhiteSpace, /FROM/i, @WhiteSpace, /EMP/i, {@WhiteSpace|@Null})

ข้อดีของการกำหนดไวยากรณ์นั้นทำให้สามารถกำหนดคำตอบของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อได้หลายคำตอบโดยใช้เพียง 1 ไวยากรณ์เท่านั้น ซึ่งแต่ละโจทย์ปัญหาอาจมีได้หลายคำตอบ โดยรูปแบบของไวยากรณ์ในงานวิจัยนี้ใช้ตามรูปแบบ BNF (Backus–Naur Form) (Kerdprasop, 2004)

ผลการวิจัย

จากกระบวนการในการออกแบบแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน นำไปสู่ผลของการพัฒนาและทดสอบระบบที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1. *ผลการออกแบบแบบจำลอง*

การออกแบบแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับการเรียนรู้ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างตามการรู้คิดของผู้เรียนนั้น จะคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่อยู่ในกลุ่มที่มีผลการตรวจคำตอบถูกต้องเท่านั้น ซึ่งมีจำนวน 13,521 รายการ ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยการเลือกแบบเจาะจงตามข้อมูลของผู้เรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน ให้กระจายอยู่ทั้ง 2 ส่วน ตามอัตราส่วนประมาณ 70:30 นั่นคือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ออกแบบแบบจำลอง 9,326 รายการ ต่อจำนวนข้อมูลที่ใช้ทดสอบแบบจำลอง 4,195 รายการ นำข้อมูลที่ใช้ออกแบบแบบจำลองจำนวน 9,326 รายการ มาจัดกลุ่มตามปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบแบบจำลอง และจัดอันดับเพื่อเลือกกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยของระดับความพยายาม และเวลาที่ใช้ในการแก้ไขโจทย์ปัญหาในแต่ละข้อน้อยที่สุด ซึ่งจะเป็นกฎของแบบจำลอง ดังแสดงตัวอย่างกฎของแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียนในตาราง 4 และสามารถสรุปรูปแบบการให้ผลป้อนกลับและจำนวนกฎที่ปรากฏในแบบจำลองดังในตาราง 5

ตาราง 4 ตัวอย่างกฎของแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน

กฎที่	ความเข้าใจในโจทย์ปัญหา	ระดับความยากของโจทย์ปัญหาตามความคิดของผู้เรียน	ความมั่นใจในความถูกต้องของคำตอบ	ระดับความยากของโจทย์ปัญหา	รูปแบบการให้ผลป้อนกลับ
1	ไม่เข้าใจ	ง่าย	ไม่มั่นใจ	ง่าย	บอกเป็นนัยทุกครั้ง
2	ไม่เข้าใจ	ง่าย	ไม่มั่นใจ	ปานกลาง	ตามลำดับเริ่มจากลำดับที่ 1
3	ไม่เข้าใจ	ง่าย	มั่นใจ	ง่าย	บอกตำแหน่งที่ผิดทุกครั้ง
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	เข้าใจ	ยาก	มั่นใจ	ง่าย	บอกเป็นนัยทุกครั้ง
32	เข้าใจ	ยาก	มั่นใจ	ปานกลาง	บอกเป็นนัยทุกครั้ง
33	เข้าใจ	ยาก	มั่นใจ	ยาก	ตามลำดับเริ่มจากลำดับที่ 1

จากตาราง 4 กฎของแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียนจะเป็นเงื่อนไขสำหรับการเลือกรูปแบบการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในกรณีที่คำตอบของผู้เรียนไม่ถูกต้อง ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถกำหนดได้ 33 กฎ เช่น กฎที่ 1 ถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจในโจทย์ปัญหานั้น คิดว่าโจทย์ปัญหานั้นง่าย ไม่มั่นใจในคำตอบ และโจทย์ปัญหานั้นเป็นโจทย์ที่ง่าย ระบบจะให้ผลป้อนกลับแบบบอกเป็นนัยทุกครั้งแก่ผู้เรียน สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของกฎได้คือ If perceptionOfUnderstanding=0 and perceptionOfProblemDifficulty=1 and perceptionOfAnswerConfidence=0 and problemDifficulty=1 Then feedbackType=3

จากตาราง 5 พบว่า รูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่ปรากฏในแบบจำลองมากที่สุด คือ แบบ ADT–LAST ซึ่งให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อผิดพลาดของคำตอบของผู้เรียนมากกว่ารูปแบบ

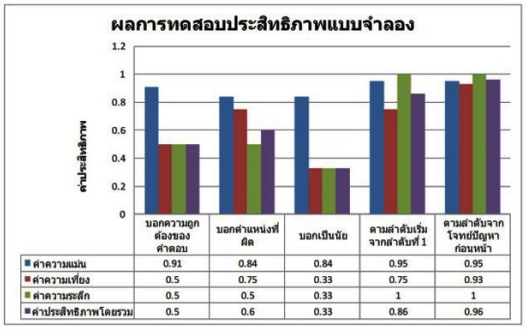
ตาราง 5 รูปแบบการให้ผลป้อนกลับ และจำนวนกฎในแบบจำลอง

รูปแบบการให้ผลป้อนกลับ	จำนวนกฎ	ค่าร้อยละ
ตามลำดับจากโจทย์ปัญหาก่อนหน้า (ADT–LAST)	13	39.40
ตามลำดับเริ่มจากลำดับที่ 1 (ADT–FIRST)	6	18.18
บอกเป็นนัยทุกครั้ง (HIN)	6	18.18
บอกตำแหน่งที่ผิดทุกครั้ง (ERF)	6	18.18
บอกความถูกต้องของคำตอบทุกครั้ง (KOR)	2	6.06
รวม	**33**	**100**

อื่น รวมทั้งมีผลเฉลย ทำให้ผู้เรียนสามารถตอบโจทย์ปัญหาในข้อที่ยากถูกต้องได้เร็วกว่ารูปแบบอื่น ส่วนรูปแบบที่ปรากฏในแบบจำลองน้อยที่สุด คือ แบบ KOR ซึ่งไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อผิดพลาดของคำตอบใด ๆ นอกจากบอกว่าถูกหรือผิดเท่านั้น ผู้เรียนต้องใช้ความพยายามในการลองผิดลองถูกเพื่อแก้ไขโจทย์ปัญหามากขึ้นหรืออาจไม่สามารถแก้ไขโจทย์ปัญหานั้นได้เลย

2. ผลการทดสอบแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบแบบจำลองจำนวน 4,195 รายการ นำมาผ่านกระบวนการเช่นเดียวกับการสร้างแบบจำลอง ได้กฎของข้อมูลทดสอบจำนวน 27 กฎ จากนั้นนำมาทดสอบโดยการเปรียบเทียบรูปแบบการให้ผลป้อนกลับในข้อมูลทดสอบกับรูปแบบการให้ผลป้อนกลับในแบบจำลองในแต่ละกฎที่มีปัจจัยนำเข้าตรงกัน นำผลจากการเปรียบเทียบมาใส่ลงในเมทริกซ์ความสับสน (confusion matrix) ของการทดสอบแบบจำลอง เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพ พบรูปแบบการให้ผลป้อนกลับในข้อมูลทดสอบตรงกับรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่แบบจำลองแนะนำจำนวน 21 กฎ รูปแบบการให้ผลป้อนกลับในข้อมูลทดสอบไม่ตรงกับรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่แบบจำลองแนะนำ จำนวน 6 กฎ สรุปผลจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองดังในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน

จากภาพที่ 4 ผลการทดสอบแบบจำลองเมื่อนำมาหาค่าความแม่นเฉลี่ยของรูปแบบการให้ผลป้อนกลับทั้ง 5 รูปแบบได้ 0.90 ค่าความเที่ยงเฉลี่ยได้ 0.65 ค่าความระลึกเฉลี่ยได้ 0.67 และค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยโดยรวมได้ 0.65 และเมื่อหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักแล้วได้ค่าความแม่น 0.91 ส่วนค่าความเที่ยง ค่าความระลึก และค่าประสิทธิภาพโดยรวมทุกค่ามีค่าเท่ากัน คือ 0.77 ซึ่งเป็นผลการทดสอบประสิทธิภาพที่สามารถยอมรับได้

3. ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

เพื่อให้ได้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ จึงได้ประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครง-

สร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง จำนวน 5 คน คัดเลือกโดยวิธีเจาะจง ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน 2) ด้านประสิทธิผล 3) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ และ 4) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผลการประเมินแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

การประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน (efficiency)	4.63	0.42	มากที่สุด
ด้านประสิทธิผล (effectiveness)	4.30	0.53	มากที่สุด
ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ (learnability)	4.45	0.63	มากที่สุด
ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (satisfactory)	4.31	0.52	มากที่สุด
โดยภาพรวม	4.38	0.47	มากที่สุด

ผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นระดับมากที่สุดในทุกด้านคือ ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน ($\bar{X}$ = 4.63) ด้านประสิทธิผล ($\bar{X}$ = 4.30) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ ($\bar{X}$ = 4.45) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ($\bar{X}$ = 4.31) และภาพรวมของระบบ ($\bar{X}$ = 4.38)

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียน ภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง โดยกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้คำสั่งภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างเพื่อสอบถามข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ และให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเมื่อคำตอบของผู้เรียนมีข้อผิดพลาด ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้างเพิ่มขึ้น โดยสามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

การออกแบบแบบจำลองการให้ผลป้อนกลับตามการรู้คิดของผู้เรียนได้กำหนดรูปแบบการให้ผลป้อนกลับทั้งหมด 5 รูปแบบ จากผลป้อนกลับ 4 ประเภท โดยใช้กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบคงที่ 3 รูปแบบ ซึ่งจะให้ผลป้อนกลับประเภทเดิมทุกครั้ง และใช้กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบปรับตัว 2 รูปแบบ ซึ่งจะเปลี่ยนประเภทของผลป้อนกลับตามลำดับที่กำหนด จากการพิจารณาในรายละเอียดของแบบจำลองพบว่า แบบจำลองแนะนำรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่ใช้กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบปรับตัวมากกว่ารูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่ใช้กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบคงที่ เนื่องจากกลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบปรับตัวจะมีการเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับข้อผิดพลาดในคำตอบที่มากขึ้นตามจำนวนครั้งของความพยายามในการแก้ไขโจทย์ปัญหาของผู้เรียน และมีผลป้อนกลับประเภทบอกผลเฉลยซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเร็วขึ้น และสามารถเรียนรู้จากผลเฉลยเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับแก้ไขโจทย์ปัญหาในข้อถัดไป ในขณะที่กลยุทธ์การให้ผลป้อนกลับแบบคงที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อผิดพลาดในคำตอบประเภทเดิมทุกครั้งและไม่มีผลเฉลย ทำให้ผู้เรียนต้องแก้ไขข้อผิดพลาดในคำตอบและส่งคำตอบให้ระบบตรวจหลายครั้งมากขึ้นจนกว่าคำตอบจะถูกต้อง ส่งผลให้ค่าระดับความพยายามในการแก้ไขโจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น จึงปรากฏ

ในแบบจำลองน้อยกว่า

งานวิจัยนี้ได้แบ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลสำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลอง และข้อมูลทดสอบแบบจำลอง ได้กฎของแบบจำลองจำนวน 33 กฎ และกฎของข้อมูลทดสอบจำนวน 27 กฎ ค่าผลการทดสอบรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่แบบจำลองแนะนำกับจำนวนรูปแบบการให้ผลป้อนกลับที่แนะนำทั้งหมดสามารถยอมรับได้ แต่มีค่าไม่สูงมากนัก ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากปัจจัยการคัดเลือกข้อมูลทดสอบที่เป็นการคัดเลือกแบบเจาะจง เพื่อให้มีทั้งข้อมูลของผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนของทั้ง 5 กลุ่มรวมอยู่ด้วยกัน โดยไม่ได้คำนึงถึงความครบถ้วนของค่าปัจจัยในการรู้คิดของผู้เรียน ส่งผลให้ข้อมูลปัจจัยในการรู้คิดบางค่าขาดหายไป กฎที่ได้ในข้อมูลทดสอบจึงน้อยกว่ากฎที่อยู่ในแบบจำลอง

การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะเพื่อฝึกทักษะภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง มีการตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งทั้งเชิงไวยากรณ์ของภาษา และเชิงความหมาย และให้ผลป้อนกลับที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยระบบได้ผ่านการประเมินความสามารถในการใช้งานได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง มีผลการประเมิน 4 ด้านคือ ด้านประสิทธิภาพของการใช้งาน (efficiency) ด้านประสิทธิผล (effectiveness) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ได้ (learnability) และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (satisfactory) พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นระดับมากที่สุดในทุกด้าน

เอกสารอ้างอิง

Bhagat, S., Bhagat, L., Kavalan, J., and Sasikumar, M. (2002). Acharya: An intelligent tutoring environment for learning SQL. **Proceedings of the Vidyakash 2002 International Conference on Online Learning**. St. Louis, Missouri, USA.

Dekeyser, S., Raadt, M. D., and Lee, T. Y. (2007). Computer assisted assessment of SQL query skills' ADC '07 **Proceedings of the Eighteenth Conference on Australasian Database** (pp. 53–62). Ballarat, Victoria, Australia.

Dollinger, R. (2010). SQL lightweight tutoring module–semantic analysis of SQL queries based on XML representation and LINQ. **World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA) 2010** (pp. 3323–3328). Toronto, Canada.

Gama, C. A. (2004). **Integrating Metacognition Instruction in Interactive Learning Environments**. Ph.D. Dissertation, United Kingdom: University of Sussex.

Kerdprasop, N. (2004). **Principles of Programming Languages**. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology. (in Thai)

Kirschner, P. A., Sweller, J., and Clark, R. E. (2006). Why minimally guided learning does not work: An analysis of the failure of discovery learning, problem–based learning, experiential learning and inquiry–based learning. **Educational Psycho-**

logist 41(2): 75-86.

Mitrovic, A. (1998). A Knowledge-based teaching system for SQL. In Ottmann, T. and Tomek, I. (Eds.), **ED–MEDIA 98 World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia** (pp. 1027–1032). Freiburg, Germany.

Mitrovic, A. (2003). An intelligent SQL tutor on the web. **International Journal of Artificial Intelligence in Education** 13(2–4): 173–197.

Narciss, S. (2008). Feedback strategies for interactive learning tasks. In J.M. Spector, Merrill, M. D., van Merrienboer, J. J. G. and Driscoll, M. P. (Eds.), **Handbook of Research on Educational Communications and Technology** (pp. 125–144). Mahaw, NJ: Lawrence Erlbaum.

Narciss, S., and Huth, K. (2004). How to design informative tutoring feedback for multimedia learning. In Niegemann, H. M., Leutner, D. and Brunken (Hrsg.), R. (Eds.), **Instructional design for multimedia learning** (pp. 181–195). Munster, New York: Waxmann.

Pahl, C., and Kenny, C. (2009). Interactive correction and recommendation for computer language learning and training. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering** 21(6): 854-866.

Samtia, K. (2551). **The Development of PRI PARE Instructional Model to Develop Metacognition of Young Children**. Dissertation, Ed.D. (Early Childhood Education). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)

Schraw, G., and Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. **Contemporary Educational Psychology** 19(4): 460–475.

Seyed–Abbassi, B. (1993). A SQL project as a learning method in a database course. **SIGCPR '93 Proceedings of the 1993 conference on Computer personnel research** (pp. 291–297). St Louis, Missouri, USA.

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

Soldato, T. d., and Boulay, B. D. (1995). Implementation of motivational tactics in tutoring systems. **Journal of Artificial Intelligence in Education** 6(4): 337–378.

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., and Ye, K. (2012). **Probability & Statistics for Engineers & Scientists**. 9th ed. Boston: Prentice Hall.