

การพัฒนาระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ The Development of Self-Adaptive Learning System Using Discovery Learning Model

สมโภชน์ สายบุญเรือน^{1*} นวพร วิสิษฐพงศ์พันธ์² และ สรเดช ครุขจ้อน¹

¹ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²ภาควิชาวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*Corresponding author, E-mail: sompojs@hotmail.com, sompoj.s@lawasri.tru.ac.th, Tel. 08-97623140

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษารูปแบบและพัฒนาระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องสถานะจำกัด (Finite State Machine) เป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้โดยชุดคำถามจะปรับตัวไปตามกระบวนการของเครื่องสถานะจำกัดที่ได้ออกแบบไว้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำเอาหลักการเรียนรู้โดยอาศัยการค้นพบ (Discovery Learning) ในรูปแบบของการชี้แนะแบบหลายระดับมาใช้ ซึ่งผู้เรียนจะได้รับการชี้แนะแบบกว้าง โดยการแนะนำให้ผู้เรียนทบทวนบทเรียนในส่วนที่เกี่ยวข้องก่อนในกรณีที่ไม่สามารถตอบคำถามได้ และหากไม่สามารถตอบได้หลังจากได้รับคำชี้แนะแล้วระบบจะนำเสนอการใบ้คำตอบที่เฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น วิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และใช้การคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำเสนอการวัดผลการเรียนรู้จากระยะเวลาที่ใช้ในการตอบคำถาม จำนวนตัวช่วยที่ใช้ และระดับความยากง่ายของข้อที่ตอบถูกต้องด้วยเส้นโค้งการเรียนรู้ (Learning Curve) แบบเป็นรูปธรรม ซึ่งเอื้อต่อการใฝ่เรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ผลการวิจัยพบว่า การนำระบบช่วยสอนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการระบบเครือข่าย แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน โดยเลือกแบบเจาะจงพบว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ เกิดการพัฒนาการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนทราบถึงพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้เป็นอย่างมาก และก่อให้เกิดการเตรียมตัวในการเรียนในครั้งต่อไปได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบช่วยสอน ปรับตัวด้วยตนเอง เครื่องสถานะจำกัด การเรียนรู้แบบค้นพบ เส้นโค้งการเรียนรู้

Abstract

The objectives of this study were to develop a self-adaptive learning system using discovery learning approach. In this study, we used Finite State Machine to drive the learning process by means of asking questions which will be ordered according to the designed state machine. This solution will be combined with guided discovery learning theory, which is presented in the form of multilevel-suggestion. If the students could not answer the question, they would get a broad guideline which instructed them to review the related lesson on their own. However, if they still could not answer the question, they would receive more specific hints.

Using this approach, the students will get to develop the knowledge systematically by means of critical thinking. In addition to the study mechanism, we also proposed using learning curve as a feedback represents students' knowledge: derived from the time taken to complete the question, the number of hints used, and the level of difficulty of the question answered correctly. We believe that this learning curve feedback will stimulate student's attention in learning.

The research results showed that the conducted an experiment using the proposed learning system with the Information Technology students taking computer network class at Thepsatri Rajabhat University. These students are selected using purposive sampling and are divided into three groups: smart, average, and poorly performed students. The result shows that the students can learn freely and systematically from the system and are more prepared for the next class because of the provided learning curve feedback.

Keywords: Instruction System, Self-Adaptive, Finite State Machine, Discovery Learning, Learning Curve

บทนำ

การประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ผ่านมามีการปรับโครงสร้างหน่วยงานในการจัดการศึกษา และเปลี่ยนรูปแบบของการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นให้ครูอาจารย์ได้นำรูปแบบวิธีการสอน ที่มุ่งเน้นไปที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ ได้เสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) โดยมุ่งเน้นที่การสร้างกลไกการขับเคลื่อนการปฏิรูปการศึกษาให้เป็นรูปธรรม โดยเฉพาะระบบการเรียนรู้ที่ต้องเอื้ออำนวยต่อผู้เรียน เพื่อให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

ปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนมีมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในกระบวนการเรียนรู้ การวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้แบบออนไลน์ การทดสอบผ่านระบบออนไลน์ และในขณะเดียวกันก็มีการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เป็นระบบช่วยสอน ในกรณีองค์ความรู้ที่ซับซ้อน เช่น การจำลองสถานการณ์การบินการจำลองการทำงานของอวัยวะที่สำคัญของมนุษย์ แม้กระทั่งการจำลองสถานการณ์การทำงานของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Kethireddy & Suthaharan, 2004) โดยการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ดังกล่าวได้มากขึ้นเปรียบเสมือนได้ศึกษาจากของจริง ดังนั้นจึงมีนักวิจัยจำนวนมากที่ทำการศึกษาและนำเสนอกระบวนการทางคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนการสอน (Pena-Ayala, 2012)

สื่อการเรียนการสอนในปัจจุบันนั้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า หาความรู้ได้ด้วยตนเองมากขึ้นกว่าสมัยก่อน โดยจะเห็นได้จากการนำหลักการ และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีกระบวนการอันหลากหลายรูปแบบมาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างไม่มีจำกัดเช่น การนำระบบปรับเหมาะ (adaptive system) มาใช้สร้างข้อสอบสำหรับทดสอบผู้เรียนเพื่อหาความเหมาะสมที่จะไปเลือกบทเรียนมาให้ผู้เรียนได้เรียน ซึ่งก็เป็นเพียงส่วนย่อยส่วนหนึ่งของระบบการเรียนรู้ทั้งหมด และมีนักวิจัยทางการศึกษาได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนรู้แบบการค้นพบ (discovery learning) (Alfieri, 2011) ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีอิสระในการค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นรูปแบบที่เอื้อต่อการใฝ่รู้ ใฝ่เห็นของผู้เรียนมากขึ้น ซึ่งก็ไปสอดคล้องกับหลักการการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากประเด็นดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือที่นำเสนอบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน สนับสนุนการเรียนรู้แบบอิสระ และผู้เรียนสามารถค้นคว้าได้ด้วยตนเอง เพื่อกระตุ้นให้ระดับความรู้ของผู้เรียนเพิ่มขึ้น โดยนำเอาหลักการของเครื่องสถานะจำกัด (finite state machine) (รัชพงศ์ ต้นตติภณทรัพย์, 2553) มาช่วยในการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้

กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนปรับเปลี่ยนไปตามความสามารถที่ผู้เรียนมีอยู่ในขณะนั้นพร้อมกับนำความรู้ของผู้เรียนที่วัดได้มา นำเสนอในรูปแบบของเส้นโค้งการเรียนรู้ (learning curve) (Speelman & Krisner, 2005) ซึ่งแนวคิดและเครื่องมือที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาใดก็ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ
2. เพื่อพัฒนาระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้จากการใช้ระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างการทดลองที่ใช้ในการทดสอบระบบช่วยสอนในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระบบเครือข่าย ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 6 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวอย่างทดลองแบบเจาะจง (purposive sampling) และแบ่งเป็นกลุ่มที่ผลการเรียนดี จำนวน 2 คน (เกรดเฉลี่ยรวม 3.26-4.00) กลุ่มที่ผลการเรียนปานกลาง จำนวน 2 คน (เกรดเฉลี่ยรวม 2.51-3.25) กลุ่มที่ผลการเรียนอ่อน จำนวน 2 คน (เกรดเฉลี่ยรวม 1.80-2.50) โดยเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาเรื่อง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาในรายวิชา ระบบเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้และระบบช่วยสอน โดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้เรียนที่เรียนเนื้อหาในเรื่องที่นำมาใช้นี้มาก่อน กำหนดให้ผู้เรียนจะต้องเข้าสู่ระบบการเรียนรู้ด้วยระบบช่วยสอนก่อน และในการเรียนรู้เครื่องมือจะเสนอข้อคำถามเพื่อให้เกิดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีจุดเริ่มในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ โดยกำหนดข้อคำถามไว้ 3 ระดับคือ ระดับข้อคำถามในกลุ่มยาก กลุ่มปานกลาง กลุ่มง่ายตามการทำงานของเครื่องจักรสถานะ และมีเวลาควบคุมในการเรียนรู้ พร้อมกับแสดงความรู้ของตัวเองด้วยการตอบคำถามซึ่งมีหลักการว่า ถ้าเรียนรู้แล้วตอบคำถามนั้นผิด ระบบจะปรับให้ผู้เรียนได้เรียนในเนื้อหาความรู้ที่ง่ายขึ้นโดยการเลือกคำถามที่ง่ายกว่ามาให้เรียนรู้ต่อไป ส่วนการตอบถูก ถ้าตอบถูกสองครั้งติดต่อกันระบบถึงจะปรับไปเลือกคำถามที่ระดับยากขึ้นมาให้เรียนรู้ เช่น จากระดับง่าย ถ้าตอบถูกสองครั้ง เครื่องมือจะไปเลือกกลุ่มคำถามในระดับที่ยากขึ้น คือระดับปานกลางมาให้เรียนรู้ เป็นลำดับเช่นนี้จนคำถามหมดจึงเป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนรู้ผ่านระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบช่วยสอนโดยการนำหลักการทางคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า เครื่องสถานะจำกัด (finite state machine) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เชิงปรับตัว (adaptive learning) ขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำเสนอการใช้หลักการเรียนแบบชี้แนะ (guided discovery learning) ซึ่งอยู่ในรูปแบบของตัวช่วย ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองและคิดค้นวิธีการวัดความรู้ที่เกิดขึ้นโดยใช้สมการการเรียนรู้ที่กำหนดความสัมพันธ์ของค่าต่างๆ อาทิ ระยะเวลาที่ใช้ จำนวนตัวช่วยที่ใช้ และความยากง่ายของคำถามที่ตอบถูกมาประมวลผล เพื่อวัดระดับความรู้ที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้นความรู้ที่ได้นี้สามารถนำมาแสดงในรูปแบบของกราฟความรู้หรือที่เรียกว่าเส้นโค้งการเรียนรู้ (learning curve) ซึ่งทำให้ผู้เรียนทราบระดับความรู้ของตัวเองอย่างเป็นรูปธรรม

เนื่องจากการเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบช่วยสอนให้สามารถทำงานอยู่บนเทคโนโลยีเว็บและเก็บข้อมูลการเรียนในรูปแบบของฐานข้อมูล เมื่อผู้เรียนมีอุปกรณ์ที่สามารถติดต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนก็สามารถเข้าถึงและเรียนรู้ผ่านระบบช่วยสอนนี้ได้ และผู้เรียนสามารถดูข้อมูลพัฒนาการเรียนรู้ออนไลน์ได้อีกด้วย ส่วนผู้สอนสามารถนำคำถามและเนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวข้องได้รวมไปถึงสามารถ ติดตาม ตรวจสอบ ดูข้อมูลพัฒนาการเรียนรู้ออนไลน์ของผู้เรียนได้ และเพื่อวัดความน่าเชื่อถือและความสมเหตุสมผลของระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงได้ใช้กระบวนการทดสอบความถูกต้อง (validation testing) ของระบบช่วยสอนก่อนนำไปทดลองและใช้ในโอกาสต่อไปซึ่งเป็นกระบวนการยืนยันข้อมูลว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นถูกต้องและมีความสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้ข้อมูลสมมติบนพื้นฐานความเป็นจริงในทุกรูปแบบ เช่นกรณีของผู้เรียนเรียนรู้ในส่วนง่ายได้เข้าใจทั้งหมด กล่าวคือตอบข้อคำถามกลุ่มง่ายได้ถูกต้องทั้งหมด และส่วนของกลุ่มข้อคำถามปานกลาง และยาก ตอบผิดหมด เป็นต้น จากนั้นจึงนำระบบช่วยสอนที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองที่ได้เตรียมไว้โดยให้มีการเรียนรู้ผ่านระบบช่วยสอน จำนวน 3 ครั้ง เว้นห่างครั้งละ 1 สัปดาห์ และเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมกับวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการใช้ระบบช่วยสอนดังกล่าว

องค์ประกอบหลักของกระบวนการเรียนรู้เชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้แบบค้นพบ

องค์ประกอบหลักของระบบช่วยสอนที่ผู้วิจัยออกแบบมานี้ มี 5 ส่วน ดังนี้

1. ชุดคำถาม (Questionnaire)

ระบบช่วยสอนนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการใช้ชุดคำถามที่ขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีจุดมุ่งหมาย และมีพัฒนาการเรียนรู้อย่างเป็นไปตามกระบวนการของเครื่องสถานะจำกัดที่ได้สร้างขึ้น โดยชุดคำถามจะเป็นลักษณะคำถามที่มีคำตอบให้เลือกจำนวน 4 ตัวเลือก ตามหลักนิยม และข้อคำถามได้ผ่านการประเมินความสอดคล้องเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) (Srisaad, 2003) ที่อยู่ในเกณฑ์ (มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1.0) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ข้อคำถามดังกล่าวได้ผ่านการนำไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย ซึ่งข้อคำถามที่นำไปใช้กับระบบช่วยสอนนี้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8) ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับในทางการศึกษา ผู้วิจัยแบ่งข้อคำถามออกเป็น 3 กลุ่มคำถาม คือ กลุ่มคำถามยาก ปานกลาง และง่าย ชุดคำถามเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับขับเคลื่อนกลไกของเครื่องสถานะจำกัดต่อไป

2. การเรียนรู้แบบปรับตัว (Adaptive Learning)

การเรียนรู้แบบปรับตัวเป็นการเรียนรู้ที่มีกระบวนการทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของผู้เรียน หรือปรับให้เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคลเป็นหลัก กล่าวคือผู้เรียนจะมีความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไม่เท่ากัน ซึ่งก็ไม่ได้หมายความว่าจำเป็นต้องปรับเนื้อหาให้เหมาะกับผู้เรียนเท่านั้น นักวิชาการทางการศึกษาจึงให้ความสำคัญกับการปรับองค์ประกอบอื่นด้วย อาทิ สภาพแวดล้อม สื่อการสอน สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกแนวทางการปรับเนื้อหาการเรียนรู้ออนไลน์ และคำแนะนำให้เหมาะกับผู้เรียนที่เป็นไปอย่างชาญฉลาด โดยอาศัยเครื่องสถานะจำกัดเป็นเครื่องมือ

3. การเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

การเรียนรู้แบบค้นพบเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้สอนเป็นเพียงที่ปรึกษา หรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้เอง ส่งผลให้ความรู้ที่เกิดขึ้นคงอยู่กับผู้เรียนเป็นเวลานาน ซึ่งบังเกิดผลดีต่อผู้เรียนโดยตรงกล่าวคือ ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจในการเรียน สามารถเรียนรู้วิธีการศึกษา ค้นคว้าได้ด้วยตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลักการของการเรียนรู้แบบค้นพบมาใช้กับระบบช่วยสอน โดยสร้างให้อยู่ในรูปแบบของการชี้แนะความรู้ในลักษณะของตัวช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีตัวช่วยแบ่งเป็น 3 ระดับ โดยเรียงลำดับจากการชี้แนะให้ค้นหาความรู้ด้วยตัวเองจากบทเรียนที่เกี่ยวข้องจนกระทั่งถึงการไขหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับคำตอบโดยตรง กล่าวคือมีเบาะแสของคำตอบน้อยไปจนถึงมาก

4. เส้นโค้งการเรียนรู้ (Learning Curve)

การประเมินผล (evaluation) หลังการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ไม่ได้เนื่องจากในมาตรา 26 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กล่าวไว้ว่า “ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา” ซึ่งนั่นหมายความว่าในการที่จะประเมินผู้เรียนในการเรียนการสอนแต่ละครั้งนั้น ให้พิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งรูปแบบที่นิยมใช้กันในการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คือ ใช้เครื่องมือแบบทดสอบและนำค่าการทดสอบที่ได้มาตัดสินคุณค่าหรือจัดระดับคุณภาพในการเรียนรู้ (เกรด A, B⁺, B, C⁺, C, D⁺, D, E) (Wiboonsri, 2009)

อีกเครื่องมือหนึ่งที่สามารถพยากรณ์ความก้าวหน้าและความรวดเร็วของการเรียนรู้คือ เส้นโค้งแห่งการเรียนรู้หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เส้นโค้งแห่งประสบการณ์ (experience curve) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นส่วนหนึ่งของระบบช่วยสอนในการประเมินความรู้ของผู้เรียน จากสมการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ดังต่อไปนี้

$$K_n = \frac{\sum_{i=1}^n l_i \times R_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (1)$$

$$\text{โดยที่ } R_i = \begin{cases} 1 & \text{หากตอบคำถามข้อ } i \text{ ถูก} \\ 0 & \text{หากตอบคำถามข้อ } i \text{ ผิด} \end{cases}$$

$$h_i = \begin{cases} 1 & \text{หากไม่ได้ใช้ตัวช่วย} \\ 0.5 & \text{หากใช้ 1 ตัวช่วย} \\ 0.3 & \text{หากใช้ 2 ตัวช่วย} \\ 0.2 & \text{หากใช้ 3 ตัวช่วย} \end{cases}$$

$$l_i = \begin{cases} 1 & \text{หากคำถามข้อ } i \text{ อยู่ในกลุ่มยาก} \\ 0.75 & \text{หากคำถามข้อ } i \text{ อยู่ในกลุ่มปานกลาง} \\ 0.5 & \text{หากคำถามข้อ } i \text{ อยู่ในกลุ่มง่าย} \end{cases}$$

กำหนดให้

- n แทน จำนวนข้อคำถามที่ทำเสร็จแล้ว
- K_n แทน ระดับความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- R_i แทน ผลการตอบคำถามข้อ i
- h_i แทน จำนวนตัวช่วยที่ใช้สำหรับข้อ i
- l_i แทน ระดับความยากง่ายของคำถาม

5. การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีเว็บ

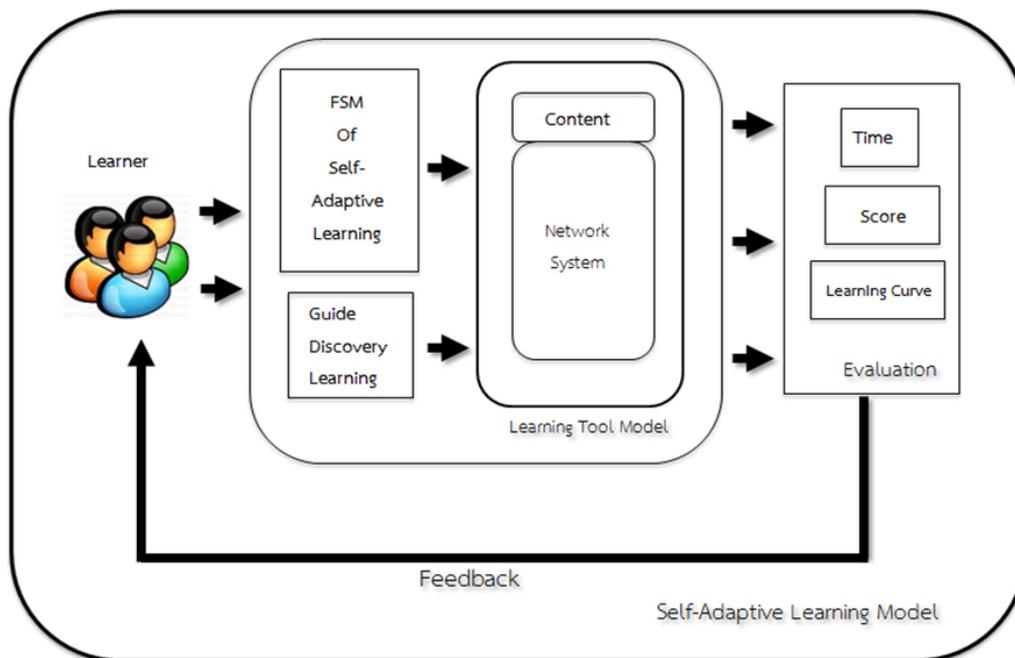
การเรียนรู้ที่หลากหลายในปัจจุบันส่วนใหญ่นั้นมีการนำเสนอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นหลัก เนื่องจากผู้เรียน

สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ไม่จำกัดเรื่องสถานที่ และเวลา เทคโนโลยีเว็บ หรือที่เรียกกันว่า การเรียนรู้แบบออนไลน์ เป็นการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นผนวกกับรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยเทคโนโลยีเว็บใช้ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ง่ายและนำติดตัวไปได้สะดวก เช่น สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต เป็นต้น โดยระบบช่วยสอนได้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรมภาษา PHP และเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูล MySQL และจัดวางอยู่บนเครื่องแม่ข่าย (web server) โดยผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้โดยผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (web browser)

การออกแบบและพัฒนาระบบช่วยสอน

การออกแบบและพัฒนาระบบช่วยสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ผสมผสานองค์ประกอบทั้ง 5 ส่วน โดยสามารถอธิบายรายละเอียดของส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

1. กรอบแนวคิด (Conceptual Framework)



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดของการเรียนรู้จากระบบช่วยสอน

จากรูปที่ 3 เป็นโมเดลการเรียนรู้ของระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

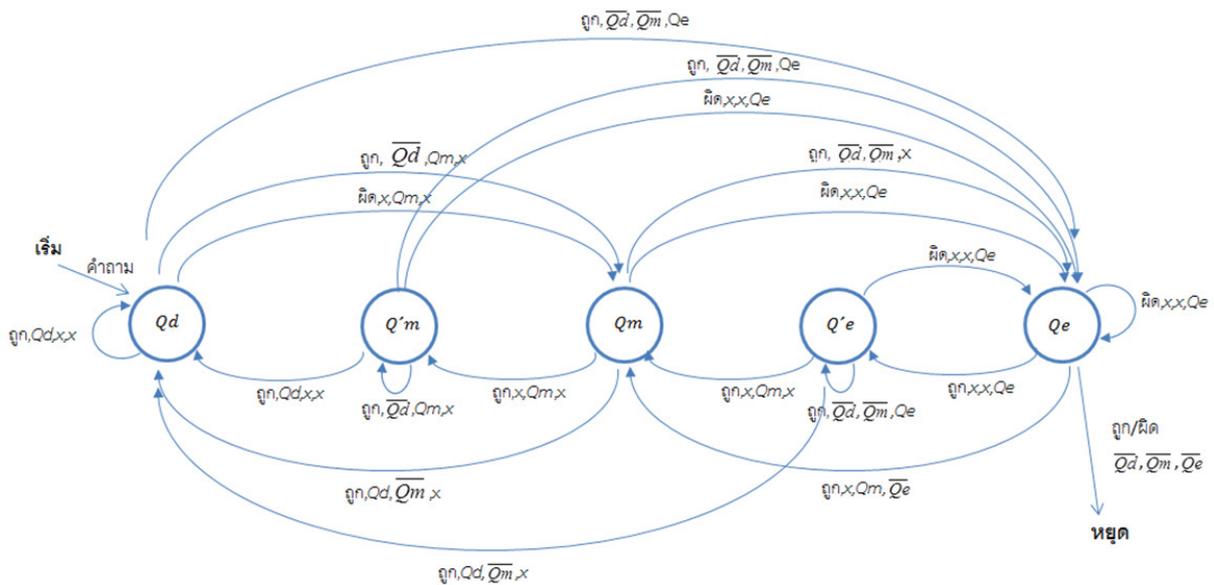
โมเดลผู้เรียน ผู้เรียนต้องได้รับการเรียนรู้เนื้อหามาก่อนแล้ว ก่อนที่จะมาใช้ระบบช่วยสอนดังกล่าว

โมเดลเครื่องมือ ประกอบไปด้วยโมเดลสร้างกระบวนการเรียนรู้เชิงปรับตัวที่เป็นไปตามรูปแบบหลักการของเครื่องสถานะจำกัด และเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของระบบช่วยสอนได้ผนวกกับรูปแบบการเรียนรู้แบบค้นพบที่ใช้หลักการของการขึ้นแยะ โดยมีการนำเสนอให้เกิดการเรียนรู้ด้วยข้อคำถามขึ้นมา

โมเดลประเมินการเรียนรู้ โมเดลนี้จะนำคะแนนที่ผู้เรียนทำได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความรู้ที่ได้จากการเรียนตามสมการที่ได้สร้างขึ้น และสร้างเส้นโค้งการเรียนรู้ แสดงให้ผู้เรียนทราบถึงความรู้ที่ตนเองมีอยู่ในขณะนั้น

2. การประยุกต์ใช้เครื่องสถานะจำกัด (Finite State Machine)

ระบบช่วยสอนแบบเชิงปรับตัวด้วยตนเอง (self-adaptive learning system) เป็นระบบช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้คิดค้นและออกแบบจากการใช้หลักการของเครื่องสถานะจำกัด ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานที่อยู่ในรูปแบบของแผนภาพ ดังรูปที่ 4 เมื่อผู้เรียนเข้าระบบเพื่อใช้ระบบช่วยสอน จะได้รับข้อความที่อยู่ในกลุ่มยาก (ใช้วิธีเลือกคำถามแบบสุ่มข้อความในกลุ่มและสลับคำตอบทุกครั้งเมื่อมีการเรียกใช้ข้อความ) ผู้เรียนสามารถเลือกตอบ ถ้ามั่นใจในความรู้ที่มีอยู่ และถ้าผู้เรียนไม่มั่นใจว่าจะตอบถูก ผู้เรียนสามารถใช้ตัวช่วยเพื่อค้นหาความรู้เพิ่มเติมได้ตามเวลาที่กำหนด แล้วจึงตอบคำถามเพื่อวัดความรู้ที่มีอยู่ ในกรณีที่ตอบผิด (แสดงว่ายังไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น) ระบบช่วยสอนจะปรับตัวเองเพื่อนำข้อความในระดับที่ง่ายกว่ามาให้ผู้เรียนได้เรียนต่อไป ส่วนในกรณีที่ผู้เรียนได้เรียนรู้แล้วและตอบถูก 2 ข้อคำถามติดต่อกัน ระบบช่วยสอนถึงจะปรับไปเลือกข้อความในกลุ่มที่ยากขึ้นมาให้เรียนรู้ (จากกลุ่มง่ายปรับไปเป็นกลุ่มปานกลาง และกลุ่มยากตามลำดับ) ระบบช่วยสอนจะหยุดทำงานต่อเมื่อข้อความของทุกกลุ่มหมด ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของตารางที่เรียกว่า Moore state transition ได้ดังตารางที่ 2



กำหนดให้	Qd	แทน state ของคำถามในระดับยาก (Hard level Question)
	Qm	แทน state ของคำถามในระดับปานกลาง (Moderate level Question)
	Qe	แทน state ของคำถามในระดับง่าย (Easy level Question)
	Q'm	แทน state ของคำถามที่มีระดับอยู่ระหว่างยาก-ปานกลาง ใช้คำถาม ปานกลาง
	Q'e	แทน state ของคำถามที่มีระดับอยู่ระหว่างปานกลาง-ง่าย ใช้คำถาม ง่าย
	$\overline{Qd}, \overline{Qm}, \overline{Qe}$	แทน คำถามใน state นั้น หมด
	X	แทน Don't care

รูปที่ 4 แผนภาพเครื่องสถานะจำกัดของระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเอง

ตารางที่ 2 Moore state transition table

current state	Input				next state
	Answer	Tqd	Tqm	Tqe	
Qd	0	x	1	x	Qm
Qd	1	1	x	x	Qd
Qd	1	0	1	x	Qm
Qd	1	0	0	1	Qe
Q'm	0	x	x	1	Qe
Q'm	1	1	x	x	Qd
Q'm	1	0	1	x	Q'm
Q'm	1	0	0	1	Qe
Qm	0	x	x	1	Qe
Qm	1	1	0	x	Qd
Qm	1	0	0	x	Qe
Qm	1	x	0	x	Q'm
Q'e	0	x	x	1	Qe
Q'e	1	1	0	x	Qd
Q'e	1	0	0	1	Q'e
Q'e	1	x	1	x	Qm
Qe	0	x	x	1	Qe
Qe	1	x	1	0	Qm
Qe	1	x	x	1	Q'e
Qe	0	0	0	0	stop
Qe	1	0	0	0	stop

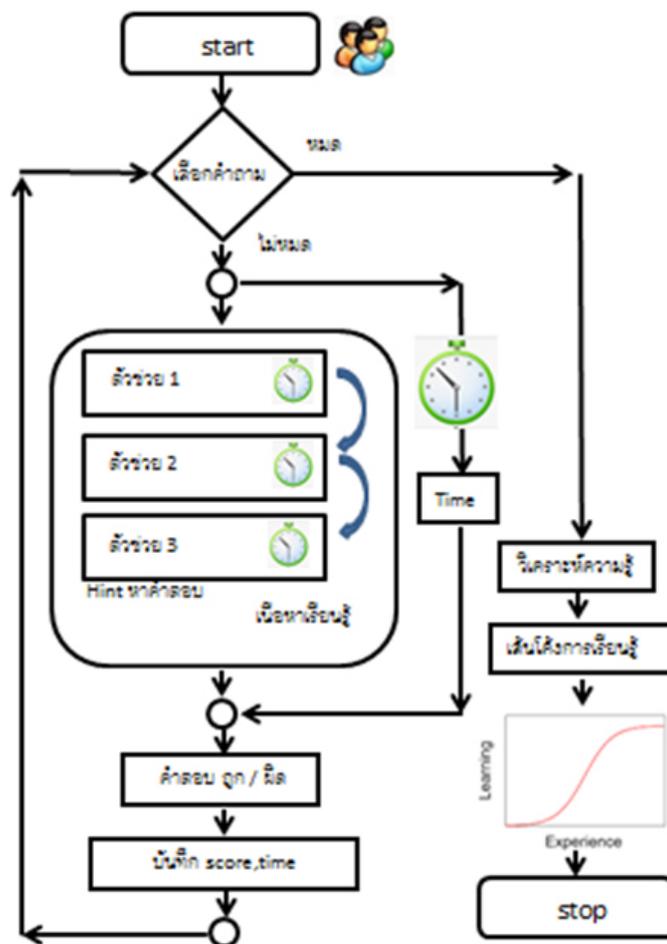
กำหนดให้

- Answer แทน คำตอบ มีค่าเป็น 0=ผิด, 1=ถูก
- Tqd แทน จำนวนคำถามกลุ่มยาก มีค่าเป็น 0=หมด, 1= ไม่หมด
- Tqm แทน จำนวนคำถามกลุ่มปานกลาง มีค่าเป็น 0=หมด, 1= ไม่หมด
- Tqe แทน จำนวนคำถามกลุ่มง่าย มีค่าเป็น 0=หมด, 1= ไม่หมด

จากตารางที่ 2 เป็นการแทนค่าในรูปแบบของ Moore state transition (Harris & Harris, 2015) เพื่อให้เห็นกระบวนการทำงานของเครื่องสถานะจำกัดซึ่งสามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้ จากข้อมูลแถวแรกในตารางที่ 2 หมายถึงระบบช่วยสอนได้เสนอข้อความให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในกลุ่มยาก (current state=Qd) และเมื่อเรียนรู้แล้วได้ตอบคำถามผิด (Answer=0) ระบบช่วยสอนจะไปตรวจสอบว่าข้อความในระดับที่ง่ายกว่า (กลุ่มปานกลาง) ยังมีอยู่หรือไม่ ซึ่งในที่นี้ถ้าข้อความกลุ่มปานกลางยังมีเหลืออยู่ (Tqm=1) ระบบช่วยสอนจะปรับตัวไปเลือกข้อความกลุ่มปานกลางมาให้ผู้เรียนต่อไป (next state=Qm) โดยในกรณีอื่นๆสามารถอธิบายรูปแบบการทำงานได้ในลักษณะเดียวกัน

3. การบูรณาการการเรียนรู้แบบค้นพบกับระบบช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบของการชี้แนะ (guide) เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้แบบค้นพบ โดยออกแบบให้ผนวกเข้ากับระบบช่วยสอนในส่วนของการชี้แนะให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งได้กำหนดเป็นตัวช่วย 3 ระดับ ซึ่งจะทำให้มีความยืดหยุ่นในการเรียนมากขึ้น โดยในแต่ละตัวช่วยจะมีเวลากำกับในการใช้เพื่อควบคุมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถวัดระดับความรู้ได้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผังการเรียนรู้ที่ผนวกรูปแบบการค้นพบ

4. การทดสอบความถูกต้อง (Validation Testing)

การทดสอบระบบช่วยสอนที่นำเสนอนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปทดสอบกับข้อมูลสังเคราะห์ตามสภาพจริง โดยกำหนดข้อมูลให้เป็นไปตามกระบวนการเรียนรู้ของระบบช่วยสอนในเงื่อนไขของการคาดการณ์ว่าผู้เรียนมีความรู้ที่อยู่ในส่วนของระดับง่าย (เรียนรู้ผ่านเครื่องมือแล้วตอบคำถามได้เฉพาะคำถามในกลุ่มง่าย ส่วนในกลุ่มปานกลางและยาก ตอบผิดหมด) เพื่อเป็นการพิสูจน์สมการและเครื่องมือว่าการวัดระดับความรู้ที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่และการสมมุติข้อมูลในครั้งนี้ได้ใช้คำถามในกลุ่มยาก ปานกลาง และง่าย กลุ่มละ 5 ข้อคำถาม รวมเป็น 15 ข้อคำถาม โดยมีข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3 และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามสมการการเรียนรู้ สามารถนำมาแสดงด้วยเส้นโค้งการเรียนรู้ได้ดังรูปที่ 6

ตารางที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลการเรียนรู้ผ่านระบบช่วยสอน (ในกรณีที่สามารถทำข้อง่ายได้ทั้งหมดทุกข้อ)

ข้อที่	กลุ่มคำถาม	การตอบ	ความรู้ (1.00)
Q1	ยาก	ผิด	0.00
Q2	ปานกลาง	ผิด	0.00
Q3	ง่าย	ถูก	0.20
Q4	ง่าย	ถูก	0.33
Q5	ปานกลาง	ผิด	0.27
Q6	ง่าย	ถูก	0.35
Q7	ง่าย	ถูก	0.42
Q8	ปานกลาง	ผิด	0.36
Q9	ง่าย	ถูก	0.42
Q10	ปานกลาง	ผิด	0.37
Q11	ปานกลาง	ผิด	0.33
Q12	ยาก	ผิด	0.29
Q13	ยาก	ผิด	0.26
Q14	ยาก	ผิด	0.24
Q15	ยาก	ผิด	0.22



รูปที่ 6 เส้นโค้งการเรียนรู้ในกรณีที่สามารถทำข้อง่ายได้ทั้งหมด

รูปที่ 6 แสดงเส้นโค้งการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ปรากฏอยู่ มีช่วงค่าความรู้คงที่อยู่ระหว่าง 30-55 และเมื่อเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 33.33 ทำให้รู้ว่าผู้เรียนมีความรู้อยู่น้อย หรือเมื่อเทียบเคียงกับการวัดผลปกติโดยทั่วไปถือว่ายังไม่ผ่าน

5. พัฒนาระบบช่วยสอนสามารถเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีเว็บ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบช่วยสอนให้เป็นที่ไปตามกระบวนการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ และสามารถเข้าถึงได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการค้นพบเรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ต

จากรูปที่ 7 ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบช่วยสอน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

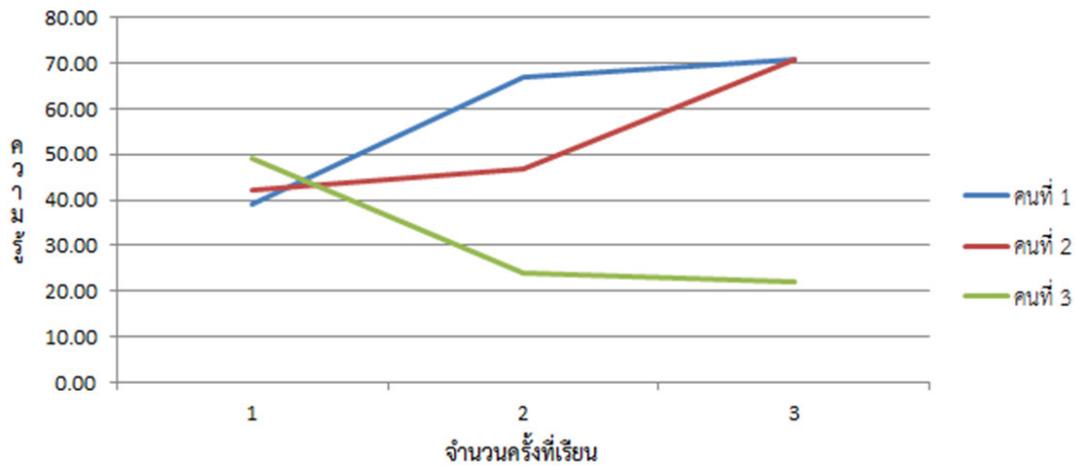
ส่วนที่ 1 ส่วนของผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่กำหนดรายละเอียดของส่วนต่างๆได้ เช่น การกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้งานเป็นอาจารย์ ผู้เรียน นำเข้าข้อมูลเนื้อหา ข้อคำถาม ตัวช่วย รายงานข้อมูลการเรียนรู้

ส่วนที่ 2 ส่วนของอาจารย์ ทำหน้าที่กำหนดสิทธิ์การเข้าใช้ของผู้เรียน นำเข้าข้อมูลเนื้อหา ข้อคำถาม ตัวช่วย รายงานข้อมูลการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 ส่วนของผู้เรียน ทำหน้าที่เรียนรู้และรายงานข้อมูลการเรียนรู้

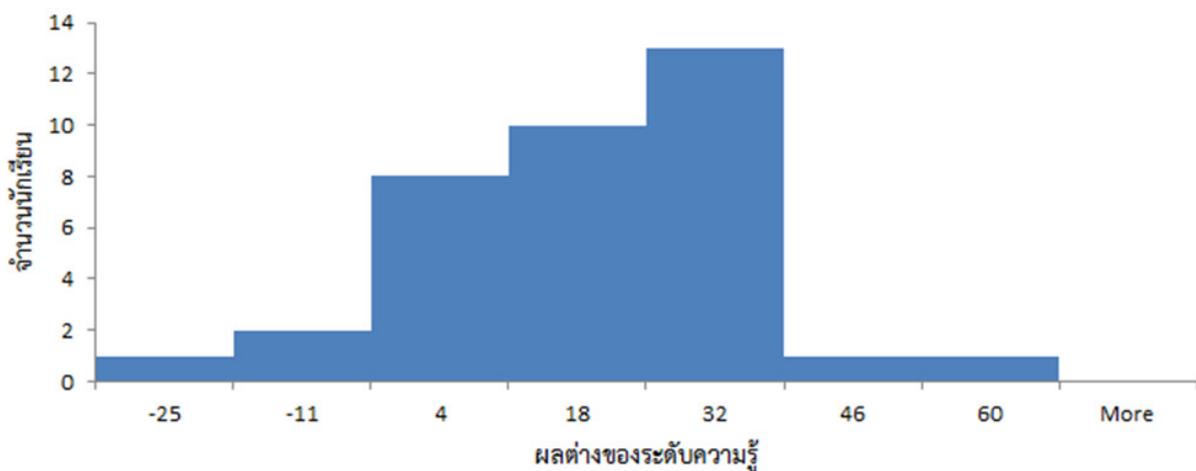
ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตารางและกราฟการเรียนรู้ โดยที่ผู้วิจัยได้นำระบบช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้เรียนรู้จากข้อคำถาม จำนวน 30 ข้อคำถาม ประกอบด้วยข้อคำถามในกลุ่มยาก ปานกลาง ง่าย กลุ่มละ 10 ข้อคำถามและกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่ม เก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 2 คน เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนรู้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ด้วยสมการการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถนำเสนอได้ ดังกราฟในรูปที่ 8 ดังนี้



รูปที่ 9 เส้นโค้งการเรียนรู้แสดงพัฒนาการการเรียนรู้

จากรูปที่ 9 แสดงถึงพัฒนาการการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้วิจัยได้นำระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเอง ไปทดลองให้ผู้เรียนเรียนซ้ำในระยะเวลาที่เว้นห่างเท่า ๆ กัน (เว้นห่าง 1 สัปดาห์) พบว่าผู้เรียนมีค่าความรู้ที่วัดได้สูงขึ้นตามลำดับนั้น แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นนั่นเอง โดยสังเกตได้จากเส้นกราฟที่แทนด้วยค่าความรู้ที่วัดได้ของผู้เรียน คนที่ 1 และคนที่ 2 มีลักษณะสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นได้ในสภาพปกติทั่วไปของการเรียนรู้แต่อีกสิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยไม่สามารถมองข้ามไปได้คือระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวนี้ไม่สามารถแก้ไขพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทุกกลุ่ม ซึ่งสังเกตได้จากพัฒนาการการเรียนรู้ของคนที่ 3 ที่มีการเรียนซ้ำหลายครั้งแล้ว ผลของค่าความรู้ที่วัดได้ลดลงเรื่อย ๆ นั้น แสดงว่าการพัฒนาการการเรียนรู้ลดลงนั่นเอง จากประสบการณ์สอน ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนบางกลุ่มมีความสนใจในการเรียนน้อย และไม่ให้ความสนใจกับบทเรียนเท่าที่ควร แม้ว่าจะมีระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวนี้ก็ตาม ผู้วิจัยพบว่า 80.56 % ของผู้เรียนมีระดับความรู้เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเรียนซ้ำ แต่อีก 19.44 % มีพัฒนาการที่ลดลง ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 Histogram ผลต่างของระดับความรู้ของนักเรียน

จากรูปที่ 10 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์และได้นำเสนอข้อมูลในอีกมุมมองหนึ่งคือการกระจายตัวของผลต่างของระดับความรู้ที่เกิดขึ้นจากการนำระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองไปให้ผู้เรียนได้เรียนซ้ำ จากการทดลองพบว่า ผู้เรียนมีระดับ

ความรู้เพิ่มมากขึ้นเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบช่วยสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มมากขึ้นได้ และมีจำนวนนักเรียนอีกส่วนหนึ่ง (ส่วนน้อย) ที่มีระดับความรู้ลดลง แสดงดังกราฟที่มีค่าติดลบการนำเสนอกราฟในลักษณะดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนที่สามารถวิเคราะห์พัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนและปรับใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมหรือให้คำแนะนำกลุ่มผู้เรียนที่มีพัฒนาการลดลงต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

ระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองโดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการค้นพบที่พัฒนาขึ้นนี้อาศัยหลักการของเครื่องสถานะจำกัดสำหรับปรับพฤติกรรมและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตัวเอง มีอิสระ เอื้อต่อการใฝ่รู้ของผู้เรียนมากขึ้น พร้อมทั้งทำให้ผู้เรียนทราบระดับความรู้ที่ตนเองมีอยู่อย่างเป็นรูปธรรมซึ่งวิธีการปรับเนื้อหาบทเรียนให้เข้ากับผู้เรียนนี้เป็นแนวทางที่สามารถช่วยผู้สอนได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของ รัชพงศ์ ตันติภักดิ์ (รัชพงศ์ ตันติภักดิ์, 2553) ที่นำทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยเทคนิค Naïve Bayes และ Decision Tree มาสร้างแบบจำลองการตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอนได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับผู้เรียน

นอกจากนี้ แนวคิดการเรียนรู้แบบค้นพบที่อาศัยหลักการของการชี้แนะที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีแนวทางและเป็นระบบมากขึ้นซึ่งวิธีการดังกล่าวได้ถูกนำมาทดลองใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีผลการศึกษาที่พบว่าการสอนแบบค้นพบโดยการแนะแนวทาง เป็นการสอนที่ผู้สอนพยายามจะดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนออกมาใช้ โดยอาศัยคำถามหรือการอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างดีเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการต่างๆ (กรรณิการ์ จักรกรต, 2555) และระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองสามารถประเมินหรือวัดความรู้ของผู้เรียนขณะเรียนได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์จากสมการการเรียนรู้และแสดงผลระดับความรู้ด้วยเส้นโค้งการเรียนรู้ซึ่งสามารถสังเกตได้จากกราฟการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ค่อยๆปรับตัวไปตามความรู้ของผู้เรียนที่มีอยู่ขณะนั้น (อนุชิต กลิ่นกำเนิด, 2553) อย่างเห็นได้ชัดกล่าวคือ ผู้เรียนที่มีผลการเรียนที่ผ่านมาต่ำ (อ่อน) เมื่อได้เรียนรู้ผ่านระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเอง ทำให้มีพัฒนาการการเรียนรู้ที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นและปรับตัวเองไปอยู่ในระดับที่ผู้เรียนควรจะเป็นหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นนั่นเองดังจะเห็นได้จากตัวอย่างผู้เรียนคนที่ 1 และ 2 ในรูปที่ 10

วิธีการเรียนรู้เช่นนี้จะเป็แรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นจากการที่ได้รู้ว่าตนเองมีความรู้ในระดับใดทันทีหลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านระบบช่วยสอนดังกล่าว ซึ่งจะก่อให้เกิดความคิดเชิงบวกต่อผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ต่างกับการเรียนรู้ในระบบเดิมที่เรียนในห้องเรียนแล้วจึงจะไปประเมินความรู้ในภายหลังและผู้เรียนก็ไม่ทราบว่าแบบคำถามที่ได้ทำนั้นข้อใดมีความยากง่ายเพียงใด (คิดน้ำหนักเท่ากันทุกข้อ) และระบบช่วยสอนนี้สามารถนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ที่ดีและเหมาะสมในการเรียนครั้งต่อไปเป็นอย่างดี

อีกสิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยได้มองข้ามก็คือ พัฒนาการการเรียนรู้ที่ลดลง ซึ่งเป็นสภาพที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมากหรืออาจจะไม่เกิดขึ้นเลย โดยสาเหตุอาจจะเกิดมาจากผู้เรียนไม่ตั้งใจเรียนและไม่เอาใจใส่ต่อการเรียนเท่าที่ควร คอลบ (Kolb, 1984) นักวิชาการศึกษาได้กล่าวไว้ว่า รูปแบบของการเรียนรู้ในแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบช่วยสอนให้มีส่วนที่จะช่วยผู้สอนได้ทราบพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน และผู้เรียนก็สามารถทราบถึงพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเองด้วยโดยอาศัยการแสดงผลของพัฒนาการการเรียนรู้ด้วยเส้นโค้งการเรียนรู้ ดังแสดงในรูปที่ 9 เมื่อพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนลดลง ผู้สอนและผู้เรียนก็จะทราบและร่วมมือกันหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองที่พัฒนาขึ้นได้นำหลักการของสถานะจำกัด ซึ่งเป็นหลักการและทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์ที่นักวิชาการทางคอมพิวเตอร์ให้การยอมรับทั่วโลกและนำไปใช้อย่างแพร่หลาย (Harris & Harris, 2015) มาประยุกต์ใช้ได้อย่างลงตัวรวมทั้งสามารถพิสูจน์ทราบเพื่อยืนยันผลลัพธ์ของการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

ได้เป็นอย่างดีโดยใช้ค่าระดับความรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นซึ่งผู้วิจัยได้มีการออกแบบและพัฒนาอย่างเป็นระบบและได้นำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือในส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักอย่างเป็นขั้นตอน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

- 1.1 ระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาต่างๆได้ทุกรายวิชา
- 1.2 ผู้สอนควรสร้างแบบคำถามที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้และหาค่าความยากง่ายเพื่อแยกข้อคำถามให้เป็นกลุ่มยาก ปานกลาง ง่าย ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะทำให้เครื่องมือมีประสิทธิภาพมาก
- 1.3 ผู้สอนควรชี้แจงเพื่อสร้างความเข้าใจในการใช้งานระบบช่วยสอนและกำชับนักศึกษาให้ตั้งใจและใช้ความรู้ที่มีอยู่อย่างแท้จริง ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนารการเรียนรู้เป็นไปอย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

- 2.1 ควรนำระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองนี้ไปทดลองกับความหลากหลายของกลุ่มวิชาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ว่ามีความแตกต่างทางธรรมชาติของกลุ่มวิชาหรือไม่ เช่น รายวิชาทางสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ เป็นต้น
- 2.2 ควรนำระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองนี้ไปทดลองกับความหลากหลายของลักษณะเนื้อหาวิชา เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสมกับลักษณะของรายวิชาแบบใด เช่น รายวิชาที่ใช้การเรียนรู้ในลักษณะการท่องจำ เช่น รายวิชาประวัติศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์ เช่น รายวิชาคณิตศาสตร์
- 2.3 ควรนำระบบช่วยสอนเชิงปรับตัวด้วยตนเองนี้ไปทดลองกับกลุ่มผู้เรียนที่มีจำนวนมากหรือกลุ่มใหญ่ เช่น รายวิชาการศึกษาทั่วไปที่มีผู้เรียนจำนวน 200-500 คน ว่ามีผลต่อการเรียนรู้และช่วยผู้สอนได้มากน้อยเพียงใด

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ จักรกรรต. (2555). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การสอนแบบค้นพบโดยการแนะแนวทาง. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 5(1), 710-721.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทีศนา แคมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชพงศ์ ตันติภักดิ์. (2553). *การสร้างระบบเลียนแบบผู้สอนในการเรียนการสอนแบบสนทนาจากบันทึกการสอน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม: ประสานการพิมพ์.
- อนุชิต กลิ่นกำเนิด. (2553). *ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ*. (การค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Alfieri, L., (2011). Does discovery-based instruction enhance learning?. *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.
- Brent, M. B., & et al. (2005). On Using Learning Curves to Evaluate ITS. In C.-K. Looi, G. McCalla, B. Bredeeweg (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (p. 419-426). Netherlands: IOS Press.
- Fogel, L. J., Angeline, P. J., & Fogel, D. B. (1995). An Evolutionary Programming Approach to Self-Adaptation on Finite State Machines. In J. R. McDonnell, R. G. Reynolds, & D. B. Fogel (eds.) *Proceedings of the Fourth Annual Conference on Evolutionary Programming* (p. 355-365). N.P.: MIT Press.
- Harris, S. L., & Harris, D. M. (2015). *Digital design and Computer Architecture* (3rd ed.). USA: Morgan Kaufmann.
- Hopcroft, J. E., Motwani, R., & Ullman, J. D. (2001). *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation* (2nd ed). U.S.A.: Addison-wesley.
- Kethireddy, J., & Suthaharan, S.(2004). Visualization Teaching Tool for Simulation of OSI Seven Layer Architecture. *Proceedings Of IEEE SoutheastCon, 2004* (p.335-342). North Carolina, USA : n.p.
- Kolb, D. A. (1984). *Organizational Psychology: An Experiential Approach*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Martin, B., & et al. (2011). Evaluating and improving adaptive educational systems with learning curves. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 21(3), 249-283.
- Neto, J. J., & Iwai, M. K. (1998). Adaptive automata for syntax learning. In *XXIV Conferencia Latinoamericana de Informática -CLEI 98*, Quito, Ecuador (p. 135-149).

- Pena-Ayala, A. (2012). *Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems*. New York: Springer.
- Speelman, C. P., & Krisner, K. (2005). *Beyond the Learning Curve*. New York: Oxford University.
- Wright, T. P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of Aeronautical Sciences*, 3, 122–128.

Translated Thai References

- Jakkrod, K. (2012). Learning Achievement in Mathematics on Linear Equation with one Variable Problem–Solving for Mathayomsuksa 2 by using the Guided Discovery. *Veridian of e-journal*, 5(1), 710-721. [In Thai]
- Khaemaneer, T. (2014). *Pedagogy: Learning Process Management* (18th ed.). Bangkok: Dansutha Printing. [In Thai]
- Klinkumnerd, A. (2010). *Adaptive Learning Management System*. (Master’s Independent Study). Nakornpathom: Silpakorn University. [In Thai]
- Ministry of Education.(1999). *National Education Act of B.E. 2542 (1999)*. Bangkok: Kurusapa Printing. [In Thai]
- Patthiyathanee, S. (2008). *Measurement and Evaluation in Education* (6th ed.). Kalasin: Prasan Printing. [In Thai]
- Srisaad, B. (2003). *Research for Teacher*. Bangkok: Suveeriyasarn.[In Thai]
- Tantipantarak, R. (2010). *Human Tutor Imitation in Tutorial Dialogue System by Teaching-Log*. (Master’s thesis). Bangkok : Thammasat University. [In Thai]
- Wiboonsri, R. Y. (2009). *Measurement and Achievement Test Construction* (8th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.[In Thai]