



การพัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

A Development of Interactive Scaffolding Tools with Web Application to Support Self-Learning

ไพศาล สิมาลาเตา^{1*} และ จริญญา แสนราช²

Paisan Simalaotao^{1*} and Charun Sanrach²

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

*Corresponding author, E-mail: paisan.smlt@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน 2) ทดสอบผลการทำงานด้วยเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 3) หาประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) รูปแบบการเสริมศักยภาพ ได้แก่ เสนอคำอธิบาย เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการใช้แผนภาพ การเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ และการเสริมศักยภาพการสนับสนุนการทำงาน และ 2) เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ เมื่อไม่มีการโต้ตอบ เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพเกินเวลาที่กำหนด เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือในเวลาที่ต้องการ และเมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง โดยทำการทดลองด้วยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเสริมศักยภาพและเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ รวม 20 กรณี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ รายวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ด้วยเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษา PHP, HTML5 และ JavaScript ทดสอบการทำงานของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ตามเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างเรียนรู้โดยกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 2 กลุ่ม คือ แบบเดี่ยว 3 คน แบบกลุ่มย่อย 7 คน ผลการวิจัย พบว่า เครื่องมือดังกล่าวสามารถให้การเสริมศักยภาพการเรียนรู้เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ ทั้ง 20 กรณี ได้อย่างถูกต้องทุกกรณี ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพด้วยการทดลองแบบเดี่ยว และการทดลองกลุ่มย่อย พบว่า เครื่องมือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สามารถนำไปใช้ร่วมกับรูปแบบเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

คำสำคัญ: : เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ การปฏิสัมพันธ์ เว็บแอปพลิเคชัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง



Abstract

This objectives of this research are: 1) to develop an interactive scaffolding tools on web applications. 2) to experiment on the interactive scaffolding tools on web applications to support self-learning and assess user satisfaction and 3) to find the efficiency of the interactive scaffolding tools. The examples used in this research are: 1) scaffolding forms, for example, proposed descriptions, inquiry techniques, diagram techniques, process scaffolding and supportive scaffolding, and 2) interactive situation, for example, no interactive, cursor not moving for a period of specified time, learners clicking on help when needed, and incorrect process or results. The researcher experimented on 20 cases of the relationships of scaffolding forms and interactive situations. The research tool is the interactive scaffolding tool for Introduction to Computer Programming course on web applications developed by PHP, HTML5, and JavaScript. Two groups of students were chosen as a sample during their learning. We conducted 3 phases of experiment consisting of phase I: experiment on the individual testing (3 learners) and phase II: experiment on the group testing (7 learners).

From the experiment, the result shows that the tools can support learning potential of 20 cases of the relationships of scaffolding forms and interactive situations correctly in all cases. The learners were satisfied at a highest level ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47), and the developmental testing with individual testing and group testing shows that the efficiency is in accordance with the criteria of 80/80. It can be used together with other scaffolding model to support self-learning.

Keywords: scaffolding tools, interactive, web applications, self-learning

1. บทนำ

ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน คือ ผู้เรียนมีความสามารถ ทักษะและความรู้เดิมที่แตกต่างกัน ทำให้การเริ่มต้นเรียนรู้แตกต่างกัน ส่งผลให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์งานเพื่อแก้ปัญหาโจทย์เดียวกันได้แตกต่างกันหรือผู้เรียนบางคนสามารถแก้ปัญหาได้ ในขณะที่ผู้เรียนบางคนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ จากการวิเคราะห์ผู้เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น พบว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์แตกต่างกัน ผู้เรียนควรได้รับการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เหมาะสมตามความแตกต่างระหว่างผู้เรียน ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ระบุว่า การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

จากการค้นคว้าเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตัวเอง พบว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้ในชั้นเรียนจะได้รับการสนับสนุนการเรียนรู้จากผู้สอนและสื่อประกอบการสอนต่าง ๆ ที่อยู่ในชั้นเรียนตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างกับผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยตนเอง



ซึ่งต้องค้นคว้าหาแหล่งสนับสนุนการเรียนรู้จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งทำให้พบทั้งข้อมูลที่เป็นความจริงมีความน่าเชื่อถือและข้อมูลที่เป็นเท็จไม่มีความน่าเชื่อถือ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ เพื่อสนับสนุนความช่วยเหลือทางการเรียนของผู้เรียนที่แตกต่างกัน โดยการเสริมศักยภาพเป็นการสนับสนุนหรือให้ความช่วยเหลือในระหว่างที่ผู้เรียนทำการเรียนรู้หรือให้ความช่วยเหลือทั้งอย่างเป็นทางการและอย่างไม่เป็นทางการ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bruner, 1966) โดยแบ่งออกเป็น 1) การเสริมศักยภาพด้านเนื้อหาแบบคงที่ เช่น สื่อประกอบการสอน ภาพนิ่ง วิดิทัศน์ เสียงประกอบคำบรรยาย เป็นต้น รวมถึงการเสริมศักยภาพด้านเทคนิคหรือวิธีการที่มีลำดับขั้นตอนคงที่ โดยการเสริมศักยภาพการเรียนรู้และเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนรู้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และ 2) การเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่น เช่น คำแนะนำ การช่วยเหลือ การให้คำปรึกษา เป็นต้น ซึ่งทำหน้าที่ให้ความช่วยเหลือผู้เรียนตามความต้องการของผู้เรียน (Brush & Saye, 2001) หรือสามารถแบ่งออกเป็นหลายขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกำหนดประเด็น ขั้นรวบรวม ขั้นการใช้ ขั้นการสื่อสาร และขั้นการประเมิน (Bond, 2001) ซึ่งเหมาะสำหรับการสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยตนเองที่อยู่ในช่วงพัฒนาตนเอง การเรียนในรูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญหรือการเรียนตามความสนใจหรือเรียนตามความถนัดของผู้เรียน ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยมีการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้จนผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน (Vygotsky, 1978)

จากการค้นคว้าเพื่อศึกษาแนวทางแก้ปัญหา พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่เน้นการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ ได้แก่ การนำระบบเสริมศักยภาพที่สนับสนุนรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (สาลินันท์ เทพประสาน, มนต์ชัย เทียนทอง และ จริญญา แสนราช, 2553) ระบบเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค เค คับเบิลยู แอล พลัส (มนัสนิต ใจดี และ จริญญา แสนราช, 2556) และระบบเสริมศักยภาพบนเว็บที่สนับสนุนรูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (วิมาน ใจดี และจริญญา แสนราช, 2557) ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีการพัฒนาระบบเสริมศักยภาพการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนรูปแบบการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับทดสอบผลการทำงานเพื่อนำไปใช้สนับสนุนรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 1 พัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 2 ทดสอบผลการทำงานของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้
- 3 ประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

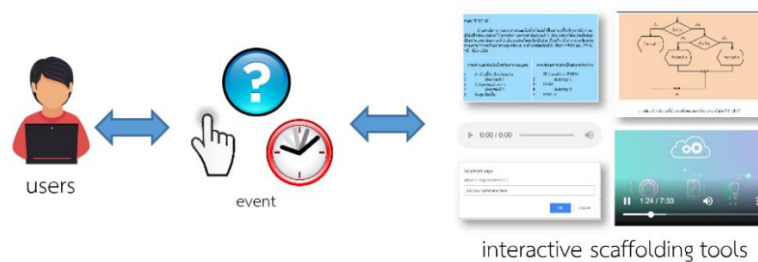


3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการวิจัยตามรายละเอียด ดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน เป็นเครื่องมือคอยให้ความช่วยเหลือกับผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้เนื้อหาและการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยการตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ เพื่อเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพที่เหมาะสมกับเนื้อหาหรือกิจกรรมนั้น ๆ ทำให้สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ ซึ่งสามารถเขียนกรอบแนวคิดการวิจัย ดังรูปที่ 1



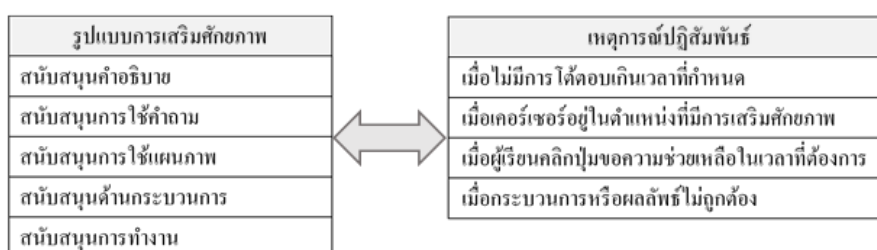
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ คือ นักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 1 ด้วยการสุ่มอย่างง่าย เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือ จำนวน 10 คน จากประชากร จำนวน 35 คน โดยแบ่งกลุ่มทดสอบระบบเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (One to One Testing/ Individual Testing) จำนวน 3 คน และการทดสอบประสิทธิภาพแบบทดลองกลุ่มย่อย (Group Testing) จำนวน 7 คน โดยในแต่ละกลุ่มทดสอบจะประกอบด้วยผู้เรียนที่มีระดับความสามารถเริ่มต้น ปานกลางและเชี่ยวชาญละกัน (อ่อน ปานกลาง และเก่ง) ซึ่งได้จากการทดสอบวัดระดับความสามารถของผู้เรียนก่อนเรียนและเลือกด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (ชัยขงค์ พรหมวงศ์, 2556)

3.3 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

3.3.1 รูปแบบการเสริมศักยภาพ ได้แก่ เสนอคำอธิบาย เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการใช้แผนภาพ เสริมศักยภาพการสนับสนุนการทำงาน และการเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ

3.3.2 เหตุการณ์ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ เหตุการณ์เมื่อไม่ได้ตอบ เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่เสริมศักยภาพเกินเวลาที่กำหนด เมื่อคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือเวลาที่ต้องการ และเมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเสริมศักยภาพและเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์ที่ใช้ในการทดลอง แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเสริมศักยภาพและเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์



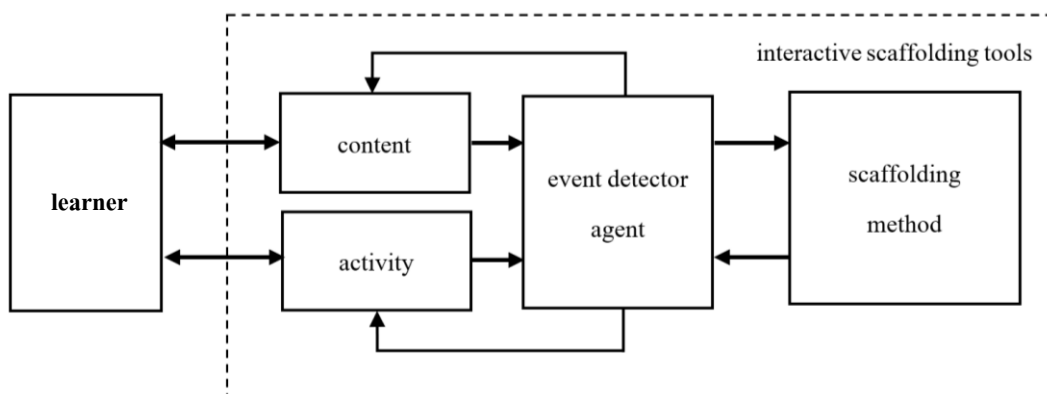
จากรูปที่ 2 สร้างความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเสริมศักยภาพที่นิยมใช้ จำนวน 5 รูปแบบ และเหตุการณ์ ปฏิสัมพันธ์ จำนวน 4 เหตุการณ์ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งระหว่างการเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ได้กรณีศึกษา จำนวน 20 กรณีสำหรับใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.4.1 เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองที่พัฒนาด้วยภาษา PHP, HTML5 และ JAVA script ที่ให้บริการผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ด้วย Apache Web Server โดยพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามขั้นตอนพัฒนาระบบ ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาปัญหาและความต้องการ พบว่า การเรียนรู้ด้วยตนเองในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ ปัญหาอย่างหนึ่ง คือ การได้รับความช่วยเหลือหรือการสนับสนุนในระหว่างการเรียนรู้ หรือการทำนายเหตุการณ์การสนับสนุนด้านต่าง ๆ กับผู้เรียน โดยกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง คือ เนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นด้วยภาษา C และภาษา C++ เพื่อใช้ในการทดสอบเครื่องมือการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ตามเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.4.1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ เมื่อนำปัญหามาทำการวิเคราะห์ พบว่า ระหว่างการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับระบบหรือเครื่องมือที่ผู้เรียนกำลังใช้ ได้แก่ เหตุการณ์เมื่อไม่มีการโต้ตอบ เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพเกินเวลาที่กำหนด เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือในเวลาที่ต้องการ และเมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง ซึ่งสามารถนำผลการวิเคราะห์มาออกแบบเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับรูปแบบการเสริมศักยภาพ ได้แก่ เสนอคำอธิบาย เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการใช้แผนภาพ เสริมศักยภาพการสนับสนุนการทำงาน และการเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ ดังรูปที่ 3



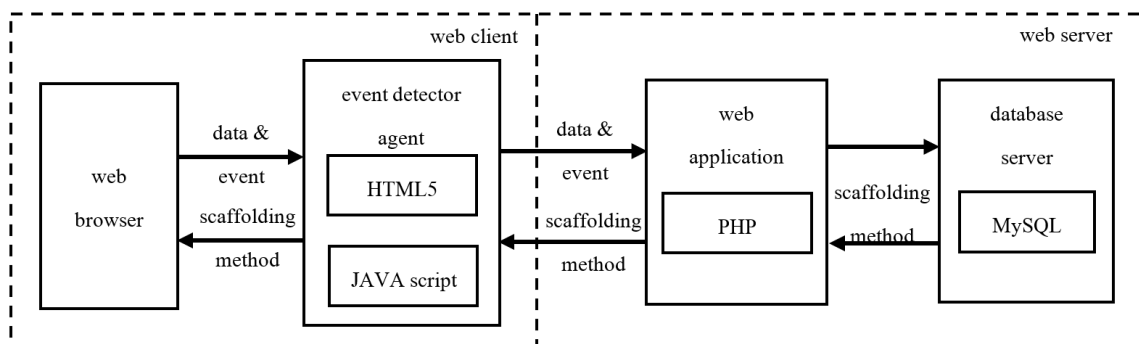
รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3 ผู้เรียน (learner) เข้าใช้งานเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (interactive scaffolding tools) โดยดำเนินการเรียนรู้เนื้อหา (content) และร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ (activity) ซึ่งในระหว่าง



การเรียนรู้ เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้จะตรวจสอบการติดต่อระหว่างผู้เรียนกับเหตุการณ์ต่าง ๆ (event detector agent) หากเหตุการณ์ต่าง ๆ ดำเนินไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ผู้เรียนจะได้รับการสนับสนุนรูปแบบการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ (scaffolding method) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาหรือสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4.1.3 พัฒนาระบบที่ออกแบบ นำผลการออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ มาพัฒนาให้สามารถรองรับการทำงานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่ให้บริการผ่านเครื่องเซิร์ฟเวอร์ด้วย Apache web server และตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์ด้วยภาษาสคริปต์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างการพัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 4 เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน สามารถแบ่งการพัฒนาด้วย Sublime text3 ซึ่งเป็นเครื่องมือพัฒนาเว็บ (web editor) ออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนของเว็บลูกข่าย (web client) ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้เรียนด้วยโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) พัฒนาด้วยภาษา HTML5 และ JAVA script ซึ่งเป็นภาษาสำหรับนำเสนอข้อมูลในรูปแบบเว็บเพจ โดยทำหน้าที่ตรวจสอบเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ และส่งข้อมูลเหตุการณ์ต่าง ๆ ไปยังส่วนของเว็บแม่ข่าย (web server) ทำหน้าที่ประมวลผลเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อเรียกใช้ข้อมูลรูปแบบการเสริมศักยภาพจากฐานข้อมูล พัฒนาด้วยภาษา PHP

3.4.1.4 ทดสอบระบบ ทำการทดสอบเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน โดยตรวจสอบความถูกต้องของการเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ตามเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตรงกับเหตุการณ์ที่ตั้งค่าการเสริมศักยภาพไว้หรือไม่ โดยมีเหตุการณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ 4 เหตุการณ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ทดสอบความถูกต้องของการเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ตามเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์

เหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์	ข้อสรุปจากการทดสอบระบบ
เมื่อไม่มีการโต้ตอบเกินเวลาที่กำหนด	ควรคำนวณเวลาเรียนรู้เนื้อหาร่วมกับเวลาสำหรับคิดวิเคราะห์ประมาณ 3-5 วินาที
เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพ	ข้อความที่ใช้ควรเป็นประโยคกระตุ้นการคิดหรือเป็นประโยคสำหรับใช้เป็นคำใบ้
เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือเมื่อต้องการ	แสดงข้อมูลตามความต้องการของผู้เรียน โดยเรียกใช้ข้อมูลจากส่วนเนื้อหา
เมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ ไม่ถูกต้อง	แสดงผลการตรวจสอบกระบวนการหรือผลลัพธ์และแสดงคำแนะนำเบื้องต้น



จากตารางที่ 1 เมื่อทดสอบความถูกต้องของการเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ตามเหตุการณ์ ปฏิสัมพันธ์ 4 เหตุการณ์ พบว่า เมื่อไม่มีการโต้ตอบเกินเวลาที่กำหนด ควรคำนวณเวลาเรียนรู้เนื้อหาพร้อมกับเวลา สำหรับคิดวิเคราะห์ประมาณ 3-5 วินาที เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพ ข้อความที่ใช้ควรเป็น ประโยคกระตุ้นการคิดหรือเป็นประโยคสำหรับใช้เป็นคำใบ้ เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือเมื่อต้องการ ควร แสดงข้อมูลตามความต้องการของผู้เรียน โดยเรียกใช้ข้อมูลจากส่วนเนื้อหา และเมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง ควรแสดงผลการตรวจสอบกระบวนการหรือผลลัพธ์และแสดงคำแนะนำเบื้องต้น

3.4.1.5 ปรับปรุงแก้ไขและใช้งานเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน พบว่า ผู้ใช้มีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงเรื่องการตรวจจับเหตุการณ์ตามส่วนต่าง ๆ ให้ครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้ ให้มากที่สุด ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำเครื่องมือดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

3.4.2 เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความสามารถของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน และแบบประเมินความพึงพอใจใช้งานเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลการพัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 5 เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน รองรับเหตุการณ์ ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้และสามารถเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การ สนับสนุนคำอธิบาย (explain support) สำหรับอธิบายรูปแบบคำสั่ง การสนับสนุนการใช้แผนภาพ (diagram support) สำหรับช่วยให้เข้าใจการทำงานของผังงานหรือขั้นตอนการทำงาน การสนับสนุนการใช้คำถาม (question support)



สำหรับการกระตุ้นการคิดเพื่อหาคำตอบในการเรียนรู้ การสนับสนุนด้านกระบวนการ (process support) สำหรับการทำความเข้าใจกระบวนการด้วยภาพและวิดีโอ และการสนับสนุนการทำงาน (work support) สำหรับสนับสนุนการทำงานด้วยเสียงบรรยายหรือข้อความแจ้งเตือน เป็นต้น

4.2 ผลการทดสอบเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน แสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเครื่องมือเสริมศักยภาพและเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์ที่ใช้ในการทดลอง

เหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์	รูปแบบการเสริมศักยภาพ	การเสริมศักยภาพ	ความพึงพอใจ	
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน
เมื่อไม่มีการโต้ตอบ	สนับสนุนคำอธิบาย	ถูกต้อง	4.60	0.52
	สนับสนุนคำถาม	ถูกต้อง		
	สนับสนุนแผนภาพ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนด้านกระบวนการ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนการทำงาน	ถูกต้อง		
เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพเกินเวลาที่กำหนด	สนับสนุนคำอธิบาย	ถูกต้อง	4.80	0.42
	สนับสนุนคำถาม	ถูกต้อง		
	สนับสนุนแผนภาพ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนด้านกระบวนการ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนการทำงาน	ถูกต้อง		
เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือในเวลาที่ต้องการ	สนับสนุนคำอธิบาย	ถูกต้อง	4.80	0.42
	สนับสนุนคำถาม	ถูกต้อง		
	สนับสนุนแผนภาพ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนด้านกระบวนการ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนการทำงาน	ถูกต้อง		
เมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง	สนับสนุนคำอธิบาย	ถูกต้อง	4.50	0.53
	สนับสนุนคำถาม	ถูกต้อง		
	สนับสนุนแผนภาพ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนด้านกระบวนการ	ถูกต้อง		
	สนับสนุนการทำงาน	ถูกต้อง		
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ			4.68	0.47

ผลการทดสอบใช้งานเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน โดยการเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพ ประกอบด้วย การสนับสนุนคำอธิบาย การสนับสนุนคำถาม การสนับสนุนแผนภาพ การสนับสนุนด้านกระบวนการ และการสนับสนุนการทำงาน เมื่อเกิดเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ พบว่า เมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่มีการโต้ตอบสามารถเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.52) เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพเกินเวลาที่กำหนดสามารถเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด



($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือในเวลาที่ต้องการ สามารถเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) เมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง สามารถเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี และเมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง สามารถเรียกใช้รูปแบบการเสริมศักยภาพได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.53) จึงสรุปได้ว่า เครื่องมือดังกล่าวตรวจสอบความสัมพันธ์ที่สร้างจากเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์และรูปแบบการเสริมศักยภาพ ได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47)

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน

กลุ่มทดลอง	ประสิทธิภาพแบบเดี่ยว	ประสิทธิภาพแบบกลุ่มย่อย
ค่าประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างเรียน (E_1)	81.33	82.86
ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังเรียน (E_2)	82.78	83.81

จากตารางที่ 3 เมื่อนำเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มทดลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างเรียน/ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังเรียน (E_1/E_2) พบว่า ค่าประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเมื่อทดลองแบบเดี่ยว มีค่าเท่ากับ 81.33/82.78 และค่าประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเมื่อทดลองแบบทดลองกลุ่มย่อย มีค่าเท่ากับ 82.86/83.81

5. การอภิปรายผล

5.1 เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถรองรับการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์และสามารถใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิมาน ใจดี และจรัญ แสนราช (2557) ที่มีการนำระบบเสริมศักยภาพบนเว็บมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ผลการทดสอบเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า เมื่อเกิดเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์ 1) เมื่อไม่มีการโต้ตอบสามารถเรียกใช้เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) เนื่องจากสามารถช่วยให้ผู้ใช้ถูกกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา 2) เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพเกินเวลาที่กำหนดสามารถเรียกใช้เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) เนื่องจากผู้ใช้รู้สึกได้รับความช่วยเหลือตลอดเวลา 3) เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอ



ความช่วยเหลือในเวลาที่ต้องการสามารถเรียกใช้เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) เนื่องจากผู้ใช้สามารถได้รับตัวช่วยได้ตรงตามความต้องการ และ 4) เมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์ไม่ถูกต้องสามารถเรียกใช้เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) เนื่องจากผู้ใช้ได้รับการแนะนำและข้อเสนอแนะในการทำงานให้ถูกต้อง ผู้ใช้มีความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) สอดคล้องกับงานวิจัยของ มนัสสิน ใจดี และจรัญ แสนราช (2556) ที่พัฒนาระบบเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามรูปแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู แอล พลัส และสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 ผลการประเมินค่าประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างเรียน/ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังเรียน (E1/E2) พบว่า ค่าประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเมื่อทดลองแบบเดี่ยว มีค่าเท่ากับ 81.33/82.78 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และค่าประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องมือเมื่อทดลองแบบทดลองกลุ่มย่อย มีค่าเท่ากับ 82.86/83.81 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สามารถนำไปใช้สนับสนุนรูปแบบการเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปรับเหมาะตามความสามารถผู้เรียน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

6. บทสรุป

ผลการวิจัยการพัฒนาเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษา HTML5 และ JAVA script รองรับเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 เหตุการณ์ ได้แก่ 1) เหตุการณ์เมื่อไม่มีการโต้ตอบ 2) เหตุการณ์เมื่อเคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่มีการเสริมศักยภาพเกินเวลาที่กำหนด 3) เหตุการณ์เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่มขอความช่วยเหลือในเวลาที่ต้องการ และ 4) เหตุการณ์เมื่อกระบวนการหรือผลลัพธ์การเรียนรู้ไม่ถูกต้อง ผลการทดสอบเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อเกิดเหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้ง 4 เหตุการณ์ สามารถเรียกใช้เครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องครบทุกกรณี ส่งผลให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องจากผู้ใช้ได้รับข้อเสนอแนะในการทำงานอย่างถูกต้อง รู้สึกได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา และได้รับความช่วยเหลือตรงกับความต้องการ ด้วยการสนับสนุนคำอธิบาย การสนับสนุนคำถาม การสนับสนุนแผนภาพ การสนับสนุนด้านกระบวนการ และการสนับสนุนการทำงาน ผลการประเมินค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือ ด้วยค่าประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างเรียน/ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังเรียน (E1/E2) พบว่า ผลการทดลองแบบเดี่ยว และผลการทดลองแบบทดลองกลุ่มย่อย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บแอปพลิเคชัน สามารถนำไปใช้สนับสนุนรูปแบบการเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบปรับเหมาะตามความสามารถผู้เรียน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

จากผลการวิจัยดังกล่าว พบประเด็นน่าสนใจในการพัฒนางานวิจัย คือ 1) การเสริมศักยภาพการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนที่มีความสามารถเบื้องต้น ควรมีการเสริมศักยภาพการเรียนรู้มากกว่า



ผู้เรียนที่มีความเชี่ยวชาญ 2) เหตุการณ์ปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนครอบคลุมพฤติกรรมเฉพาะตัวของผู้เรียน เช่น การเคลื่อนไหวหรือท่าทางระหว่างเรียนของผู้เรียน และ 3) ค่าประสิทธิภาพหลังการทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มทดลองขนาดใหญ่ที่มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองมีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สอดคล้องกับค่าประสิทธิภาพเบื้องต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณผศ.ดร.จรัญ แสนราช เป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ช่วยผลักดันจนผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการทำงานวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การค้ำ
คุรุสภา.

ชัยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1). 7-
20.

มนัสนิต ใจดี และจรัญ แสนราช. (2556). การสร้างรูปแบบการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู
แอล พลัสที่มีระบบเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. วารสารวิจัย มช, 1(2), 1-13.

วิมาน ใจดี และจรัญ แสนราช. (2557). การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของ
ขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพบนเว็บ. วารสารมหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 6(12). 91-105.

สาลินันท์ เทพประสาน, มนต์ชัย เทียนทอง และจรัญ แสนราช. (2553). ผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน
แบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบสแคฟโฟลด์สนับสนุน. วารสารวิชาการพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ, 3. 610-619.

Bruner, Jerome S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. London : Oxford University Press.

Brush, T. and Saye, J. (2001). The use of embedded scaffolds with hypermedia supported student-centered learning.
Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 10(4), pp.333-356.

Bond, T. (2001). Sauce : A process for pupils to use in research, problem solving and inquiry learning. Retrieved
August 15, 2018, from: <http://ictnz.com/SAUCE.htm>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society : The development of higher psychological processes*. (M. Cole, V. John-
Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press.