การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพบนเว็บ

THE SYNTHESIS OF A LEARNING MODEL WITH SIMULATION TOOL FOR STRUCTURED ALGORITHM USING PROBLEM-BASED LEARNING WITH SCAFFOLDINGS SYSTEM ON THE WEB

วิมาน ใจดี[1*] *จรัญ แสนราช*[2]

Wiman Jaidee[1*]***,*** *Charun Sanrach*[2]

[1]*นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

[1]*Ph.D. Student, Department of Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand.*

[2]*ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

[2]*Department of Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand.*

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

บทคัดย่อ

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสามารถนำมาใช้และประสบความสำเร็จในการศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และขั้นตอนวิธี ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการออกแบบโปรแกรม และทักษะการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ การใช้เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานที่สามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมเป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการทำงานตามขั้นตอนวิธีที่ได้ออกแบบไว้

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพบนเว็บ เพื่อนำไปใช้เป็นรูปแบบต้นแบบสำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึม สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ได้แก่ ศึกษาบทความ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัยร่างรูปแบบการเรียนรู้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ สร้างเครื่องมือเพื่อประเมินรูปแบบการเรียนรู้ กำหนดผู้เชี่ยวชาญสำหรับการอภิปรายกลุ่ม จัดประชุมเพื่ออภิปรายกลุ่มและประเมินรูปแบบการเรียนรู้และ แก้ไขและสรุปผล

รูปแบบการเรียนรู้ที่ได้ชื่อ SAPBLS ประกอบด้วย 4 โมดูล ได้แก่ 1) เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง เป็นเครื่องมือช่วยผู้เรียนในการเรียนรู้ขั้นตอนวิธีโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพคอยส่งเสริมและสนับสนุนผู้เรียน 2) โมดูลผู้เรียน เป็นส่วนที่ใช้บันทึกกิจกรรม ผลการเรียนรู้และรายละเอียดของผู้เรียน 3) โมดูลผู้สอน เป็นโมดูลสำหรับผู้สอน ใช้ในการจัดการข้อมูลสำหรับจัดการเรียนรู้ และ 4) โมดูลการ

ประเมินผล เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ ผลการประเมินรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้สอนด้านคอมพิวเตอร์และด้านการศึกษา จำนวน 12 คน พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดให้การยอมรับรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน

คำสำคัญ: การจำลองการทำงาน ขั้นตอนวิธี การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ระบบเสริมศักยภาพ

Abstract

The PBL method can be successfully applied in computer programming and algorithm course. The PBL method applied well for learning in some aspects of problem solving, program design, and programming skill. These skills are important for computer science students. The simulation tool is the best tool to help the learner understand steps and algorithm that has designed.

The objective of this research was to synthesize a Learning Model with Simulation Tool for Structured Algorithm using Problem-based Learning with Scaffoldings System on the Web to use as a prototype model for developing computer instruction on computer programming and algorithm course, Computer Science Program, Bachelor Degree, Nakhon Pathom Rajabhat University. The research procedures were consisted of 8 steps as follows: reviewed literature, defined a conceptual framework, drafted a learning model, interviewed the experts and revised the model, created assessment tool, assigned experts for focus group, evaluated a learning model by using focus group, and corrected and concluded.

The research result was SAPBLS Model that consisted of 4 modules as follows: 1) Simulation Tool is a tool for algorithm learning using problem based learning with scaffolding systems to support the learner 2) Student Module used to record activities, learning outcomes, and profiles of the learner 3) Instruction Module is a module for teacher to manage course's content and 4) Assessment Module used to evaluate learning outcomes. The evaluation results of the synthesized model from 12 experts who were instructors in computer and education fields revealed that all experts accepted the synthesize model. It can be concluded that the synthesized model can be used properly for students who have different learning speeds.

Keywords: Simulation, Algorithm, Problem-based Learning, Scaffoldings System

บทนำ

จากนโยบายการเปิดโอกาสทางการศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้สนใจเข้าศึกษาต่อได้เรียนตามความถนัดตามความสนใจโดยไม่ผ่านกระบวนการสอบคัดเลือก ก่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างผู้เรียนในหมู่เรียน ได้แก่ ประสบการณ์เดิมในด้านความรู้ความเข้าใจ ระดับความสามารถในการอ่านการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมเป็นรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะด้านบังคับเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นรายวิชาซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนในหลักสูตร ที่เน้นการฝึกทักษะด้านกระบวนการคิดการจัดการเพื่อแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์และการออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยขั้นตอนวิธี (Algorithm) ก่อนจะแปลงเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานในขั้นตอนต่อไป

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการเรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมของนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ระหว่างภาคเรียนที่ 1/2549 ถึงภาคเรียนที่ 1/2553 ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนเกณฑ์การประเมินผลการเรียน และสอนโดยผู้สอนคนเดียวกัน ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึม

ภาคเรียน/ปีการศึกษา	จำนวน	ผลการเรียน*									คะแนนเฉลี่ย
		A	B+	B	C+	C	D+	D	E	รวม	
1/2549	คน	12	2	18	14	16	5	0	3	70	60.70
	ร้อยละ	17.14	2.86	25.71	20.00	22.86	7.14	0.00	4.29	100.00	
1/2550	คน	16	8	11	15	8	20	16	5	99	62.90
	ร้อยละ	16.16	8.08	11.11	15.15	8.08	20.20	16.16	5.05	100.00	
1/2552	คน	10	2	11	12	9	7	4	8	63	60.74
	ร้อยละ	15.87	3.17	17.46	19.05	14.29	11.11	6.35	12.70	100.00	
1/2553	คน	7	3	11	8	8	10	5	8	60	61.07
	ร้อยละ	11.67	5.00	18.33	13.33	13.33	16.67	8.33	13.33	100.00	

*การวัดผลเป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมว่าด้วยการจัดการศึกษาระดับอนุปริญญาและปริญญาตรี พ.ศ. 2548

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าร้อยละของผู้เรียนที่มีผลการเรียนดีมาก (A) มีจำนวนลดลง แต่ร้อยละของผู้เรียนที่มีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ (E) กลับมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยที่มีค่าอยู่ระหว่าง 60 ถึง 63 สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนยังคงต้องได้รับการพัฒนาทักษะทางด้านกระบวนการคิด การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา และเมื่อพิจารณาผลการเรียนในระดับดี-ดีมาก (ระดับผลการเรียน B ถึง A) คิดเป็นร้อยละ 38.01 หรือประมาณ 1 ใน 3 ของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนทั้งหมด ที่เหลือ 2 ใน 3 มีผลการเรียนอยู่ในระดับไม่ผ่าน-พอใช้

(ระดับผลการเรียน E ถึง C+) ซึ่งตรงกับผลการสำรวจผลการเรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึม ของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่พบว่า นักศึกษามีผลการเรียนอยู่ในระดับดี-ดีมาก คิดเป็น 1 ใน 3 ของนักศึกษาที่สำรวจส่วนที่เหลือ 2 ใน 3 มีผลการเรียนอยู่ในระดับไม่ผ่าน-พอใช้ [1] และสอดคล้องกับผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้สอนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏจำนวน 22 แห่งที่พบว่า นักศึกษามีความรู้พื้นฐานในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมอยู่ในระดับต่ำ [2]

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะในการแก้ปัญหา [3] โดยการระบุปัญหา การพัฒนาขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากขั้นตอนวิธีที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้นการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงเป็นงานที่ยาก เนื่องจากผู้เรียนจะต้องมีความรู้ด้านทักษะการแก้ปัญหา ด้านไวยากรณ์และความหมายของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างดี [4] แต่น่าเสียดายที่กลับพบว่ามีผู้เรียนเป็นจำนวนมากยังขาดทักษะในการแก้ปัญหาและทักษะการคิดวิเคราะห์ [3] โดยเฉพาะผู้เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ส่วนใหญ่มักประสบปัญหาความยากลำบากในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการคิด ขาดทักษะการแก้ปัญหาและทักษะในการออกแบบความยากลำบากจากความหมายและไวยากรณ์ของคำสั่ง และไม่คุ้นเคยกับชุดของเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง การแก้ไข การแปลคำสั่ง และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม [5]

การเรียนรู้และเข้าใจขั้นตอนวิธีเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ [6-7] แต่ผู้เรียนโดยทั่วไปมักจะประสบปัญหาในการวิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนวิธีเนื่องจากขั้นตอนวิธีเป็นกระบวนการที่เป็นนามธรรม [8] ทำให้มีนักวิจัยจำนวนมากพยายามศึกษาหาวิธีในการจัดการเรียนการสอนขั้นตอนวิธี และวิธีการที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งคือการใช้เครื่องมือที่สามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรม [6,9] เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการทำงานตามขั้นตอนวิธีที่ได้ออกแบบไว้ [9] เช่น Muldner และ Shakshuki [6] ได้พัฒนาเครื่องมือที่เรียกว่า AE (Algorithm Explanation) เพื่อช่วยอธิบายการทำงานของขั้นตอนวิธีโดยการแสดงเป็นข้อความและการแสดงเป็นภาพ Shakshuki และ Halliday [7] ได้พัฒนาเครื่องมือชื่อ SHALEX (Structure Hypermedia Algorithm Explanation) ช่วยในการสอนขั้นตอนวิธี และได้พัฒนาเอเจนท์ (Agent) เพิ่มเติมเพื่อช่วยในการตรวจสอบความก้าวหน้า คอยให้คำแนะนำที่จำเป็น และบันทึกผลการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ขั้นตอนวิธีได้ทั้งจากห้องเรียนปกติ และจากการศึกษาทางไกลบนเว็บ

Ismail และคณะ [3] ได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาการใช้กลยุทธ์ในการสอน และปัญหาผู้เรียนไม่เข้าใจไวยากรณ์และโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม โดยการใช้กลยุทธ์ในการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้รับทักษะการแก้ปัญหาร่วมกัน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสในการฝึกปฏิบัติกับปัญหาจริงอย่างเพียงพอโดยผู้เรียนจะต้องได้รับข้อเสนอแนะหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการฝึกปฏิบัติ และได้แนะนำให้จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อช่วยส่งเสริม สนับสนุนและช่วยอธิบายรูปแบบไวยากรณ์และโครงสร้างของโปรแกรม

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาหลักมีข้อดี คือ ผู้เรียนได้เรียนรู้การทำงานในกลุ่ม เรียนรู้วิธีการสร้างสรรค์งาน เช่น การระดมความคิด การวางแผนการทำงาน การฝึกทักษะด้านการสื่อสาร ทักษะการอภิปราย ได้รับการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมกลุ่ม ได้ฝึกทักษะการค้นหาข้อมูล

จากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน และได้ฝึกความรับผิดชอบในการศึกษาด้วยตนเอง [10]

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ประสบความสำเร็จในการใช้บนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง เป็นทฤษฎีที่เน้นการทำงานเป็นทีม และความร่วมมือในการแก้ปัญหา [11] วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสามารถนำมาใช้ประสบความสำเร็จในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ส่งผลดีต่อการเรียนรู้ด้านทักษะการเขียนโปรแกรม รวมถึงทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการออกแบบโปรแกรม และสนับสนุนปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม [5]

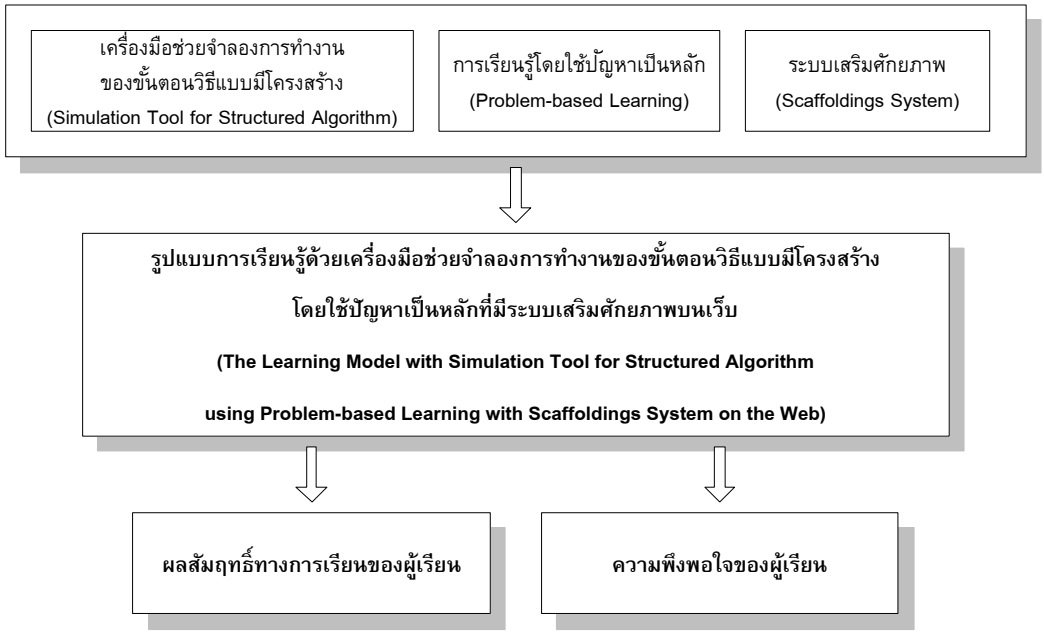
Hamalainen [12] ได้นำขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมาใช้ในรายวิชาพื้นฐานสำหรับวิทยาการคอมพิวเตอร์ และประสบผลสำเร็จอย่างดียิ่ง ผู้เรียนมีความมุ่งมั่น มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งวัดได้จากผลการเรียนและคุณภาพงานของผู้เรียน ผู้เรียนและผู้สอนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนรู้ และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีที่สนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

Hansen และคณะ [8] ได้ศึกษาการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มที่จัดกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้การสังเกต การสัมภาษณ์ และใช้แบบสอบถาม พบว่าบางกลุ่มสามารถศึกษาร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่บางกลุ่มไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ไม่มีผู้คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือประจำกลุ่ม ดังนั้นจึงสรุปว่า การมีผู้ให้คำแนะนำทั้งด้านเนื้อหาและด้านการจัดการภายในกลุ่มเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อความสำเร็จและความพึงพอใจในการเรียนรู้ของกลุ่ม

ผู้เรียนอาจจะประสบปัญหาในขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกันแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้จึงเกิดความเบื่อหน่ายและท้อแท้ ส่งผลให้ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ แนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือ การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือหรือช่วยเสริมศักยภาพในการทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้กับผู้เรียน เพื่อจะได้สร้างสรรค์ผลงานและผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มให้ประสบความสำเร็จได้ในที่สุด [13]

Fontes และคณะ [11] ใช้มัลติเอเจนท์ (Multiagent) ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงการอภิปรายด้วยการใช้ PDAg (Problem Detector Agent) ในการตรวจสอบการสนทนา เมื่อตรวจพบปัญหาจะแจ้งให้ SAg (Student Agent) ทำการค้นหาข้อมูลผู้เรียนเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนได้รับการช่วยเหลือแล้วหรือยัง ถ้ายังไม่ได้รับการช่วยเหลือ SAg จะเรียก Animated Interface Agent เพื่อให้ความช่วยเหลือด้วยการแสดงเป็นข้อความ และจะบันทึกประเภทของการช่วยเหลือเก็บลงฐานข้อมูลความช่วยเหลือ และแจ้งให้ผู้สอนทราบ

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อช่วยผู้เรียนในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมและได้กำหนดกรอบแนวคิดขึ้นมาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพบนเว็บ

จากภาพที่ 1 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิด ซึ่งเป็นการบูรณาการ การจำลองการทำงาน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และระบบเสริมศักยภาพเข้าด้วยกัน เพื่อช่วยผู้เรียนในการเรียนรู้การทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยการจำลองการทำงาน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพการทำงานของขั้นตอนวิธี เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เป็นรูปธรรม และสามารถทราบว่าขั้นตอนวิธีที่ได้ออกแบบไว้มีการทำงานที่ถูกต้องหรือเกิดข้อผิดพลาด ณ ขั้นตอนใด โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีรูปแบบการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง หรือปัญหาที่จำลองขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหา และมีระบบเสริมศักยภาพที่มีเอเจนท์ทำหน้าที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในด้านเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างด้านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และคอยจัดเนื้อหาและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนเพื่อสนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดการเรียนรู้บนเว็บเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาเรื่องข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ซึ่งสอดคล้องตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 [14] หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้

เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็นและจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพบนเว็บ

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาบทความ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยประเด็นที่ศึกษาได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ระบบเสริมศักยภาพเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เอเจนท์ มัลติเอเจนท์ และการเรียนรู้บนเว็บ

2. กำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดกว้างๆ ไว้ 4 ประเด็น ได้แก่ การจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ระบบเสริมศักยภาพ และการเรียนรู้บนเว็บ จากนั้นจึงกำหนดวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

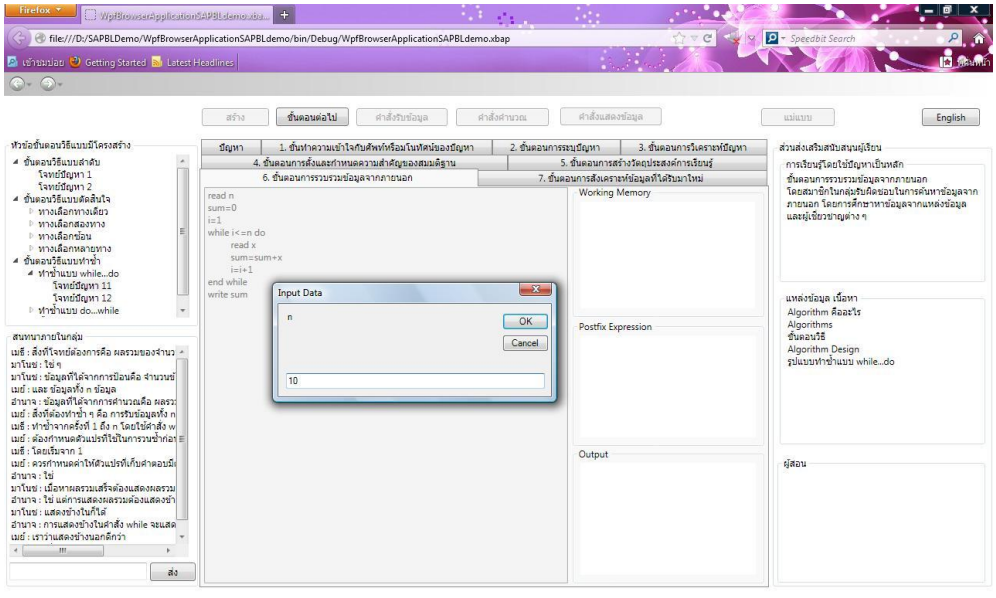
3. ร่างรูปแบบการเรียนรู้จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีทั้งหมด 7 ขั้นตอนคือ 1) การทำความเข้าใจกับศัพท์หรือมโนทัศน์ของปัญหาโดยใช้ความรู้เดิมของสมาชิกในกลุ่ม 2) การระบุปัญหาโดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันระบุปัญหาเพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน 3) การวิเคราะห์ปัญหา โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับขบวนการและกลไกที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา 4) การตั้งและการกำหนดความสำคัญของสมมติฐาน โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันคัดเลือกสมมติฐานที่ต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม 5) การสร้างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม 6) การรวบรวมข้อมูลจากภายนอก และ 7) ขั้นตอนการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาใหม่ โดยสมาชิกในกลุ่มช่วยกันสรุปหลักการเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้แก้ปัญหากรณีอื่นๆ ต่อไป [15]

4. สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการออกแบบการเรียนการสอน จำนวน 5 คน เพื่อขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักโครงสร้างและการทำงานขององค์ประกอบย่อยของรูปแบบการเรียนรู้โดยการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างและปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5. สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประเมินรูปแบบการเรียนรู้ และประเมินหาค่าความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร 1 คน ด้านเทคโนโลยีการศึกษา 1 คน ด้านโสตทัศนศึกษา 1 คน ด้านนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี 1 คน และด้านการจัดการเทคโนโลยี 1 คน

6. กำหนดผู้เชี่ยวชาญเพื่อระดมความคิดเห็นและประเมินรูปแบบการเรียนรู้จำนวน 12 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์ 2 คน ด้านการจัดการเทคโนโลยี 2 คน ด้านคอมพิวเตอร์ศึกษา 2 คน ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรมการศึกษา 4 คน และด้านหลักสูตร 2 คน โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกและมีประสบการณ์การสอนระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือมีผลงานวิจัยและผลงานวิชาการเป็นที่ยอมรับและเป็นผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในขั้นตอนที่ 4 จำนวน 3 คน

7. จัดประชุมเพื่อระดมความคิดเห็นและประเมินรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group) เพื่อศึกษาความคิดเห็น ค้นหาคำตอบที่ยังคลุมเครือ หรือยังไม่แน่ชัดของรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้รูปแบบการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยเชิญผู้เชี่ยวชาญที่คัดเลือกไว้ด้วยวิธีเจาะจง จำนวน 12 คน มาประชุมระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับกรอบแนวคิดโครงสร้างและการทำงานขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ในประเด็น “ยอมรับ” หรือ “ไม่ยอมรับ” พร้อมทั้งการขอรับข้อเสนอแนะต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญโดยผู้วิจัยได้นำเสนอระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานตามรูปแบบการเรียนรู้ดังภาพที่ 2 ก่อนการอภิปรายกลุ่มเพื่ออธิบายองค์ประกอบ ขั้นตอนการทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบการเรียนรู้ต่อที่ประชุม



ภาพที่ 2 ระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานตามรูปแบบการเรียนรู้

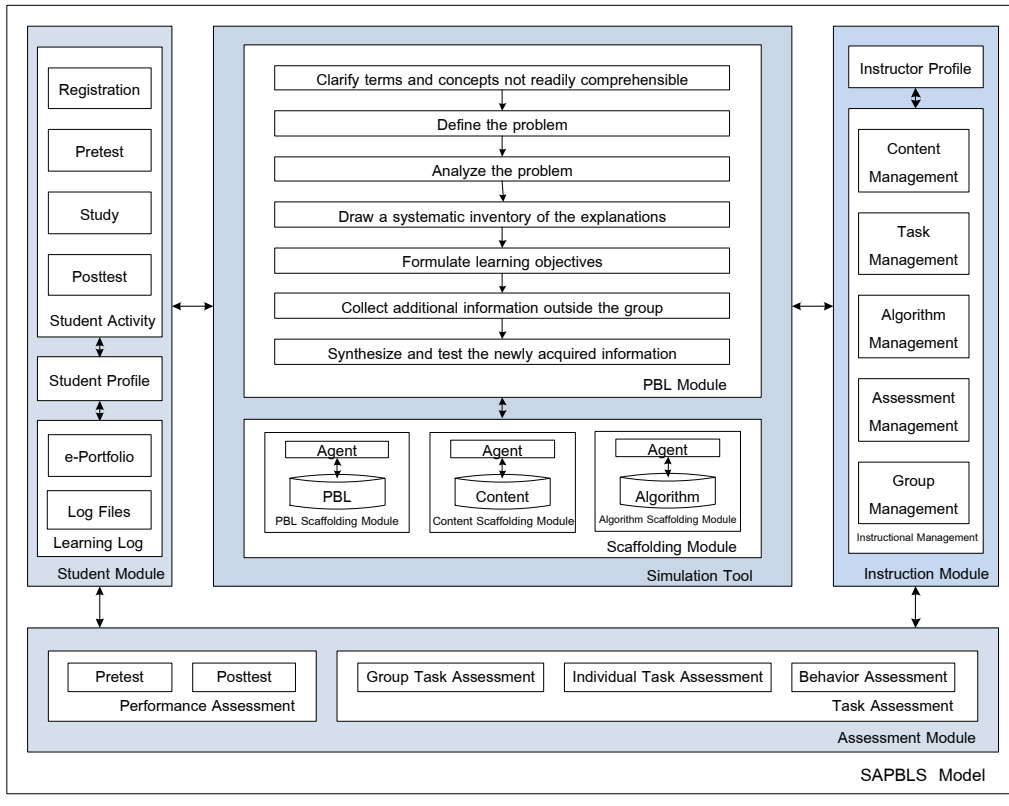
8. แก้ไขรูปแบบการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และสรุปผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้

ผลการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 คน เห็นด้วยในองค์ประกอบหลัก โครงสร้างและการทำงานขององค์ประกอบย่อยของรูปแบบการเรียนรู้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพบนเว็บ (SAPBLS Model)

SAPBLS Model ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างโมดูลผู้เรียน โมดูลผู้สอน และโมดูลการประเมินผล ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 องค์ประกอบของ SAPBLS Model

องค์ประกอบหลักทั้ง 4 องค์ประกอบมีโครงสร้างและการทำงานดังนี้

1.1 เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง (Simulation Tool) เป็นเครื่องมือช่วยผู้เรียนในการเรียนรู้ขั้นตอนวิธี โดยผู้เรียนสามารถสร้าง แก้ไข และบันทึกขั้นตอนวิธี สามารถตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนวิธีด้วยการจำลองการทำงาน และสามารถมองเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการทำงานอย่างเป็นรูปธรรมแทนการจินตนาการของผู้เรียน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีระบบเสริมศักยภาพคอยส่งเสริม และสนับสนุนผู้เรียน ทั้งจากระบบที่พัฒนา จากผู้สอน และจากสมาชิกภายในกลุ่ม

เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้างประกอบด้วยโมดูล 2 โมดูล ได้แก่ โมดูลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และโมดูลเสริมศักยภาพ

1.1.1 โมดูลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL Module) เป็นส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นตอนวิธี 7 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนวิธีกับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ใช้ใน SAPBLS Model

The 7 Basic Steps in the Development of a Program [16]	The Process of Learning by Inventing Algorithms [17]	Algorithm Design and Analysis Stages [18]	การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก [15]	กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นตอนวิธีตามรูปแบบการเรียนรู้ SAPBLS Model*
1. Define the Problem	1. Analyze Problem	1. Problem Definition	1. Clarify Terms and Concepts not Readily Comprehensible	ผู้เรียนหาข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่พบร่วมกัน
			2. Define the Problem	ผู้เรียนร่วมกันหาผลลัพธ์ หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ
		2. Identifying the Computational Requirements	3. Analyze the Problem	ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การจัดกลุ่มข้อมูลตามประเภทข้อมูลพิจารณาข้อมูลนำเข้าพิจารณาการประมวลผลและพิจารณาข้อมูลออก
2. Outline the Solution	2. Find Solution Idea	3. Algorithmic Decisions (Pre-Design Decisions)	4. Draw a Systematic Inventory of the Explanations	ผู้เรียนร่วมกันหาวิธีการในการแก้ปัญหาและเรียงลำดับวิธีการแก้ปัญหาในกรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี โดยพิจารณาว่าสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ นำไปปฏิบัติได้จริงหรือไม่ และเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพหรือไม่
			5. Formulate Learning Objectives	ผู้เรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเรียนรู้ขั้นตอนวิธี
3. Develop the Outline into an Algorithm	3. Formulate Algorithm	4. Algorithm Design	6. Collect Additional Information Outside the Group	ผู้เรียนแต่ละคนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากเนื้อหาบทเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง พัฒนาและทดสอบการทำงานของขั้นตอนวิธีโดยใช้เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง
4. Test the Algorithm for Porrectness	4. Play Algorithm	5. Algorithm Evaluation		
	5. Reflect Algorithm	6. Algorithm Analysis	7. Synthesize and Test the Newly Acquired Information	ผู้เรียนร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้รับมาใหม่และนำมาสรุปเป็นผลการเรียนรู้ที่ได้ในกลุ่ม
5. Code the Algorithm into a Specific Program		7. Coding		
6. Run the program on the computer				
7. Document and Maintain the Program				

* ผ่านการอภิปรายกลุ่ม

1.1.2 โมดูลเสริมศักยภาพ (Scaffolding Module) เป็นส่วนจัดการระบบเสริมศักยภาพให้แก่ผู้เรียน ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ โมดูลให้ความช่วยเหลือด้านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โมดูลให้ความช่วยเหลือด้านเนื้อหา และโมดูลให้ความช่วยเหลือด้านขั้นตอนวิธี

1.1.2.1 โมดูลให้ความช่วยเหลือด้านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL Scaffolding Module) เป็นโมดูลที่คอยให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยมีเอเจนท์ทำหน้าที่ให้ความช่วยเหลือผู้เรียน โดยใช้ข้อมูลความช่วยเหลือจาก PBL ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

1.1.2.2 โมดูลให้ความช่วยเหลือด้านเนื้อหา (Content Scaffolding Module) เป็นโมดูลที่คอยให้ความช่วยเหลือผู้เรียนด้านเนื้อหาและแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยมีเอเจนท์ทำหน้าที่ให้ความช่วยเหลือผู้เรียนด้วยการนำเสนอเนื้อหาและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลความช่วยเหลือจาก Content ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาและแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

1.1.2.3 โมดูลให้ความช่วยเหลือด้านขั้นตอนวิธี (Algorithm Scaffolding Module) เป็นโมดูลที่คอยให้ความช่วยเหลือและชี้แนะแนวทางแก่ผู้เรียนที่ร้องขอ และผู้เรียนที่มีปัญหาทางการเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีโดยมีเอเจนท์คอยให้ความช่วยเหลือ และชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธี โดยใช้ข้อมูลจาก Algorithm ที่เป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบความหมายของคำสั่ง และขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง

1.2 โมดูลผู้เรียน (Student Module) เป็นโมดูลที่ใช้เก็บข้อมูลของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนรายละเอียดของผู้เรียน ส่วนกิจกรรมของผู้เรียน และส่วนบันทึกการเรียนรู้

1.2.1 ส่วนรายละเอียดของผู้เรียน (Student Profile) ใช้บันทึกข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน

1.2.2 ส่วนกิจกรรมของผู้เรียน (Student Activity) ได้แก่ การลงทะเบียน (Registration) การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) การศึกษาเนื้อหา (Study) และการทดสอบหลังเรียน (Posttest)

1.2.3 ส่วนบันทึกการเรียนรู้ (Learning Log) ใช้สำหรับบันทึกการเรียนรู้เป็นแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (e-Portfolio) โดยบันทึกผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการ หรือตามงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อเก็บเป็นหลักฐานแสดงความพยายามในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนสามารถกำกับ ติดตามความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานได้รวมทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถบันทึกการปฏิบัติงานเป็นระยะๆ และใช้บันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน (Log Files) โดยบันทึกการใช้งานระบบของผู้เรียน และจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานของผู้เรียน ได้แก่ การบันทึกเวลาการเข้าใช้งาน เวลาการปฏิบัติงาน บันทึกกิจกรรมต่างๆ และบันทึกเวลาออกจากระบบของผู้เรียน

1.3 โมดูลผู้สอน (Instruction Module) เป็นโมดูลสำหรับผู้สอนเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลสำหรับจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนรายละเอียดผู้สอนและส่วนการจัดการเรียนการสอน

1.3.1 ส่วนรายละเอียดผู้สอน (Instructor Profile) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลส่วนตัวของผู้สอน

1.3.2 ส่วนการจัดการเรียนการสอน (Instructional Management) ใช้สำหรับการจัดการเนื้อหาบทเรียน (Content Management) การจัดการงานที่มอบหมาย (Task Management) ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การจัดการขั้นตอนวิธี (Algorithm Management) การจัดการประเมินผล (Assessment Management) และการจัดกลุ่มผู้เรียน (Group Management)

1.4 โมดูลการประเมินผล (Assessment Module) เป็นโมดูลที่ใช้สนับสนุนเครื่องมือสำหรับการประเมินผลผู้เรียน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนการประเมินผลการปฏิบัติงาน และส่วนการประเมินผลงาน

1.4.1 ส่วนการประเมินผลการปฏิบัติงาน (Performance Assessment) ใช้สำหรับการประเมินความรู้ของผู้เรียน ได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และการทดสอบหลังเรียน (Posttest)

1.4.2 ส่วนการประเมินผลงาน (Task Assessment) ใช้สำหรับการประเมินงานและพฤติกรรมในการทำงานของผู้เรียน ได้แก่ การประเมินผลงานกลุ่ม (Group Task Assessment) การประเมินผลงานเดี่ยว (Individual Task Assessment) และการประเมินพฤติกรรม (Behavior Assessment) ในการทำงานของผู้เรียน

2. ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ SAPBLS Model ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ให้การ “ยอมรับ” รูปแบบ SAPBLS Model ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้

รายละเอียดการประเมิน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ		ร้อยละของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
ความคิดเห็นเกี่ยวกับกรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้			
1. กรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	12	-	100
ความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้			
1. ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ในโมดูลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL Module) มีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง	12	-	100
2. โครงสร้างของโมดูลให้ความช่วยเหลือด้านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL Scaffolding Module) มีความเหมาะสมต่อการทำงาน	12	-	100
3. การทำงานของโมดูลให้ความช่วยเหลือด้านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL Scaffolding Module) มีความเหมาะสมในการให้ความช่วยเหลือต่อผู้เรียน	12	-	100
4. โครงสร้างของโมดูลให้ความช่วยเหลือด้านเนื้อหา (Content Scaffolding Module) มีความเหมาะสมต่อการทำงาน	12	-	100
5. การทำงานของโมดูลให้ความช่วยเหลือด้านเนื้อหา (Content Scaffolding Module) มีความเหมาะสมในการให้ความช่วยเหลือต่อผู้เรียน	12	-	100
6. โครงสร้างของโมดูลให้ความช่วยเหลือด้านขั้นตอนวิธี (Algorithm Scaffolding Module) มีความเหมาะสมต่อการทำงาน	12	-	100
7. การทำงานของโมดูลให้ความช่วยเหลือด้านขั้นตอนวิธี (Algorithm Scaffolding Module) มีความเหมาะสมในการให้ความช่วยเหลือต่อผู้เรียน	12	-	100

รายละเอียดการประเมิน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ		ร้อยละของผู้เชี่ยวชาญที่เห็นด้วย
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
โครงสร้างและการทำงานของโมดูลผู้เรียน (Student Module)			
1. รายละเอียดของผู้เรียน (Student Profile) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
2. การลงทะเบียน (Registration) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
3. การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
4. การศึกษาเนื้อหา (Study) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
5. การทดสอบหลังเรียน (Posttest) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
6. แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (e-Portfolio) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
7. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน (Log Files) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
โครงสร้างและการทำงานของโมดูลผู้สอน (Instruction Module)			
1. รายละเอียดผู้สอน (Instructor Profile) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
2. การจัดการเนื้อหาบทเรียน (Content Management) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
3. การจัดการงานที่มอบหมาย (Task Management) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
4. การจัดการขั้นตอนวิธี (Algorithm Management) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
5. การจัดการประเมินผล (Assessment Management) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
6. การจัดกลุ่มผู้เรียน (Group Management) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
โครงสร้างและการทำงานของโมดูลการประเมินผล (Assessment Module)			
1. การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
2. การทดสอบหลังเรียน (Posttest) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
3. การประเมินผลงานกลุ่ม (Group Task Assessment) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
4 การประเมินผลงานเดี่ยว (Individual Task Assessment) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
5. การประเมินพฤติกรรม (Behavior Assessment) มีความเหมาะสมในการทำงาน	12	-	100
ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้			
1. ความสัมพันธ์ระหว่าง โมดูลผู้สอน (Instruction Module) กับเครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง (Simulation Tool) มีความเหมาะสม	12	-	100
2. ความสัมพันธ์ระหว่าง โมดูลผู้สอน (Instruction Module) กับ โมดูลการประเมินผล (Assessment Module) มีความเหมาะสม	12	-	100
3. ความสัมพันธ์ระหว่าง โมดูลผู้เรียน (Student Module) กับ เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง (Simulation Tool) มีความเหมาะสม	12	-	100
4. ความสัมพันธ์ระหว่าง โมดูลผู้เรียน (Student Module) กับ โมดูลการประเมินผล (Assessment Module) มีความเหมาะสม	12	-	100
5. ความสัมพันธ์ระหว่าง โมดูลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL Module) กับ โมดูลเสริมศักยภาพ (Scaffolding Module) มีความเหมาะสม	12	-	100

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายกลุ่ม ผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 คน มีความคิดเห็นว่าการทำงานของโมดูลต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน สอดคล้องกัน และมีฉันทามติให้การยอมรับว่ารูปแบบการเรียนรู้ควรประกอบด้วยโมดูลหลัก 4 โมดูล ได้แก่ เครื่องมือช่วยจำลองการทำงานของขั้นตอนวิธีแบบมีโครงสร้าง โมดูลผู้เรียน โมดูลผู้สอน และโมดูลการประเมินผล และมีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นนี้มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมได้และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการนำรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์ในครั้งนี้ไปพัฒนาให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมในระยะต่อไปดังนี้

1. การออกแบบเว็บควรออกแบบให้เรียบง่ายแต่ดูดี สีสันฉูดฉาดได้เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน

2. ควรมีการระบุตัวตนในการเข้าใช้งานเพื่อรักษาความปลอดภัยในการใช้งานระบบ

3. ถ้ามีการแจ้งเตือนผู้เรียนที่ไม่เข้ามาใช้ระบบ หรือไม่ร่วมทำกิจกรรมจะทำให้ระบบสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] สัมฤทธิ์ เสนกาศ. (2553). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์.* ปริญญานิพนธ์ ปร.ด. (คอมพิวเตอร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[2] สายชล จินโจ. (2550). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1.* ปริญญานิพนธ์ ปร.ด. (คอมพิวเตอร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[3] MohdNasir ISMAIL; Nor Azilah NGAH; & IrfanNaufal UMAR. (2010, April). INSTRUCTIONAL STRATEGY IN THE TEACHING OF COMPUTER PROGRAMMING: A NEEDASSESSMENT ANALYSES. *The Turkish Online Journal of Education Technology.* 9(2): 125-131. Retrieved March 10, 2012, from http://tojet.net/articles/v9i2/9214.pdf

[4] Micaela Esteves; Benjamim Fonseca; Leonel Morgado; & Paulo Martins. (2009, April). Using Second Life for Problem Based Learning in Computer Science Programming. *Journal of Virtual Worlds Research.* 2(1): 3-25.

[5] Esko Nuutila; Seppo Torma; Paivi Kinnunen; & Lauri Malmi. (2008). LearningProgramming with the PBL Method-Experiences on PBL Cases and Tutoring. *Reflections on the Teaching of Programming.* 47-67.

[6] Tomasz Muldner & Elhadi Shakshuki. (2004). A New Approach to Learning Algorithms. In *InternationalConference on Information TechnologyCoding andComputer (ITCC'04).* 1: 141-145.

[7] Elhadi M. Shakshuki & Richard Halliday. (2009, May). An Agent for Web-based Structured Hypermedia Algorithm Explanation System. *Journal of Universal Computer Science.* 15(10): 2078-2108.

[8] Steven Hansen; N. Hari Narayanan; & Mary Hegarty. (2002). Designing Educationally Effective Algorithm Visualizations. *Journal of Visual Language and Computing.* 291-317.

[9] AriKorhonen; LauriMalmi; JussiNikander; & Petri Tenhunen. (2003). Interaction andFeedback in Automatically Assessed Algorithm Simulation Exercises. *Journalof Information Technology Education.* 2: 241-255.

[10] EskoNuutila; SeppoTorma; & LauriMalmi. (2005, June). PBL and Computer Programming The Seven Steps Method with Adaptations. *Computer Science Education.* 15(2): 123-142.

[11] Laysa Mabel de O. Fontes; Francisco Milton Mendes Neto; & Alexandre A. A.Pontes. (2011). A Multiagent System to Support Problem-Based Learning. *Creative Education.* 2(5): 452-457.

[12] WilhelmiinaHamalainen. (2004). Problem-based learning of theoretical computer Science. *Frontiers in Education.* 3: 1-6.

[13] สาลินันท์ เทพประสาน; มนต์ชัย เทียนทอง; และ จรัญ แสนราช. (2553, กันยายน-ธันวาคม). ผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีระบบสแคฟโฟลด์สนับสนุน. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.* 20(3): 610-619.

[14] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ.* กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

[15] H. G. Schmidt. (1983). Problem-based learning: rationale and description. *Medical Education.* 17(1): 11-16.

[16] Rene Doursat. (2006). *Introduction to Programming.* Reno: University of Nevada. Retrieved August 10, 2012, from http://doursat.free.fr/docs/CS135_S06/CS135_S06_1_Introduction1.pdf

[17] Gerald Futschek & Julia Moschitz. (2010). Developing Algorithmic Thinking by Inventing and Playing Algorithms. *Constructionism.* pp. 1-10.

[18] A.S. Sodiya & A.A. Afolorunso. (2008). *Programming and Algorithms.* Lagos: National Open University of Nigeria.