



การออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Designing of Cognitive Tools to Enhance Problem-Solving in Computer Language Programming for High School Students

เพรียว พลอาสา^{1*} และ จารุณี ซามาตย์²

Priew Pholasa^{1*} and Charuni Samat²

¹นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Master of Education Program in Science and Technology Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

²อาจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Lecturer, Computer Education Program, Faculty of Education Program, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การเขียนโปรแกรมเป็นศาสตร์อันซับซ้อนที่ผนวกรวมทักษะหลายด้านเข้าไว้ด้วยกัน ทั้งยังมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการแก้ปัญหาลดจนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ซึ่งประกอบด้วย การวิจัยหลายรูปแบบ ได้แก่ การวิจัยเอกสาร (Document Analysis) การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey) และการศึกษารายกรณี (Case Study) ดำเนินการศึกษากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุนรรีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 25 คน ที่กำลังเรียนเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ (IPST-MicroBOX) มีวิธีดำเนินการวิจัย 5 ขั้นตอน คือ การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง, การศึกษาสภาพบริบท, การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ, การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือทางปัญญา และการประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือทางปัญญา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสรุปตีความโดยผู้วิจัย ผลการวิจัยพบว่า กรอบแนวคิดการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ 1) เครื่องมือการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา 2) เครื่องมือสืบค้นสารสนเทศ 3) เครื่องมือนำเสนอสารสนเทศ 4) เครื่องมือจัดการความรู้ 5) เครื่องมือบูรณาการความรู้ 6) เครื่องมือสร้างความรู้ และ 7) เครื่องมือสื่อสาร โดยการออกแบบเครื่องมือทางปัญญามีประสิทธิภาพตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

คำสำคัญ: เครื่องมือทางปัญญา, การแก้ปัญหา, การเขียนโปรแกรม

Abstract

Programming is a complicated science and includes many of the skills, also a key part in promoting problem-solving and to develop higher-order thinking skills of students in the 21st century. The purposes of this research were to be designed and develop the cognitive tools to enhance problem-solving in computer language programming for high school students. Research methodology is developmental research: statistic methods are document analysis, survey and case study. The study was conducted with 25 Grade-10 students whose studying microcontroller programming (IPST-MicroBOX) during the second semester, academic year 2015 of Suranari Wittaya School, Nakhon Ratchasima, Thailand. The research procedure was carried out through 5 steps: a study of the theories and research; a study of the context; a synthesis of designing framework of cognitive tools; designing and development of cognitive tools to enhance problem-solving in computer language programming; and an evolution of the efficiency of cognitive tools. The data analysis employed an interpretation and conclusion by the researcher. The result revealed that: The designing framework consist of 7 essential elements which are: Problem Analysis Tools, Information Seeking Tools, Information Presentation Tools, Knowledge Organization Tools, Knowledge Integration Tools, Knowledge Generation Tools, and Communication Tools. The designing framework is shown efficiency by expert review.

Keywords: Cognitive Tools, Problem-Solving, Programming

บทนำ

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันส่งผลกระทบต่ออย่างเห็นได้ชัดต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังจะเห็นได้จากวัฒนธรรมการรับรู้ข่าวสารของคนในสังคมที่เปลี่ยนไปจากเดิม โลกได้มุ่งไปสู่สังคมเศรษฐกิจฐานความรู้ที่เทคโนโลยี นวัตกรรม และความคิดสร้างสรรค์ได้กลายเป็นปัจจัยหลักขององค์กรในการสร้างโอกาสการผลิตและพัฒนามากกว่าการพึ่งพิงด้านเงินทุนหรือแรงงาน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555) การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้จึงถือเป็นสิ่งสำคัญในแง่ของการพัฒนาคนให้มีความรู้ความเข้าใจเท่าทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ทักษะความรู้ดังกล่าวในการพัฒนาชาติและขับเคลื่อนเศรษฐกิจ เหตุการณ์ดังกล่าวสอดคล้องกับกรอบแนวคิดการจัดการศึกษาของชาติที่มุ่งเน้นการตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542) และส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะด้านการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา ตลอดจนมีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) การศึกษาในปัจจุบันจึงควรเน้นไปที่การเรียนรู้จากปัญหาเพื่อฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือและแก้ปัญหาร่วมกัน มีภาวะความเป็นผู้นำ เกิดทักษะวิชาชีพ และตอบสนองความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน (เบลล์กันกา และแบรนต์, 2554)

สืบเนื่องจากการที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ฝึกปฏิบัติการสอนในรายวิชาการสืบเสาะและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นวิชาที่วัดด้วยการบูรณาการความรู้ร่วมกันระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาสำคัญในส่วนของคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีคือการฝึกให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ (IPST-MicroBOX)

เพื่อแก้ปัญหาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสรรค์
ชิ้นงานที่เป็นนวัตกรรมจากองค์ความรู้ดังกล่าว จากการ
สังเกตบริบทชั้นเรียนพบว่า ปัญหาที่สำคัญของผู้เรียนคือ
การวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา เนื่องจากการ
เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น
ถือเป็นสิ่งใหม่ ชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX
ที่นำมาให้ผู้เรียนศึกษาได้ถูกออกแบบให้มีอุปกรณ์ และ
ชุดคำสั่งพิเศษเป็นของตนเองทำให้ผู้เรียนมีภาระ
ทางปัญหาที่เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับบริบทของโรงเรียน
สุรนารีวิทยาที่เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ และมีกิจกรรม
หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนบางส่วนต้องเข้าร่วมกิจกรรม และ
ขาดเรียนบ่อยครั้ง การเรียนการสอนไม่สามารถดำเนิน
ตามแผนได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งในสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว
(วิจารณ์ พานิช, 2555) ได้นำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา
ด้วยการสนับสนุนให้มีการพัฒนาระบบที่ช่วยเสริมการ
เรียนรู้ของผู้เรียนในช่วงเวลาปกติที่ขาดหายไป

โดยธรรมชาติ การโปรแกรมและการประยุกต์ถือเป็น
รายวิชาที่ค่อนข้างซับซ้อนและยากต่อการทำความเข้าใจ
เนื่องจากเป็นงานที่ต้องอาศัยทักษะหลายด้านของ
การแก้ปัญหา อาทิ การจำแนกองค์ประกอบของปัญหา
การเลือกใช้สารสนเทศที่เหมาะสม การตรวจสอบและคาด
คะเนผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ การประยุกต์ดัดแปลงโครงสร้าง
โปรแกรม ตลอดจนการตรวจจับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
(Jonassen & Reeves, 1996) สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ผู้เรียน
ทุกคนจะต้องเผชิญอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตาม
ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือการที่ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์
และออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาได้ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึง
ได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนพบว่า
การเขียนโปรแกรมให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ
ควรแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการ
วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา (Problem-Solving
Phase) 2) ขั้นการลงมือปฏิบัติ (Implementation
Phase) และ 3) ขั้นการบำรุงรักษา (Maintenance
Phase) (Dale et al., 2007) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ
สายสุนีย์ เจริญสุข (2557) ที่ได้นำขั้นตอนการแก้ปัญหา
มาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เขียน
โปรแกรมจนประสบผลสำเร็จ

จากการสังเคราะห์งานวิจัยและทฤษฎีที่
เกี่ยวข้องพบว่าในหลายสาขาวิชาได้มีการนำเทคโนโลยี
สารสนเทศมาประยุกต์ใช้ให้เกิดเป็นเครื่องมือทางปัญญา
(Cognitive Tools) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำคอมพิวเตอร์
และอินเทอร์เน็ตมาช่วยสนับสนุนและขยายต่อเติม
กระบวนการคิด (Thinking Processes) ของผู้เรียน
เพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นหา สร้างสรรค์ และสื่อสาร
แลกเปลี่ยนความรู้ไปพร้อมกัน เครื่องมือดังกล่าวจึง
เปรียบเสมือนเป็นเครื่องทุ่นแรงที่มนุษย์ใช้พัฒนาศักยภาพ
ทางความคิดของตนเอง เป็นผู้ร่วมงานทางปัญญา
(Intellectual Partners) ของผู้เรียน ก่อให้เกิดการแก้ปัญหา
(Problem-Solving) และช่วยอำนวยความสะดวก
ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ อย่างมีความหมาย (Meaningful
Learning) (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551) การใช้คอมพิวเตอร์
ที่เป็นเครื่องมือทางปัญญาในการส่งเสริมการเรียนรู้
จะมีความแตกต่างจากรูปแบบการสอนแบบดั้งเดิม
เนื่องจากผู้เรียนจะเป็นผู้วิเคราะห์ปัญหาตลอดจนได้
ออกแบบกระบวนการเรียนรู้และจัดการข้อมูลด้วยตนเอง
(จารุณี ชามาตย์, 2551) จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่านัก
วิชาการหลายท่านได้นำเสนอรูปแบบของเครื่องมือทาง
ปัญญาไว้เป็นจำนวนมาก (Iiyoshi & Hannafin, 1998)
(Jonassen & Reeves, 1996) (Lajoie & Derry, 1993)
แต่รูปแบบหนึ่งที่ถูกนำไปเป็นต้นแบบและพัฒนาต่อย
อดในหลายงานวิจัยคือรูปแบบเครื่องมือทางปัญญาของ
Iiyoshi & Hannafin (1998) ที่ได้นำหลักการประมวล
สารสนเทศของ Mayer (1992) มาประยุกต์จนเกิดเป็น
เครื่องมือทางปัญญา 5 ประเภทที่ส่งเสริมการประมวล
สารสนเทศและการจัดกระทำความรู้ ได้แก่ 1) เครื่องมือ
สืบค้นสารสนเทศ 2) เครื่องมือนำเสนอสารสนเทศ
3) เครื่องมือจัดการความรู้ 4) เครื่องมือบูรณาการความรู้
และ 5) เครื่องมือสร้างความรู้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า
ได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในฐานะเครื่องมือ
ทางปัญญาเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาและทักษะการคิดขั้นสูง
จนเกิดผลเป็นรูปธรรมด้วยกันในหลายงานวิจัย อาทิ
ณัฐกร สงคราม (2553) ที่นำเครื่องมือทางปัญญามาช่วยเรื่อง
การแก้ปัญหาของรายวิชาด้านการเกษตร, สุขชาติ วัฒนชัย
(2553) ที่นำเครื่องมือทางปัญญามาเป็นส่วนหนึ่งของ

โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในการส่งเสริมการแก้ปัญหาของนักศึกษาสัตวแพทย์, ศรีณย์ จารุชิตโสภณ (2555) ที่นำเครื่องมือทางปัญญามาช่วยพัฒนาศักยภาพด้านการวิเคราะห์ของนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์, ปณิตา วรรณพิรุณ และ ปรัชญนันท์ นิลสุข (2554) ที่ใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับเครื่องมือทางปัญญาในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา และ เอกรินทร์ ศรีผ่อง (2555) ที่ศึกษาผลของการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนด้วยเครื่องมือทางปัญญาที่มีลักษณะแตกต่างกัน เป็นต้น

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความตั้งใจในการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยรวบรวมและจัดหมวดหมู่เครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมเข้าไว้ด้วยกัน โดยมีลักษณะเป็นสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายที่มีการเชื่อมโยงถึงกันแบบไฮเพอร์มีเดียเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าถึง ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสนใจ มีบทเรียนและเครื่องมือที่ช่วยตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียน มีความยืดหยุ่น ดึงดูดความสนใจและท้าทาย สามารถสื่อสารกับครูผู้สอนได้ผ่านทางเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยผู้วิจัยเลือกศึกษาการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ผู้เรียนฝึกเขียนโปรแกรมภายใต้การเลือกใช้เครื่องมือทางปัญญาซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทางปัญญาฯ ได้แก่ ด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงและความถูกต้อง

ของเนื้อหา ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ ด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบแนวคิดการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาฯ และด้านวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2558 ภาคเรียนที่ 2 ที่เรียนในรายวิชาการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2 จำนวน 25 คน เพื่อทำการศึกษาด้วยเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม

2. รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) (Richey & Klein, 2007) ซึ่งประกอบด้วย การวิจัยหลายรูปแบบ ได้แก่ การวิจัยเอกสาร (Document Analysis) การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey) และการศึกษารายกรณี (Case Study)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ เครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม โดยมีกระบวนการในการพัฒนา ดังนี้ การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง, การศึกษาสภาพบริบท, การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาฯ, การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือทางปัญญาฯ และการประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือทางปัญญาฯ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบบันทึกการตรวจสอบทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีสำหรับการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม

2) แบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ เพื่อสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบสำหรับการพัฒนาเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม

3) แบบประเมินเครื่องมือทางปัญญาสำหรับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา, ด้านแผนการจัดการเรียนรู้, ด้านสื่อการเรียนรู้, ด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้, ด้านวัดและประเมินผล

4) แบบวัดการแก้ปัญหา สร้างขึ้นโดยอาศัยกรอบแนวคิดการแก้ปัญหาด้วยการพัฒนาโปรแกรมของ Dale et al. (2007) 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการวิเคราะห์และออกแบบระบบ (Problem-Solving Phase) ขั้นการพัฒนาโปรแกรม (Implementation Phase) และขั้นการบำรุงรักษา (Maintenance Phase)

5) แบบสอบถามความคิดเห็น คำถามมีลักษณะเป็นแบบประเมินเชิงคุณภาพซึ่งมีคำตอบให้เลือก 5 ระดับ (Likert Scale) เกี่ยวกับการเรียนด้วยเครื่องมือทางปัญญา ประกอบด้วย 3 ประเด็นหลัก คือ ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับการส่งเสริมการแก้ปัญหา พร้อมทั้งมีส่วนข้อเสนอแนะเพิ่มเติมแนบท้าย

6) แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนภายหลังจากการที่ได้เรียนด้วยเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำการศึกษาและวิเคราะห์บริบททางสังคมและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ศึกษาเปรียบเทียบทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์การสอน การแก้ปัญหา การประมวลผลสารสนเทศของมนุษย์ในขณะที่กำลังเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย (Mayer, 2009) และหลักการเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องมือทางปัญญา เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี

4.2 ศึกษาสภาพบริบท ทำการศึกษาการแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาโปรแกรมและวิเคราะห์เนื้อหาของรายวิชาที่ใช้ในการทำวิจัย เพื่อคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับการทำวิจัย และสอดคล้องกับระดับชั้นของผู้เรียน

4.3 สังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี เป็นการนำทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดเพื่อหาความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมกับกระบวนการแก้ปัญหาและความคิดเห็นของผู้เรียน

4.4 สังเคราะห์กรอบแนวคิดในการออกแบบเครื่องมือทางปัญญา เป็นการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม โดยคำนึงถึงบริบทรายวิชาและความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

4.5 ประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของเครื่องมือทางปัญญา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินตามแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ด้านวัดและประเมินผล เพื่อนำผลการประเมินและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4.6 ทดลองใช้เครื่องมือทางปัญญากับผู้เรียนในบริบทจริง เป็นการทดลองใช้เครื่องมือทางปัญญาในชั้นเรียน โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพและปรับปรุงเครื่องมือทางปัญญา ให้มีความสมบูรณ์ โดยอาศัยพื้นฐานการสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาและแบบสอบถามความคิดเห็นจากงานวิจัยของ ณัฐกร สงคราม (2553) และ สุชาติ วัฒนชัย (2553) โดยหลังจากเรียนด้วยเครื่องมือทางปัญญาเป็นเวลา 6 สัปดาห์ จึงได้ให้ผู้เรียนทำแบบวัดการแก้ปัญหา แบบสอบถามความคิดเห็น และทำการสัมภาษณ์เพื่อวิเคราะห์การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 คุณภาพของเครื่องมือทางปัญญา ที่ได้จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความ

5.2 การแก้ปัญหาของผู้เรียน ที่ได้จากแบบวัดการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

5.3 ความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับเครื่องมือทางปัญญา ที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การสรุปตีความ

5.4 ผลการสัมภาษณ์ผู้เรียน ที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การสรุปตีความ

สรุปและอภิปรายผล

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 องค์ประกอบของเครื่องมือทางปัญญา เครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมเกิดจากการสังเคราะห์ทฤษฎีและแนวคิดที่สำคัญ 5 ด้าน คือ ด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ ได้แก่ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีพุทธิปัญญานิยม ที่มุ่งเน้นการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหา ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง มีการเรียนรู้แบบร่วมมือและกระตุ้นกระบวนการรู้คิดภายในของผู้เรียน ด้านเครื่องมือทางปัญญา เป็นการศึกษาแนวคิดของการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการรู้คิดของผู้เรียน โดยได้ยึดหลักการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาของ Iiyoshi & Hannafin (1998) ที่ออกแบบโดยอาศัยการประมวลผลสารสนเทศที่รับเข้าของ Mayer (1992) ผสมผสานกับรูปแบบเครื่องมือทางปัญญาของ Jonassen & Reeves (1996) และเครื่องมือสื่อสารของ อิศรา ก้านจักร (2551) ด้านการแก้ปัญหา และ ด้านกระบวนการพัฒนาโปรแกรม ได้ยึดกระบวนการแก้ปัญหากับการพัฒนาโปรแกรมของ Dale et al. (2007) มาเป็นหลักในการออกแบบและด้านสื่อการเรียนรู้และเทคโนโลยี ได้มีการออกแบบเป็นสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย คำนึงถึง

การส่งเสริมการแก้ปัญหาและลดภาระการประมวลผลที่ไม่เกี่ยวข้อง (Extraneous Cognitive Processing) (Mayer, 2009)

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรมดังภาพที่ 1 โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) เครื่องมือการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา (Problem Analysis Tools) ได้ทำการออกแบบโดยนำเสนอรูปแบบปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ตายตัวพร้อมภารกิจการเรียนรู้ด้วยการเขียนโปรแกรมที่สอดคล้องใกล้เคียงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติจริง เช่น ระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิ ระบบตรวจจับผู้บุกรุก เป็นต้น

2) เครื่องมือสืบค้นสารสนเทศ (Information Seeking Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยผู้เรียนในการสืบค้นข้อมูลด้วยคำสำคัญ และสามารถตรวจสอบสถานะของการสืบค้นได้ เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยมีการเชื่อมโยงกับเครื่องมือสืบค้นที่มีลักษณะเป็นไฮเปอร์มีเดีย เช่น Google Search, Bing เป็นต้น

3) เครื่องมือนำเสนอสารสนเทศ (Information Presentation Tools) เป็นเครื่องมือที่ช่วยนำเสนอสิ่งที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ และแก้ปัญหาในเรื่องการเขียนโปรแกรมของผู้เรียน เพื่อเป็นการลดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ซึ่งไม่จำเป็นที่อาจเกิดขึ้นโดยได้ออกแบบเป็นแหล่งการเรียนรู้ออนไลน์ที่สามารถศึกษาเรียนรู้ได้จากทุกที่ทุกเวลา เช่น e-books, แหล่งดาวน์โหลดเอกสาร เป็นต้น

4) เครื่องมือจัดการความรู้ (Knowledge Organization Tools) เป็นการนำเสนอเครื่องมือที่ช่วยผู้เรียนในการจัดกลุ่มสารสนเทศที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นหมวดหมู่และออกแบบให้มีการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดของสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ เช่น Google Drive, Google Docs, Google Keep เป็นต้น

5) เครื่องมือบูรณาการความรู้ (Knowledge Integration Tools) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการหลอมรวมระหว่างสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับแนวความคิดของผู้เรียน เช่น เครื่องมือช่วยสร้างผังงาน, เครื่องมือช่วยออกแบบผังมโนทัศน์ เป็นต้น

6) เครื่องมือสร้างความรู้ (Knowledge Generation Tools) ช่วยสนับสนุนในการสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาโดยการค้นหาคำตอบจากหลายแนวทางที่เป็นไปได้และจากมุมมองที่หลากหลาย ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้และชิ้นงานจากความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ เช่น คอมไพเลอร์ (AVR-Studio), อุปกรณ์ IPST-MicroBOX เป็นต้น

7) เครื่องมือสื่อสาร (Communication Tools) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันและการทำงานกลุ่ม เพื่อให้ทุกคนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหาพร้อมกันได้ ช่วยให้เกิดการสร้างแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาโดยการค้นหาคำตอบจากมุมมองที่หลากหลาย สนับสนุนการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนด้วยตนเอง และกับครูผู้สอน

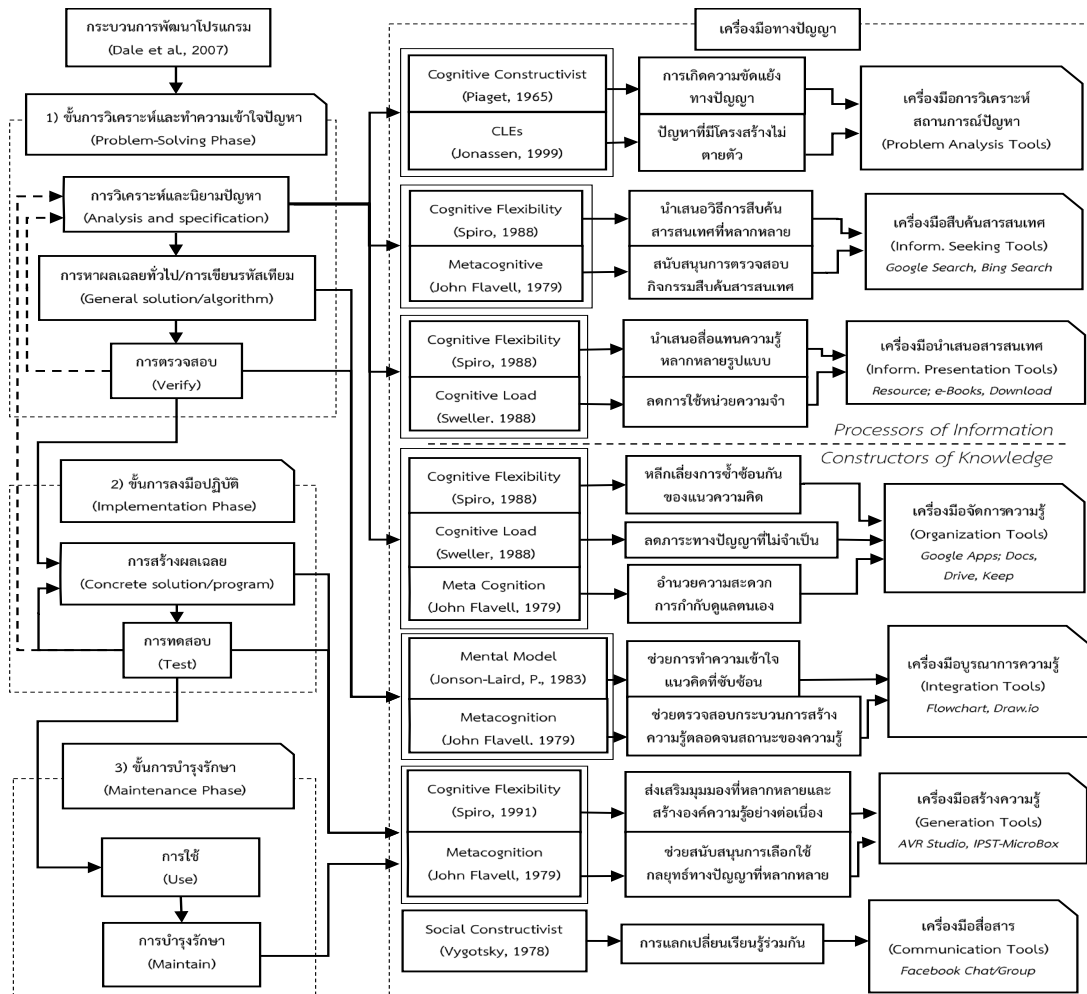
1.2 ประสิทธิภาพของเครื่องมือทางปัญญา

การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม ตั้งอยู่บนพื้นฐานกรอบแนวคิดการประเมินประสิทธิภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ของ สุมาลิ ชัยเจริญ (2554) ดังนี้ การประเมินด้านผลผลิต แบ่งออกเป็นด้านเนื้อหา ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ และด้านวัดและประเมินผล พบว่ามีความเหมาะสมตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การทดลองใช้เพื่อปรับปรุง พบว่า เครื่องมือทางปัญญาควรเข้าถึงได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ จำนวนผู้เรียน 3 คนต่อกลุ่มจะมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมมากที่สุด การประเมินด้านความคิดเห็นของผู้เรียน พบว่า ช่วยให้เข้าใจการเขียนโปรแกรมได้มากขึ้น ความสามารถในการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นกว่าเดิมและเป็นการเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน การประเมินด้านความสามารถของผู้เรียน ในด้านการแก้ปัญหานั้น

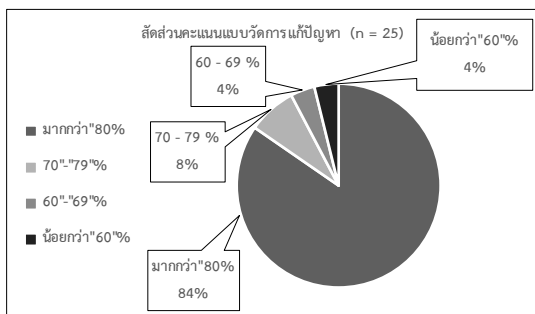
พบว่าผู้เรียนมีการแก้ปัญหาครบทั้ง 3 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา การลงมือปฏิบัติ และการบำรุงรักษา และการประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่า ในส่วนของโครงงานนวัตกรรมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้เรียนทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 และในส่วนของคะแนนแบบวัดการแก้ปัญหาที่มีผู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 คิดเป็นจำนวนถึงร้อยละ 84 ดังภาพที่ 2

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่องการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม พบว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ คือ เครื่องมือการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เครื่องมือสืบค้นสารสนเทศ เครื่องมือนำเสนอสารสนเทศ เครื่องมือจัดการความรู้ เครื่องมือบูรณาการความรู้ เครื่องมือสร้างความรู้ และเครื่องมือสื่อสาร ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกกรินทร์ ศรีม่วง (2555), ณัฐกร สงคราม (2553), สุชาติ วัฒนชัย (2553), ศรัณย์ จารุชิตโสภณ (2555) และ ปณิศา วรรณพิรุณ และ ปรัชญนันท์ นิลสุข (2554) ที่ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือทางปัญญาที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาและทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน การเขียนโปรแกรมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์โดยตรงกับการกับการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ VanLengen & Maddux (1990) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาพบว่าผู้เรียนมีการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตามหลักการแก้ปัญหาในการพัฒนาโปรแกรมทั้ง 3 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา การลงมือปฏิบัติ และการบำรุงรักษา ผลการวิจัยดังกล่าวสืบเนื่องมาจากการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ปัญหาและทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่ม และตอบคำถามภารกิจการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องการเขียนโปรแกรม ดังผลซึ่งเป็นที่ประจักษ์ในส่วนของคะแนนแบบวัดการแก้ปัญหา และคะแนนชิ้นงานกลุ่มซึ่งเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการออกแบบเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม



ภาพที่ 2 สัดส่วนคะแนนแบบวัดการแก้ปัญหาของผู้เรียน

การออกแบบเครื่องมือทางปัญญาได้มีการคำนึงถึงการแก้ปัญหาและทักษะในการลงมือปฏิบัติของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ ดังจะเห็นได้จากองค์ประกอบที่เป็น เครื่องมือการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ซึ่งได้มีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายและแปลกใหม่แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องคำนึงถึงการเขียนโปรแกรมการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียนด้วย ในส่วนนี้ผู้เรียนจะได้ใช้เครื่องมือที่สำคัญอย่าง เครื่องมือสืบค้นสารสนเทศ และ เครื่องมือนำเสนอสารสนเทศ ในสืบค้นข้อมูลที่สำคัญเพื่อวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาตลอดจนการลงมือปฏิบัติ

ในส่วนของ เครื่องมือจัดการความรู้ เป็นเครื่องมือที่ช่วยจัดระเบียบสารสนเทศที่ผู้เรียนค้นคว้าให้เป็นระบบ เช่นระบบจัดการแฟ้มข้อมูลออนไลน์ บันทึกออนไลน์ เป็นต้นในการจำลองรูปแบบการทำงานของระบบอย่างการเขียนผังงานหรือรหัสเทียม เครื่องมือบูรณาการความรู้ช่วยเชื่อมโยงความคิดของผู้เรียนและถ่ายทอดเป็นขั้นตอนวิธี ในการเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ และในการเขียนโปรแกรม เครื่องมือสร้างความรู้ มีส่วนช่วยผู้เรียนในการตรวจจับข้อผิดพลาด และแสดงผลการทำงานให้เห็นเป็นรูปธรรม ผู้เรียนสามารถปรับปรุงโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมและทดลองซ้ำได้ เครื่องมือสื่อสารเป็นสิ่งที่ถูกนำมาเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกันในพื้นที่เรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาและตอบสนองรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

กล่าวโดยสรุป เครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาในรายวิชาการเขียนโปรแกรม มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ เครื่องมือการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เครื่องมือสืบค้นสารสนเทศ เครื่องมือนำเสนอสารสนเทศ เครื่องมือจัดการความรู้ เครื่องมือบูรณาการความรู้ เครื่องมือสร้างความรู้ และเครื่องมือสื่อสาร ในการปรับใช้กับการจัดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงสภาพบริบทรายวิชาและความสนใจของผู้เรียน การพัฒนาต่อยอดจากการวิจัยในครั้งนี้ยังมีประเด็นให้ศึกษาเพิ่มเติมอีกมาก อาทิ การพัฒนาเครื่องมือทางปัญญาที่ส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูงแบบต่างๆ การปรับใช้ให้สอดคล้องกับความสนใจเฉพาะด้านของผู้เรียน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จารุณี ชามาตย์. (2551). คอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องมือทางปัญญา. **วารสารเทคโนโลยีทางปัญญา**, 3(1), 19-26.
- ณัฐกร สงคราม. (2553). **การพัฒนาแบบการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลักด้วยเครื่องมือทางปัญญาแบบไฮเพอร์มีเดียเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนิสิตนักศึกษาสาขาเกษตรศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**
- เบลล์กันกา, เจมส์ และ แบรินต์ รอน. (2554). **ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21: 21st century skills; rethinking how students learn.** (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และ อธิป จิตตฤกษ์, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: โอเพ่นเวิลด์ส.
- ปณิตา วรณพิรุณ และ ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2554). ผลของการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา. **วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**, 22(3), 1-12.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- ศรัณย์ จารุชิตโสภณ. (2555). **ผลของการใช้บทเรียนบนเว็บโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.**
- สายสุนีย์ เจริญสุข. (2557). **การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา จากกรณีตัวอย่างรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1.** **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 8(1), 112-122.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542).

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม

แห่งชาติ. (2555). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ**

สังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559).

กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สุชาติ วัฒนชัย. (2553). **การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อม**

การเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติ

วิสต์ ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาและการถ่ายโยงการ

เรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). **เครื่องมือทางปัญญา**

(Cognitive Tools). **วารสารเทคโนโลยีทาง**

ปัญญา, 3(1), 3-11.

_____. (2554). **เทคโนโลยีการศึกษา: หลักการ**

ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น:

คลังน่านวิทยา.

อิสรา ก้านจักร. (2551). **เครื่องมือทางปัญญาสำหรับ**

สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์.

วารสารเทคโนโลยีทางปัญญา, 3(1), 12-18.

เอกรินทร์ ศรีผ่อง. (2555). **ผลของเว็บไซต์**

ที่ใช้คณินิพทุทธ์ที่แตกต่างกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาการเขียน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ที่มีระดับผลการเรียนแตกต่างกัน.

วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 7(1),

1977-1990.

Dale, N. B., Weems, C., & Headington, M. (2007).

Programming and problem solving with

Java. Sudbury, MA: Jones & Bartlett.

Iiyoshi, T., & Hannafin, M. J. (1998). **Cognitive**

Tools for Open-Ended Learning

Environments: Theoretical and

Implementation Perspectives. Paper

presented at the Annual Meeting of the

American Educational Research

Association, San Diego, CA.

Jonassen, D. H., & Reeves, T. C. (1996).

Learning with technology: Using computer

as cognitive tools. In D.H. Jonassen (Eds.).

Handbook of research on educational

communication and technology.

(pp. 693-719). NY: Scholastic Press.

Lajoie, S. P., & Derry, S. J. (2013). **Computers as**

Cognitive Tools. Hillsdale, NJ: Lawrence

Erlbaum.

Mayer, R. E. (1992). Cognition and instruction:

Their historic meeting within educational

psychology. **Journal of Educational**

Psychology, 84(4), 405-412.

_____. (2009). **The Science of Learning:**

Determining How Multimedia Learning

Works. In R.E. Mayer (Eds.). **Multimedia**

Learning. 2nd ed. NY: Cambridge

University Press.

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). **Design and**

Development Research: Methods,

Strategies, and Issues. Mahwah, NJ:

Lawrence Erlbaum Associates.

VanLengen, C. A., & Maddux, C. D. (1990). Does

Instruction in Computer Programming

Improve Problem Solving Ability?. **CIS**

Educator Forum, 2(2), 11-16.