

การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการ ระบบสมองกลฝังตัว

The Development of eLearning Lessons on Embedded System Projects

พูนศักดิ์ วงศ์สวัสดิ์¹ และ นิตยา สำเร็จผล²

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

Email: pskw@rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการปฏิบัติ การดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 1) การสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และมีการประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาและด้านสื่อและเทคนิคการนำเสนอ จำนวน 5 คน 2) การหาประสิทธิภาพบทเรียน โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาแบบเจาะจง จากนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่มีความสนใจทำโครงการด้านระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 25 คน หลังสิ้นสุดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำโดยการทดสอบทักษะการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ค่า ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t

ผลการวิจัย พบว่าบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ที่พัฒนามีจำนวน 6 หน่วยเรียน มีคุณภาพในระดับดี ส่วนประสิทธิภาพของบทเรียน อีเลิร์นนิ่ง ที่หาโดยการใช้ค่า E1/E2 มีค่า 97.15/84.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ส่วนค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการปฏิบัติ อยู่ที่ระดับร้อยละ 84.67

คำสำคัญ: การพัฒนา อีเลิร์นนิ่ง สมองกลฝังตัว

Abstract

The objectives of this research were to develop e-learning lessons on Embedded System Projects, to examine the lessons' effectiveness and to evaluate students' achievement focusing on practical skills. Six

e-learning lessons designed by the researcher were undergone quality check by five specialists in the subject contents, instructional material design and presentation techniques. To examine effectiveness, the lessons were trailed with a group of computer technology students who were studying at Rajamangala University of Technology Krungthep in semester 2 academic year 2011. The students were purposefully selected and 25 students, with the interest in completing an embedded system project, volunteered to participate in the research. At the end of the lessons, the students completed a practical test. The research instruments included the e-learning lessons and the performance test. Statistical analyses were carried out for the mean, standard deviation and t test.

It was found that the e-learning lessons had a good quality. The effectiveness value of the e-learning lessons was 97.15/84.67, which exceeded the common E1/E2 standard. The students' achievement level in the practical domain was at 84.67 percent.

Keywords: Development, eLearning, Embedded system

1. บทนำ

โครงการด้าน “ระบบสมองกลฝังตัว” เป็นการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (สมองกลขนาดเล็ก ร่วมกับวงจรควบคุม) เพื่อควบคุมการทำงานต่างๆ ของชิ้นงานที่ออกแบบไว้ ความสำคัญของการทำโครงการด้านสมองกลฝังตัว คือการบูรณาการความรู้ในหลายแขนงวิชา อันได้แก่ เครื่องกลไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโพรเซสเซอร์ และการโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ซึ่งนักศึกษาหลักสูตร อดสาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทุกคน ได้ผ่านการศึกษาวิชาเหล่านี้มาแล้วทั้งสิ้น หากแต่ผผู้วิจัยพบว่านักศึกษา ยังไม่สามารถบูรณาการความรู้มาใช้สร้างโครงการระบบสมองกลฝังตัวได้ โดยเฉพาะการเลือกใช้อุปกรณ์ การออกแบบชิ้นงาน และการเขียนโปรแกรมควบคุมให้กลไกต่างๆ สามารถทำงานประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีฟังก์ชันควบคุมตามที่ควรจะเป็น สืบเนื่องจากการทำโครงการก่อนสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการสมองกลฝังตัว พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เริ่มต้นสนใจทำโครงการ หรือให้ใช้ทบทวนความรู้ก่อนการลงมือทำโครงการ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับภาษาซี โดยการศึกษาบทเรียนร่วมกับการสร้างชิ้นงานจริง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เป็นสื่อเติม ทบทวนด้านการต่อวงจร ด้านการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ การทำความเข้าใจในถึงความสัมพันธ์ ของอุปกรณ์ควบคุม กับโปรแกรมควบคุม

2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว เมื่อนำมาใช้เรียนการสอนผ่านโปรแกรมจัดการเรียนรู้ออนไลน์
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้านทักษะการปฏิบัติ ในการทำโครงการสมองกลฝังตัว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคาดว่าประโยชน์ที่จะได้รับบทเรียนที่สร้างขึ้นดังนี้

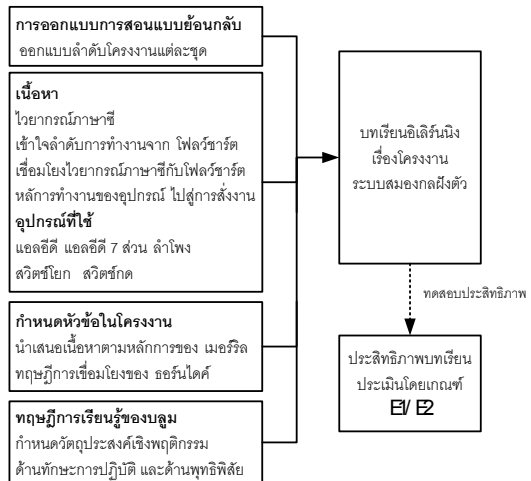
1. นักศึกษาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สามารถใช้บทเรียนที่สร้างขึ้น ในการเรียนรู้ หรือใช้ทบทวนความรู้ที่จำเป็นเพื่อการพัฒนาโครงการระบบสมองกลฝังตัว

2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ได้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โครงการระบบสมองกลฝังตัว ที่สามารถนำไปเผยแพร่ให้ผู้ที่สนใจสร้างโครงการ โดยใช้ภาษาซีร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

กรอบแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว ได้มาจากการประยุกต์ แนวความคิดหลักการ ออกแบบการสอนของเมอร์ริลล์ (Merrill) [2] โดยการนำเสนอปัญหาในรูปแบบโครงการ พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องบูรณาการความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ที่นำเสนอเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยที่แต่ละโครงการจะเน้นการเรียนรู้ผ่านทักษะการปฏิบัติ 3 ขั้นตอน คือ Imitation หรือการลอกเลียน, Manipulation หรือ การทำตามคำบอก ทีละขั้นตอน, Precision หรือการคิดทำตัวเอง [3]



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว

3.2 การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์

การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ จัดทำขึ้นในลักษณะของเว็บไซต์ (Web Base) โดยเผยแพร่ผ่านระบบระบบจัดการการเรียนรู้อูนิเวอริตี้ ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จัดตั้งขึ้นเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนในแบบอิเล็กทรอนิกส์ และเมื่อจัดรวบรวมส่วนต่างๆ ขึ้นเป็นสำเร็จเป็นบทเรียน จึงนำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อตรวจประเมินคุณภาพของเนื้อหาในการนำเสนอ และนำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและเทคนิคการนำเสนอ เพื่อตรวจประเมินคุณภาพของบทเรียน

3.3 การตรวจสอบคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์

การประเมินคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น ทำโดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน ที่เป็นอาจารย์ผู้สอน หรือนักประดิษฐ์ นักวิจัย วิทยากรฝึกอบรม และมีความรู้ด้าน การ พัฒ นา ระบบ ควบ คุม ด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับภาษาซี โดยมี

ประสบการณ์การสอน หรือการทำงานไม่น้อยกว่า 3 ปี ส่วนผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและเทคโนโลยีการนำเสนอ มีจำนวนไม่น้อย 3 คน โดยจะต้องเป็นผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและประเมินคุณภาพสื่อการสอน หรือเป็นผู้ที่มีผลงานวิจัยด้านการสร้างสื่อการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ หรือจบการศึกษา ระดับไม่น้อยกว่าปริญญาโท ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา หรือมีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวข้องกับการผลิตสื่อ โดยการประเมินคุณภาพกระทำโดยการให้แบบประเมินคุณภาพ 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งใช้แทนระดับคุณภาพในระดับ ดีมาก ดี พอใช้ ต้องปรับปรุง และไม่เหมาะสม ตามลำดับ ซึ่งผลการประเมิน อยู่ใน ระดับเฉลี่ย ดี มาก ทุก ด้าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านสื่อ และเทคนิคการนำเสนอ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	4.60	ระดับดีมาก
ด้านการใช้ภาษา และภาพประกอบ	4.81	ระดับดีมาก
ด้านการออกแบบหน้าจอ	4.91	ระดับดีมาก
ด้านตัวอักษรและสี	4.88	ระดับดีมาก
ด้านการจัดการบทเรียน	4.75	ระดับดีมาก

3.4 การทดลองใช้

บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง โครงงานระบบสมองกล-ฝังตัว ที่สร้างขึ้นได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระดับดีมาก หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยนำไปใช้ทดลองกับผู้เรียน ในแบบกลุ่มเล็ก ในแบบ 1:1 จำนวน 3

คน โดยผู้วิจัยนำบทเรียนขึ้นเผยแพร่บนระบบอีเลิร์นนิ่งของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล-กรุงเทพ และอนุญาตให้เฉพาะผู้เรียน 3 คนสามารถเข้าศึกษาบทเรียนได้ โดยมีผู้วิจัยคอยสังเกต และให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด พบว่าผลการเรียนรู้และประสิทธิภาพของบทเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด อย่างไรก็ดี จากการสังเกตพบว่าผู้เรียนยังมีปัญหาด้านความรู้พื้นฐานในบางหัวข้อที่นำมากำหนดเป็นโจทย์ในการฝึก เช่น เสียขงดนตรี ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนโดยการเพิ่มคำอธิบายให้มีเนื้อหาที่ละเอียดมากขึ้น จากนั้นเมื่อแก้ไขแล้วจึงนำไปทดลองโดยในแบบการสอนกลุ่มเล็ก โดยใช้กลุ่ม 1:3 จำนวน 2 กลุ่ม ผลปรากฏว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี โดยมีคะแนนระหว่างเรียนอยู่ในระดับ 95.4 อย่างไรก็ดีจากการสังเกตพบว่า เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นในการเรียน ผู้เรียนจะใช้วิธีสอบถามกันเอง มากกว่าการสอบถามจากผู้สอน

3.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน และการหาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการปฏิบัติ

การวิจัยเพื่อการหาประสิทธิภาพบทเรียน และผลสัมฤทธิ์ มีระเบียบวิธีวิจัย ดังนี้

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรของการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นการเลือกแบบเจาะจง ตามความสมัครใจของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

กรุงเทพ ที่มีความสนใจทำโครงการด้านระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 25 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 6 หน่วย และชุดทดลองประกอบด้วย ชุดพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวชื่อ “Mikro C for PIC” พร้อมด้วยชุด “PIC Kit” และแผงวงจรพร้อมอุปกรณ์ต่อเชื่อม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการปฏิบัติ เรื่อง โครงการระบบสมองกลฝังตัว การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำโดยการประเมินจากผลงานที่เป็นโครงการที่ได้จากการทดสอบภาคปฏิบัติ ด้วยการทำโครงการตามโจทย์กำหนด จำนวน 3 โครงการ ซึ่งให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ประเมินคุณภาพแบบรูบริค (Rubric Score) โดยมีการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำโดยการนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ที่สร้างขึ้นมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการทดลองเป็นดังนี้

1. ติดตั้งบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง บนระบบจัดการเรียนการสอนบนอินเทอร์เน็ต ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และเปิดเป็นรายวิชาชื่อ เรียนรู้ภาษาซีผ่านโครงการ การเข้าใช้บทเรียนกระทำการควบคุมของระบบอีเลิร์นนิ่ง

2. วิธีการดำเนินการทดลอง ผู้เรียน เรียนรู้ โดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็นให้คำปรึกษา เปิดบทเรียนอีเลิร์นนิ่งบนอินเทอร์เน็ตให้ผู้เรียนเข้าศึกษาได้ตลอดเวลาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ต่อเนื่อง สำหรับส่วนที่ต้องใช้แผงทดลองในการปฏิบัติ ผู้เรียนจะต้องใช้

ชุดฝึกในห้องปฏิบัติการ ผู้เรียนจะเรียนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเป็นหลัก โดยที่ในแต่ละบทเรียน จะกำหนดโจทย์ ผลลัพธ์ และวิธีการแก้ปัญหาไว้โดยละเอียด รวมทั้งการนำเสนอหลักการทำงานของอุปกรณ์ ลำดับวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนเข้าใจโจทย์และวิธีการแก้ปัญหา นำไปสู่ขั้นตอนการปฏิบัติจริง โดยใช้เครื่องมือและแผงทดลองสร้างชิ้นงาน ที่มีผลลัพธ์ตามที่โจทย์กำหนด สุดท้ายผู้เรียนจะต้องอาศัยขั้นตอนและวิธีการในรูปแบบเดียวกับที่นำเสนอ เพื่อสร้างชิ้นงานให้ได้ผลลัพธ์ตามที่โจทย์กำหนด ด้วยตนเอง โดยคะแนนจากการส่งงานแต่ละครั้ง จะถูกนำไปประเมินเป็นคะแนนการทดสอบระหว่างเรียน (E₁)

3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำโดยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการปฏิบัติที่ได้พัฒนาขึ้น โดยการสอบภาคปฏิบัติซึ่งผู้เรียนจะต้องทำโครงการตามโจทย์ที่กำหนด จำนวน 3 โครงการ คะแนนรวมที่ได้จากการสอบภาคปฏิบัติจะเป็นคะแนนหลังเรียน (E₂) เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และใช้เป็นค่าผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะปฏิบัติของผู้เรียน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง โครงการระบบสมองกลฝังตัว พัฒนารุ่นขึ้นเพื่อให้นักศึกษาฝึกทักษะการสร้างโครงการชุดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก หรือที่นิยมเรียกว่า ระบบฝังตัว หรือระบบสมองกลฝังตัว โดยออกแบบให้ผู้เรียนรู้ผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ร่วมกับการใช้แผงทดลองซึ่งสามารถสร้างเองได้

บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เป็นส่วนการฝึกทบทวนความรู้ด้านเนื้อหาที่จำเป็น จะถูกนำเสนอในรูปแบบของใบงาน ในลักษณะการสอนทำโครงการ จำนวน 6 ชุด ถูกนำไปติดตั้งเผยแพร่ไว้บนระบบอีเลิร์นนิ่งของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ (<http://md.rmutk.ac.th>) รายวิชา เรียนรู้วิชาภาษาซี ผ่าน โครงการ โดย มี URL คือ <http://md.rmutk.ac.th/course/view.php?id=505>

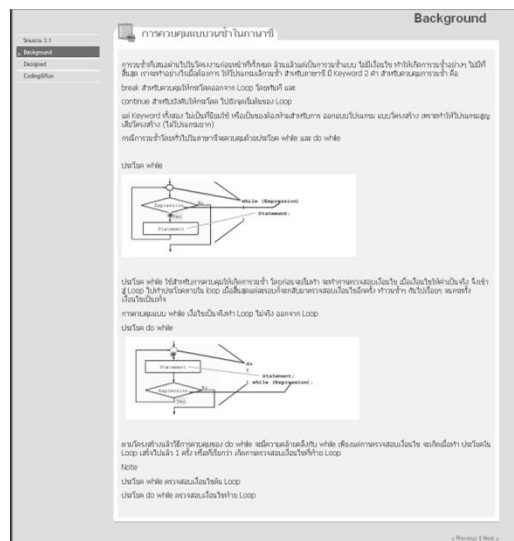
บทเรียนอีเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย โครงการ 6 ชุด โดยจำแนกตามทักษะความรู้ที่ต้องการนำเสนอ ลำดับการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนประยุกต์หลักการของเมอร์ริลด์ คือ นำเสนอความรู้ที่สามารถนำไปปฏิบัติให้เห็นผลลัพธ์ได้จริง (Real-world Application) โดยการกระตุ้น สาธิต ประยุกต์ ซึ่งในบทเรียนประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ดังนี้

1) Background เป็นส่วนให้ทบทวนความรู้เก่า หรือให้ความรู้ใหม่ที่จำเป็น ตามหลักการกระตุ้นของเมอร์ริลด์ และกฎแห่งความพร้อมของธอร์นไคค์ ส่วนนี้จะนำเสนอ คำอธิบายและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ความรู้เก่าจะถูกอ้างอิงเชื่อมโยงมาจากโครงการชุดก่อนหน้านี้ ภาพที่ 2 และ 3 เป็นตัวอย่างบทเรียน โครงการที่ 3.1 เริ่มจากการนำเสนอ ผลลัพธ์ และวัตถุประสงค์ไว้ในหน้าแรกในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 หน้าแรกของบทเรียน มีการแสดงผลลัพธ์และวัตถุประสงค์

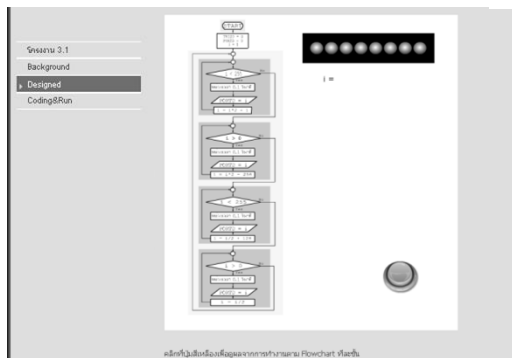
ต่อด้วยภาพที่ 3 เป็นการอธิบายพื้นฐานการใช้วิธีการควบคุมแบบวนซ้ำ ตลอดจนวิธีการเขียนโปรแกรมภาษาซีเพื่อให้เกิดการวนซ้ำ



ภาพที่ 3 อธิบายวิธีการควบคุมแบบวนซ้ำ

2) Design คือส่วนการออกแบบ เริ่มจากการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยฟลิวชาร์ต พร้อมทั้งการจำลองการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการสาธิตของเมอร์ริลด์ และกฎแห่งความพร้อมของธอร์นไคค์ จากภาพที่ 4.5 จะเห็นการเสนอวิธีคิดเพื่อให้เกิดเลขลำดับ ทั้งหมด 36 ลำดับที่สอดคล้อง

กับผลลัพธ์ และจำลองให้เห็นการทำงานตาม
 โพล์วชาร์ตทีละขั้น เพื่อให้ผู้เรียน เข้าใจลำดับการ
 ทำงาน

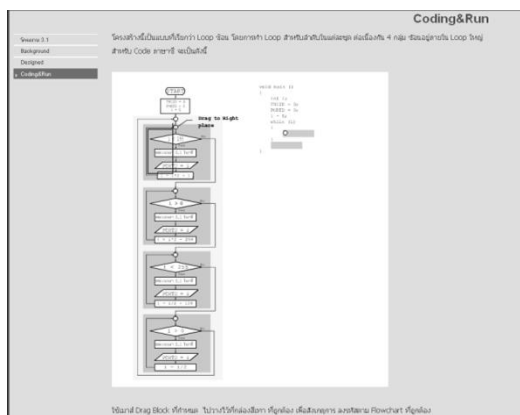


ภาพที่ 4 อธิบายวิธีการควบคุมให้เกิดผลลัพธ์ตามที่ต้องการ
 โดยจำลองการทำงานด้วยโพล์วชาร์ต

3) Coding and Run เป็นส่วนแนะนำ วิธีการ
 ปฏิบัติ และการลงมือปฏิบัติจริง โดยในส่วนนี้
 นักศึกษาจะต้องใช้แพคเกจทดลองร่วมกับชุดพัฒนา
 โปรแกรม เพื่อนำสิ่งที่เรียนรู้ผ่านทฤษฎีไปปฏิบัติให้
 ได้ผลลัพธ์จริง เป็นส่วนการประยุกต์ตามขั้นตอน
 การปฏิบัติของเมอริริลล์ และการได้ฝึกหัดด้วยแบบ
 ฝึกและการทดลองสร้างงานจริง ตามกฎแห่งการฝึก
 ของธอร์น ไคค์ ภาพที่ 5 เป็นส่วนการฝึกภาษาซี
 ภาษาซี ผู้เรียนจะได้ศึกษาวิธีการลงรหัสภาษาซีจาก
 โพล์วชาร์ต โดยการฝึกในบทเรียน และนำผลลัพธ์ที่
 ได้ไปสร้างเป็นโปรแกรม โดยชุดโปรแกรมและแพก
 ท ด ล อ ง เพื่อ พ ั ท ม า โ ค ร ง ง า น (Software
 Development Kit) การฝึกทักษะด้านการปฏิบัติจะ
 เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ จากการฝึกใช้เครื่องมือพัฒนา
 โครงการตั้งแต่โครงการชุดที่ 1 ซึ่งต้องอาศัย
 คำแนะนำจากผู้วิจัย และฝึกโดยการเลียนแบบ
 (Imitate) มาจนถึงโครงการชุดที่ 3 นักศึกษาจะมี
 ความสามารถในการใช้ชุดฝึกในระดับ ทำได้ตามสั่ง

(Manipulate) ซึ่งสามารถนำ Code ที่สร้างจากการ
 ฝึกไปสร้างเป็นชิ้นงานจริงได้เอง

เมื่อสำเร็จการฝึกครั้งแรก ซึ่งเป็นการ
 ฝึกทักษะด้วยการเลียนแบบ จะต่อด้วยการฝึกสร้าง
 โครงการใหม่ที่ใช้โครงสร้างการควบคุมแบบวนซ้ำ
 เช่นเดียวกัน ในโครงการที่ 3.2 แต่จะออกแบบให้
 ซับซ้อนมากขึ้น และใช้การฝึกลงรหัสโดยการให้ทำ
 เองบ้างบางส่วน



ภาพที่ 5 กิจกรรมการฝึกลงรหัสภาษาซี

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียน อีเลิร์นนิ่ง

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนจากการฝึกระหว่างเรียน และผล
 การทดสอบภาคปฏิบัติหลังเรียน

คะแนน	N	คะแนน เต็ม	\bar{X}	\bar{X} (ร้อยละ)	S.D.
จากการทำงาน ระหว่างเรียน (E1)	25	109	106.01	97.15	3.56
จากการทดสอบ หลังเรียน (E2)	25	30	25.58	84.67	2.10

จากตารางที่ 2 เห็นว่าผลคะแนนที่ได้ E_1 / E_2
 มีค่าเป็น $97.15 / 84.67$ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนเลิร์น

นนิ่งที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการปฏิบัติ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะปฏิบัติ วัดจากคะแนนการสอบปฏิบัติหลังการเรียนสิ้นสุดปรากฏว่า ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 84.66 และเมื่อนำไปทดสอบสมมติฐานทางสถิติ (t -test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของผลคะแนนที่ได้มีค่ามากกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ t มีค่ามากกว่าร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการปฏิบัติ ด้วยค่า t

คะแนน	N	Df	\bar{X}	S.D.	t	Sig.
จากการสอบภาคปฏิบัติ	25	24	84.67	2.10	11.12	0.00

นอกจากนี้จากการสังเกตพบว่า การเรียนโดยใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ร่วมกับการปฏิบัติ ทำให้นักศึกษามีสมาธิในการเรียน และการปฏิบัติงานนานกว่าการเรียนในภาคทฤษฎี

5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัย หาประสิทธิภาพ บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง โครงงานระบบสมองกลฝังตัวที่พัฒนาขึ้น ได้ผลการทดสอบระหว่างเรียน (E_1) ที่มีค่าเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 97.15 และค่าเฉลี่ยในการทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 84.67 ซึ่งสูงกว่าค่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ อาจเนื่องด้วยเหตุผลดังนี้ ประการแรก การนำเสนอเนื้อหาผ่านบทเรียนนี้ เป็น

การเสนอเนื้อหาแบบทบทวน ซึ่งมุ่งให้เกิดความแม่นยำในการปฏิบัติ โดยมีกระบวนการหลายอย่างเกิดขึ้นซ้ำๆ ทั้งในขั้นตอนการฝึกในบทเรียนและการปฏิบัติจริง การได้เห็นลำดับการคิดที่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน นำไปสู่ความเข้าใจในปัญหาที่นำเสนอและวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประการที่สอง การได้ลงมือปฏิบัติจริง เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดความรู้ความจำที่คงทน ตามทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไคล์ [3] ประการที่สาม การฝึกปฏิบัติโดยที่มีโจทย์และคำอธิบายที่ชัดเจน ประกอบกับการใช้ร่วมกับระบบจัดการบทเรียนโมดูล ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้ซ้ำได้หลายครั้ง ส่งงานซ้ำได้หลายครั้ง ทำให้ผู้เรียนบางคน เรียนรู้ฝึกปฏิบัติ และแก้ไขงานซ้ำแล้วซ้ำเล่า จน ได้คะแนนเป็นที่น่าพอใจ ส่งผลให้คะแนนระหว่างเรียน (E_1) มีค่าเฉลี่ยออกมาในเกณฑ์สูง เมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ

6. สรุปผล

1. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง โครงงานระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 6 บทเรียนที่พัฒนาขึ้น โดยเน้นเรื่องการเรียนรู้ผ่านทักษะด้านการปฏิบัติ และใช้แผงทดลองที่สามารถสร้างได้เองประกอบการเรียนรู้ มีลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ในแต่ละ โครงงาน เริ่มจากการเชื่อมโยงความรู้เก่า (Background) แล้วให้เรียนรู้หลักการและวิธีการออกแบบ (Design) ต่อด้วยการฝึกเขียน โปรแกรม และสร้างชิ้นงานจริง (Coding and Run) และสิ้นสุดบทเรียนด้วยการทำโครงการที่กำหนดไว้ในแบบฝึกหัดท้ายบท (Assignment) โดยที่ผู้เรียนจะต้องฝึกปฏิบัติไปพร้อมกับการเรียนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง การออกแบบโดยประยุกต์จากหลักการนำเสนอบทเรียนของเมอร์ริลล์ และทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์น

ได้ค้ให้ผู้เรียนใช้เรียนในลักษณะสื่อเดิมเพื่อ ทบทวนเชื่อมโยงความรู้ด้านฮาร์ดแวร์ เข้ากับการ พัฒนาโปรแกรม

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โครงการระบบสมองกลฝังตัว ที่สร้างขึ้นมานำไป ใช้ทดลองกับ นักศึกษา แล้วพบว่า มี ประสิทธิภาพ 97.15 / 84.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 84.67$) และมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ที่ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

7.เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. มปป. เอกสารการบรรยาย เรื่อง การทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการ สอน . [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://edtechelearning.edu.ku.ac.th/moodle/mod/forum/discuss.php?d=1246>. (วันที่สืบค้น 20 กรกฎาคม 2553)
- [2] Merrill, David. M. First Principles of Instruction. 2001. n.d. [Online] available: <http://id2.usu.edu/papers/5FirstPrinciples.PDF>. (Retreived August 10, 2010)
- [3] Learning Teaching. Bloom's Taxonomy. n.d. [Online] available: <http://www.learningandteaching.info/learning/bloomtax.htm>. (Retreived July 10, 2010)
- [4] ทิศนา แคมณี. 2551. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- [5] ฆนัท ธาตุทอง. 2551. การออกแบบการสอน แบบย้อนกลับ Backward Design. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- [6] ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2551. E-Instruction Design วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอน อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำรา และเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2545. Design in e-Learning หลักการออกแบบและการสร้างเว็บ เพื่อการเรียนการสอน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.