

การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
A Construction of C Programming Laboratory Set with SDCC on MCS-51

ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
Paiboon Pongwongtragull

อาจารย์ สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
kppaiboo@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้น ซึ่งประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และใบงานการทดลอง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

คำสำคัญ: ชุดทดลอง การเขียนโปรแกรมภาษาซี SDCC MCS-51 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The objectives of this research were to construct and to find out the efficiency of C programming laboratory set with SDCC on MCS-51. The samples were 20 Electronics Engineering students, Department of Engineering Education, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The tools utilized for this research were composed of as follows: 1) C programming laboratory set; 2) the quality assessment (evaluation form); and 3) the achievement test.

The results of study showed that the quality of the C programming laboratory set with SDCC on MCS-51 which was evaluated by the experts and the laboratory sheet was at the very good level. Then, the average post-test scores were statistical significant higher than those of pre-test at the 0.01 level. Thus, the C programming laboratory set with SDCC on MCS-51 could be used effectively for teaching and learning.

Keywords : Laboratory Set, C Programming, SDCC, MCS-51, Learning Achievement

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์มีมาก และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีบทบาทสำคัญมากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051 หรือ MCS-51 ซึ่งได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ มากมาย เช่น การควบคุมเครื่องซักผ้า ของเล่น และเครื่องใช้ไฟฟ้า ทั้งในบ้าน และในโรงงานอุตสาหกรรม [1] [2] [3]

นอกจากนี้ ยังพบว่า ในปัจจุบันมีการแข่งขันผลิตสินค้าต่างๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก การพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมที่ใกล้เคียงกับภาษาเครื่อง (Machine Language) เพื่อเขียนโปรแกรมในการพัฒนาระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อาจทำให้เกิดความไม่สะดวกและความล่าช้าในการพัฒนา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ภาษา ที่ช่วยให้การเขียนโปรแกรมสะดวกยิ่งขึ้น มาเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนา ซึ่งภาษาหนึ่ง ที่มีประโยชน์ช่วยในการ

การพัฒนาด้านนี้ได้อย่างมาก คือ ภาษาซี ของ SDCC ที่ทำให้ การเขียนและพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้สะดวก และ รวดเร็วยิ่งขึ้น [4]

ในขณะที่เดียวกัน ภาควิชาครุศาสตรฤวิศวกรรม คณะครุ ศาสตรฤอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตรฤ อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) กำหนดให้มีการเรียนวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 และ 03356207 จำนวน 3 หน่วยกิต แต่ยังคงขาดแคลนชุดทดลองการเขียน โปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 เพื่อใช้ ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชานี้ และในรายวิชาที่ เกี่ยวข้อง [5][6] ทำให้นักศึกษาขาดทักษะในการปฏิบัติงาน และเขียนโปรแกรม

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำ วิจัย เรื่อง การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ขึ้นมา เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในการ ปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และ ประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
2. เพื่อหาคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรม ภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรม ภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

3. สมมติฐานของการวิจัย

ได้ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ที่มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

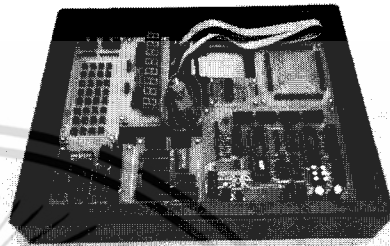
การวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างและหาคุณภาพของชุด ทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาจากภาควิชาครุศาสตรฤ วิศวกรรม คณะครุศาสตรฤอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยนักศึกษาจากสาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตรฤวิศวกรรม คณะครุ ศาสตรฤอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ

ทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ซึ่งใช้การเลือกแบบสุ่ม ตัวอย่างอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก

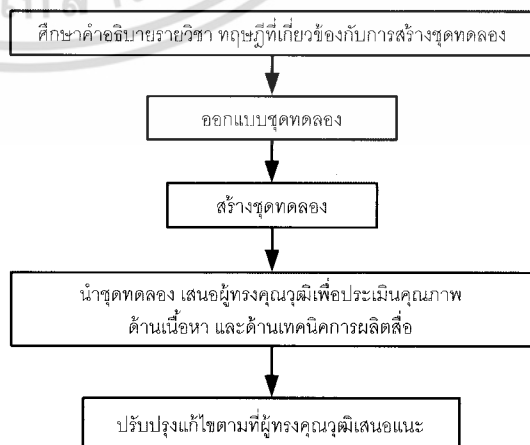
5. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 1 ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วย SDCC บน MCS-51

1. ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง การเขียนโปรแกรม ภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ดังรูปที่ 1 มีดังต่อไปนี้
 - 1.1 ศึกษารายละเอียดคำอธิบายวิชาไมโคร คอนโทรลเลอร์ วัตถุประสงค์ตามหลักสูตรที่กำหนด เอกสาร ต่างๆ ที่เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 [7] SDCC [8] การสร้างชุดทดลอง ใบงานการทดลอง และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.2 ออกแบบชุดทดลอง
 - 1.3 สร้างชุดทดลอง
 - 1.4 นำชุดทดลอง เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
 - 1.5 ปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะ ซึ่ง ลำดับขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ด้วย SDCC บน MCS-51

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อ 69 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สร้างไปงานการทดลองควบคู่กับการสร้างชุดทดลอง โดยมีขั้นตอนการสร้างไปงานการทดลอง ดังนี้

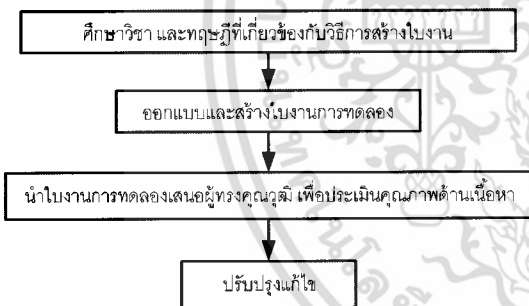
2.1 ศึกษาหลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างไปงาน โดยรายละเอียดในไปงานการทดลองจะประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อหัวเรื่องการทดลอง
2. วัตถุประสงค์การทดลอง
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
4. ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น
5. ลำดับขั้นตอนการทดลอง
6. บันทึกผลการทดลอง
7. สรุปผลการทดลอง
8. คำถามท้ายการทดลอง

2.2 ออกแบบ และสร้างไปงานการทดลองแล้วตรวจสอบความสมบูรณ์ และความถูกต้อง

2.3 นำไปงานการทดลองเสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

2.4 ปรับปรุง แก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะ ซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างไปงานการทดลอง แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการสร้างไปงานการทดลอง

ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้น มีลักษณะดังนี้

1. ฮาร์ดแวร์ของชุดทดลองประกอบด้วย
 - 1) บอร์ด M_01 MAIN BOARD
 - 2) บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อดาวน์โหลด
 - 3) บอร์ด A12 SWITCH MATRIX
 - 4) บอร์ด A_02 7-SEGMENT
 - 5) บอร์ด M_03 OUTPUT
 - 6) บอร์ด M_04 INPUT & OUTPUT
 - 7) บอร์ด M_02
 - 8) สายแพร

9) อะแดปเตอร์จ่ายไฟ

2. ซอฟต์แวร์ประกอบด้วย

- 1) โปรแกรม SDCC
 - 2) ISP – Flash Programmer 3.0a
 - 3) Hyper Terminal
 - 4) โปรแกรม Editor บน DOS
3. ไปงาน 8 ไปงาน เกี่ยวกับ
- 1) การใช้งานเบื้องต้น
 - 2) การเขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วย SDCC เบื้องต้น
 - 3) การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยส่วนแสดงผล 7

ส่วนด้วยภาษาซีของ SDCC

- 4) การเขียนโปรแกรมใช้งาน In-line Assembler ด้วยภาษาซีของ SDCC
- 5) การติดต่อ กับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
- 6) การเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมไทมเมอร์ของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
- 7) การเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
- 8) การเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ด้วย ภาษาซีของ SDCC

2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 ชุด ที่มีขีดความสามารถ ดังนี้

- 1) หน่วยประมวลผล (CPU) ความเร็ว 200 เมกะเฮิร์ตซ์ ขึ้นไป
- 2) ระบบปฏิบัติการ Windows98/ME/XP ขึ้นไป
- 3) หน่วยความจำ (RAM) ตั้งแต่ 128 เมกะไบต์ ขึ้นไป
- 4) ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) มีพื้นที่ติดตั้งอย่างน้อย 40 เมกะไบต์
- 5) ซีดีรอม (CD-ROM) ที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูล 8 เท่า ขึ้นไป
- 6) ความละเอียดในการแสดงผลของจอภาพ 800 x 600 พิกเซล (Pixel) ขึ้นไป
- 7) มี Parallel Port (LPT) และ Serial Port (COM)

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ใช้วิธีการประเมินและตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ [9] [10] โดยผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละ

3 ท่าน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

รายการที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.83	0.24	ดีมาก
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.83	0.29	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.83	0.27	ดีมาก

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหาของชุดทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.24 แสดงว่าชุดทดลองมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก

และเมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพ ของชุดทดลองของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 แสดงว่าชุดทดลอง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

6.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงาน

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพใบงานของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.12 แสดงว่าใบงานมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานรวมทั้ง 8 ใบงาน

ใบงาน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การใช้งานเบื้องต้น	4.92	0.14	ดีมาก
2. การเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC เบื้องต้น	4.92	0.14	ดีมาก
3. การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วนด้วยภาษาซีของ SDCC	4.86	0.14	ดีมาก
4. การเขียนโปรแกรมใช้งาน In-line Assembler ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.92	0.10	ดีมาก
5. การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.89	0.10	ดีมาก
6. การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไทมเมอร์ของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.86	0.14	ดีมาก
7. การเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.83	0.10	ดีมาก
8. การเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.86	0.10	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.88	0.12	ดีมาก

6.3 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

คุณภาพของแบบทดสอบ ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.55-0.80 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.705 หรือ เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.30-0.60 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.403 ซึ่งมีอำนาจการจำแนกสูง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.766 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

6.4 ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

จากการทดลองใช้ชุดทดลอง การเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน กับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน โดยใช้การทดสอบหาค่าที (t-test) ปรากฏผลตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดทดลอง

คะแนนจากการสอบ	จำนวนผู้เรียน (n)	คะแนนเฉลี่ย \bar{X} (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	ค่าทดสอบ t
ก่อนเรียน (Pre-test)	20	9.30	37.56**
หลังเรียน (Post-test)	20	24.20	

หมายเหตุ ** หมายถึงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน และการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 37.56 ตกอยู่นอกเขตสมมติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.861 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน กับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

7. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.24 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผลประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จากการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนทั้งสองด้านรวมกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 มี

คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน สูงกว่าการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

8. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดทดลองการเขียนโปรแกรม ด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจากการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยสร้างชุดทดลองอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังนี้

1. มีการวางแผนขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง เพื่อควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำข้อบกพร่องและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้ได้ชุดทดลองที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นชุดทดลองที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

2. ชุดทดลอง มีส่วนประกอบทั้งฮาร์ดแวร์และโปรแกรมขณะทำการทดลองผู้เรียนได้เปรียบเทียบผลที่ได้การทดลองกับหลักการทางทฤษฎี นอกจากนี้ในใบงานยังมีเนื้อหารายละเอียดทฤษฎี และหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องที่จะทดลองในใบงาน ทำให้นักศึกษาที่ต้องการทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองสามารถทำได้อย่างสะดวก จึงทำให้ชุดทดลองมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองสูงขึ้น

3. จากแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง ด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดทดลองที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆ จะพบว่าในแต่ละด้านมีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีขึ้นไป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 4.00 โดยเฉพาะสะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย มีความปลอดภัยขณะทำการทดลองสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง ใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน การสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีสำหรับการใช้งานเพื่อการ

4. จากการประเมินคุณภาพ โดยการใช้แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดทดลองที่สร้างขึ้นพบว่า ระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก ($\bar{x}=4.83$, $SD=0.29$) เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆ จะพบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก ($\bar{x}=5.00$, $SD=0.00$) ได้แก่ ความสะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดทดลอง ความแข็งแรงทนทานของชุดทดลอง การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย แบบประเมินจำนวน 4 รายการ ($\bar{x}=4.67$, $SD=0.58$) ได้แก่ การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม รูปร่างและขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสม โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย และโปรแกรมการทดลองมีลักษณะดูใจ และน่าสนใจในการเรียน

5. ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เนื่องจาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นตามสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำมาทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.55 - 0.80 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ง่าย แต่จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ได้ค่อนข้างสูง คือก่อนสอบมีคะแนนเฉลี่ย 9.3 (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) และหลังสอบมีคะแนนเฉลี่ย 24.2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.9 คะแนน ส่วนค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.30 - 0.60 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.766 ซึ่งจะทำให้การเรียนด้วยชุดทดลองนี้มีผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อมรชัย ชัยชนะ [10] ที่ได้ทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิภพตำแหน่งบนพื้นโลก โดยผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการมีคุณภาพของชุดปฏิบัติการอยู่ในระดับดีมาก ใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และยิ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิระศักดิ์ วัตถุ [11] ที่ได้ทำงานวิจัยเรื่อง พัฒนาชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}=4.69$, $SD=0.41$) และคุณภาพด้านใบงานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}=4.53$, $SD=0.48$) และยิ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เทพินทร์ บัวอินทร์ [12] ที่

ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443 ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดทดลองอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x} =4.78, SD=0.30) และคุณภาพด้านใบงานอยู่ในระดับดีมาก (\bar{x} =4.54, SD=0.65)

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรนำชุดทดลองไปใช้เพื่อการเรียนการสอนจริงในสถาบันการศึกษา ซึ่งจะต้องจัดเตรียมฮาร์ดแวร์ให้มีจำนวนเพียงพอ และเหมาะสมกับจำนวนของนักศึกษา มิฉะนั้นอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายขณะทำการทดลองได้ เพราะการทดลองมี 8 ใบงาน ทำให้ใช้เวลาในการทดลองยาวนาน ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2. ผู้ทำหน้าที่ควบคุมการทดลอง ควรอธิบายวิธีการใช้งานชุดทดลองอย่างละเอียด เพื่อให้ผู้ทดลองเกิดความเข้าใจและไม่ทำชุดทดลองเสียหาย

3. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดลองด้วยตนเองอย่างมีอิสระ และไม่กำหนดระยะเวลาในการทดลอง

9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัย เพื่อนำการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC ไปใช้สร้างชุดทดลองเพื่อใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนสำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kenneth Ayala. 2005. **The 8051 micro-controller**. Australia : Thomson/Delmar Learning.
- [2] Muhammad Ali Mazidi and Janice Gillispie Mazidi. 2000. **The 8051 microcontroller and embedded systems**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [3] Richard H. Barnett. 1995. **The 8051 family of microcontrollers**. Englewood.

- [4] Muhammad Ali Mazidi, Janice Gillispie Mazidi and Rolin D. McKinlay. 2006. **The 8051 microcontroller and embedded systems : using Assembly and C**. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- [5] ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. 2546. **หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2546)**.
- [6] ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. 2551. **หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต(ต่อเนื่อง) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2551)**.
- [7] ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล. 2545. เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [8] SDCC - Small Device C Compiler, 2012, **SDCC Compiler User Guide**. Retrieved February 16, 2012, from <http://sdcc.sourceforge.net>.
- [9] รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- [10] อมรชัย ชัยชนะ และวรวิทย์ สมหา. 2547. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 4(1), น.15-22.
- [11] วิระศักดิ์ วัตถุ วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ และกิตติพงศ์ มะโน. 2554. พัฒนาชุดทดลอง MCS-51 ผ่านพอร์ต USB. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 10(3), น.1-19.
- [12] เทพินทร์ บัวอินทร์ สันติ ต้นตระกูล และพีระวุฒิ สุวรรณจันทร์. 2554. การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PSoc CY8C27443. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 10(3), น.20-27.