ชุดฝึกแขนกลอย่างง่ายเพื่อการศึกษาควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

A Simply Robot Arm Model for Education Controlled by Microcontroller MCS-51

ไพบูลย์ บุบผา
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
1761 ถ. พัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์: 0-2321-6930-9 ต่อ 1212, 1213 โทรสาร: 0-2321-4444 E-mail: Phaib@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ ชุดฝึกแขนกลอย่างง่ายเพื่อการศึกษาควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51ซึ่งมีส่วนประกอบทั้งด้านซอฟแวร์ที่เป็นโปรแกรมสั่งงานและด้านฮาร์ดแวร์ซึ่งเป็นระบบกลไกต่าง ๆ ในการศึกษาได้สร้างแขนกลให้มีการเคลื่อนที่ได้ทั้ง 3 แกน คือ XYZ ซึ่งแกน X เป็นฐาน แกน Y เป็นช่วงไหล่ และ แกน Z เป็นแขนส่วนที่ติดกับมือ โดยมีสเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นตัวกำเนิดพลังงานกลในการขับเคลื่อนส่วนข้อต่อต่าง ๆ ในส่วนของมือซึ่งมี 2 นิ้ว แบบคีบ สามารถหยิบจับสิ่งของที่มีน้ำหนักไม่เกิน 500 กรัมได้ ซึ่งการเคลื่อนไหวของ ตัวฐาน ไหล่ แขน และนิ้ว จะถูกควบคุมโดยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.

คำสำคัญ : แขนกล , ไมโครคอนโทรลเลอร์ , MCS-51

Abstract

This paper presents A Simply Robot Arm Model for Education Controlled by Microcontroller MCS-51. Its consists of 2 parts, programming software and setting up hardware. This model can move in x, y and z axis. X-axis is the base movement. Y-axis is the shoulder. Z-axis is the arm, which is joined with hand. The stepping motor is used for all movements. The hand has 2 fingers that can hold the object not over 500 grams. The movements of all parts are controlled by Microcontroller MCS-51.

Keyword: Robot Arm , Microcontroller , MCS-51

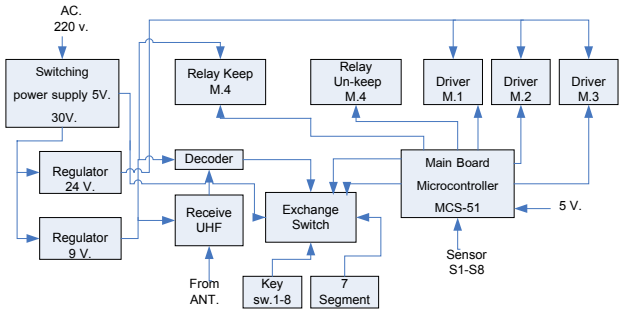
1.บทนำ

ในปัจจุบันระบบแขนกล ได้เข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ มากขึ้นเป็นลำดับ แต่ยังขาดชุดฝึกสำหรับการเรียนการสอนในสถานศึกษาต่าง ๆ อีกมาก บ้างก็ซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง มีปัญหาในการตรวจซ่อมภายหลัง ทำให้คนไทยเป็นผู้ซื้อเทคโนโลยี ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะเริ่มต้นสร้างเทคโนโลยีเองบ้าง จึงได้ศึกษาและสร้างชุดฝึกอย่างง่ายขึ้น เพื่อประกอบการเรียนการสอน เพื่อลดการนำเข้า ง่ายต่อการใช้งาน และเป็นพื้นฐานในการศึกษา ทำความเข้าใจสำหรับผู้ที่สนใจการทำงานที่เกี่ยวข้องกับด้านนี้ อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบในระดับที่ซับซ้อนต่อไป

2.ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง

ส่วนประกอบที่สำคัญของชุดฝึกแขนกลอย่างง่ายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีดังนี้

2.1.ไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นส่วนที่รับข้อมูลและแสดงผล
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สำหรับควบคุมอุปกรณ์
2.3 สเต็ปปิ้งมอเตอร์สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่แกน X Y Z
2.4. มอเตอร์ควบคุมนิ้วจับชิ้นงาน
2.5. สวิตช์ สำหรับรับข้อมูล และส่วนแสดงผลที่ 7 เซกเมนต์



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ

3.หลักการออกแบบ

3.1 ขั้นตอนการสร้าง

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเช่น รีเลย์ หรือ ตัวตรวจจับอื่น ๆ จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต โดยใช้ไอซี เบอร์ 8255 นำมาต่อกับวงจรถอดรหัสเพื่อสั่งงานไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามโปรแกรมที่เขียนขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 กำหนดขอบเขตความสามารถของการ์ด อินพุต เอาท์พุตที่จะนำมาใช้งาน ให้เหมาะสม กับอุปกรณ์ภายนอกที่ใช้จริง

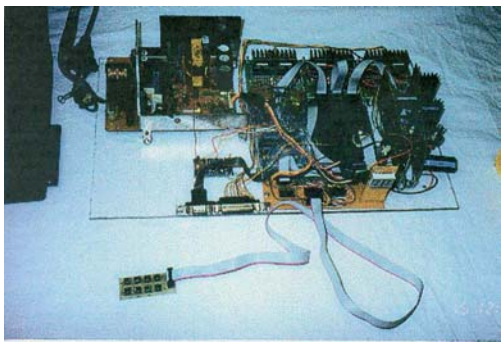
3.1.2 ออกแบบส่วนของวงจรถอดรหัส โดยใช้ไอซีเบอร์ 74LS138 เพื่อใช้กำหนดอุปกรณ์ต่าง ๆ จากไอซี เบอร์ 8255

3.1.3 ออกแบบส่วนของหน่วยความจำเพื่อใช้ในการเก็บโปรแกรมสั่งงานโดยสามารถนำมาต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่าน ไอซี เบอร์ 74HCT570

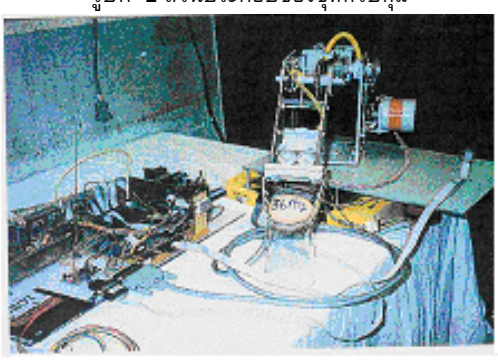
3.1.4 ต่อเข้ากับบอร์ดควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์ 3 บอร์ด พร้อมทั้งให้สามารถควบคุมการทำงานจาก คีย์บอร์ดภายนอก 8 คีย์ได้

3.2 การทำงานของวงจร

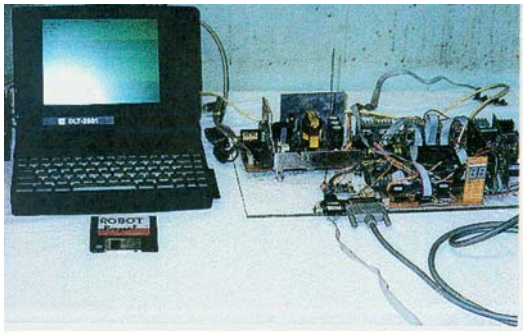
จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบหลัก ๆ อธิบายการทำงานได้ดังนี้คือ ระบบทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8752 ซึ่งภายในมีอีพรอมที่บรรจุโปรแกรมไว้แล้ว ทำหน้าที่ควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์ ใช้ไอซี 8255 ทั้งหมด 2 ตัว ตัวแรกควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลโดยใช้พอร์ต A ควบคุมมอเตอร์แกน X ,พอร์ต B ควบคุมมอเตอร์แกน Z และ พอร์ต C ควบคุมมอเตอร์แกน Y ส่วนไอซี 8255 ตัวที่ 2 ใช้ควบคุมนิ้วจับ 2 ชุด และใช้รับข้อมูลจากคีย์บอร์ดภายนอกซึ่งเป็นสวิตซ์กดติดปล่อยดับ 8 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 2 , 3 , 4



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของชุดควบคุม

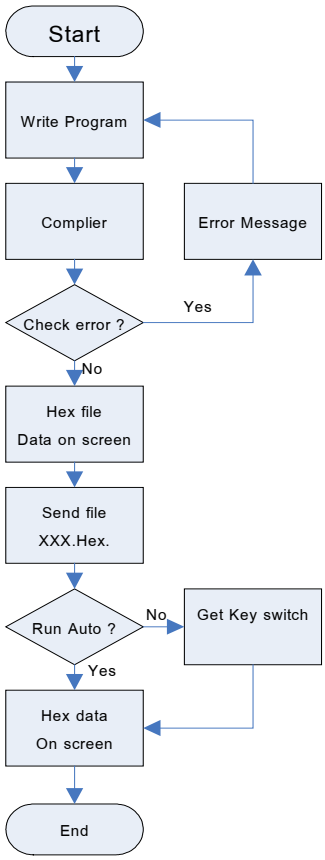


รูปที่ 3 การต่อชุดควบคุมเข้าแขนกล



รูปที่ 4 การต่อชุดควบคุมเข้ากับคอมพิวเตอร์

3.3 การออกแบบโปรแกรม



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 5 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม เมื่อเริ่มต้นการทำงาน จะใช้โปรแกรมประเภท Editor เพื่อพิมพ์คำสั่งและแก้ไขโปรแกรม ซึ่งจะได้ไฟล์ในรูป Text file แล้ว Complier ตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อแปลงให้อยู่ในรูปของ HEX fileซึ่งสามารถบันทึกลงในหน่วยความจำได้แล้วจะส่งไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ขณะเดียวกันหน้าจอจะแสดง Hex file ด้วย เมื่อทำงานเสร็จตามโปรแกรมที่เขียนขึ้นก็จะหยุดทำงาน

4. วิธีการทดสอบ และ ผลการทดสอบ

สำหรับวิธีการทดสอบทำโดย

4.1 ประกอบส่วนแขนกลเข้ากับชุดควบคุม แล้วจ่ายไฟให้กับทุกส่วนของวงจร

4.2 ทำการโหลดโปรแกรมตัวอย่างที่เขียนไว้ ลงในหน่วยความจำของชุดควบคุม เมื่อโหลดเสร็จ 7 Segment จะติดทุกดวง

4.3 ทำการ Run โปรแกรมแบบ Manual โดยเลือกใช้โปรแกรมที่ 1 จากการกด สวิตซ์ 1 ทำให้แขนกล อยู่ในสภาวะพร้อมรับ คำสั่งจากสวิทซ์ แล้วกด สวิตซ์ 1-8 เพื่อทดสอบการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัวดังตารางที่ 1 และผลการทดลองขณะไม่มีโหลดแสดงดังตารางที่ 2 ส่วนการทดลองที่น้ำหนักต่าง ๆ กัน ดังรูปที่ 6 ซึ่งบันทึกผลในตารางที่ 3 โดยเคลื่อนที่ในลักษณะเหยียดแขนตรง

ตารางที่ 1 หน้าที่ของมอเตอร์แต่ละตัว

มอเตอร์ตัวที่	หน้าที่
M1	เป็นมอเตอร์ ที่ฐาน หมุนขวา – ซ้าย
M2	เป็นมอเตอร์ ส่วนไหล่ ยกขึ้น - วางลง
M3	เป็นมอเตอร์ ส่วนแขน งอเข้า – กางออก
M4	เป็นมอเตอร์ ที่นิ้วจับ จับ - ปล่อย

ตาราที่ 2 ทดลองมอเตอร์ โดยกด สวิตซ์ 1-8 ขณะไม่มีโหลด

สวิตซ์	M1(ฐาน)		M2(ไหล่)		M3(ศอก)		M4(นิ้ว)	
(SW.)	ซ้าย	ขวา	ยก	วาง	งอ	กาง	จับ	ปล่อย
SW.1	-	Ok.	-	-	-	-	-	-
SW.2	-	-	Ok.	-	-	-	-	-
SW.3	-	-	-	-	Ok.	-	-	-
SW.4	-	-	-	-	-	-	-	Ok.
SW.5	Ok.	-	-	-	-	-	-	-
SW.6	-	-	-	Ok.	-	-	-	-
SW.7	-	-	-	-	-	Ok.	-	-
SW.8	-	-	-	-	-	-	Ok.	-
ระยะ	360	องศา	270	องศา	230	องศา	7.2	ซม.

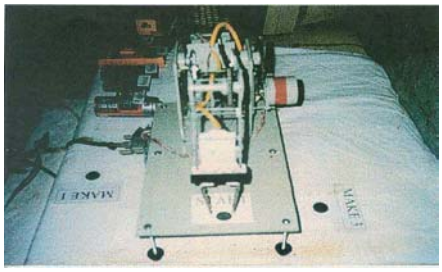
รูปที่ 6 การทดลองควบคุมแบบ Manual ที่น้ำหนักต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 3 บันทึกผลการทดลองควบคุมแบบ Manual ที่น้ำหนักต่าง ๆ

น้ำหนัก	ฐานหมุน (องศา)	ไหล่ยก (องศา)	แขนยกได้ (องศา)	ระยะนิ้วจับ (ซม.)
50	✓	✓	✓	6
200	✓	✓	✓	3.5
300	✓	✓	✓	3
400	✓	✓	✓	2.5
450	✓	✓	✓	2.5
500	Error	Error	✓	2.5
ค่าสูงสุด	360 องศา	270 องศา	230 องศา	7 ซม.

✓ หมายถึง ทำงานได้ปกติ

4.4 ทดลองโปรแกรมแบบ Auto โดยให้หยิบของ หรือ วัตถุ จากต้นทางจุดเดียวกัน ไปวางไว้ที่ปลายทาง 2 จุดที่ต่างกัน เราจะเลือกทดลองโปรแกรมที่ 2 โดยเมื่อแขนกลอยู่ในสภาวะปกติพร้อมใช้งาน ให้กดสวิตซ์ 2 สังเกตที่ 7 Segment จะแสดงเลข 2 แล้วก็ Run โปรแกรมได้ แขนกลจะทำงานโดยเคลื่อนไปหยิบวัตถุจากจุด Start ไปไว้ที่จุด Make 1 แล้วกลับมาหยิบที่จุด Start ไปไว้ที่จุด Make 2 สุดท้าย กลับมาหยิบที่จุด Start ไปไว้ที่จุด Make 3 วนทำงาน 3 รอบ ขณะไม่มีโหลด ดังตารางบันทึกผลที่ 4 ดังรูปที่ 7 , 8



รูปที่ 7 การเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น (Start)

รูปที่ 8 การเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น (Start) ไปวางที่ปลายทาง Make 1 ขณะไม่มีโหลด

ตารางที่ 4 บันทึกการทำงานแบบ Auto ขณะไม่มีโหลด

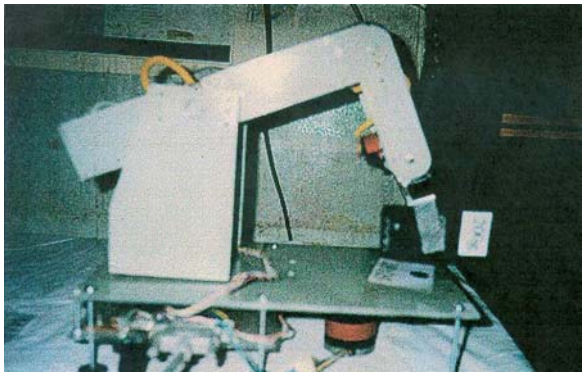
รอบที่	1			2			3		
ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Start	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Error	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Make 1	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-
Error	○	-	-	○	-	-	○	-	-
Make 2	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-
Error	-	○	-	-	○	-	-	○	-
Make 3	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
Error	-	-	○	-	-	○	-	-	○

✓ หมายถึง ทำงานได้ปกติ

○ หมายถึง ไม่มีการผิดพลาด (No Error)

- หมายถึง ไม่มีการทำงาน

4.5 ทดลองให้ทำงานแบบ Auto ดังรูปที่ 9 เมื่อมีน้ำหนักค่าต่าง ๆ ดังตารางบันทึกผลที่ 5 , 6 และ 7



รูปที่ 9 การเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น(Start) ทดลองแบบ Auto เมื่อมีโหลด

ตารางที่ 5 บันทึกการทำงานแบบ Auto ขณะจับน้ำหนัก 100 กรัม

รอบที่	1			2			3		
ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Start	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Error	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Make 1	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-
Error	○	-	-	○	-	-	○	-	-
Make 2	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-
Error	-	○	-	-	○	-	-	○	-
Make 3	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
Error	-	-	○	-	-	○	-	-	○

✓ หมายถึง ทำงานได้ปกติ
○ หมายถึง ไม่มีการผิดพลาด (No Error)
- หมายถึง ไม่มีการทำงาน

ตารางที่ 6 บันทึกการทำงานแบบ Auto ขณะจับน้ำหนัก 200 กรัม

รอบที่	1			2			3		
ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Start	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Error	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Make 1	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-
Error	○	-	-	○	-	-	○	-	-
Make 2	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-
Error	-	○	-	-	○	-	-	○	-
Make 3	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
Error	-	-	○	-	-	○	-	-	○

✓ หมายถึง ทำงานได้ปกติ
○ หมายถึง ไม่มีการผิดพลาด (No Error)
- หมายถึง ไม่มีการทำงาน

ตารางที่ 7 บันทึกการทำงานแบบ Auto ขณะจับน้ำหนัก 300 กรัม

รอบที่	1			2			3		
ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Start	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Error ซม.	0 ซม.	1 ซม.	2 ซม.	3 ซม.	4 ซม.	5 ซม.	6 ซม.	7 ซม.	8 ซม.
Make1	✗	-	-	✗	-	-	✗	-	-
Error	1 ซม.	-	-	4 ซม.	-	-	7 ซม.	-	-
Make2	-	✗	-	-	✗	-	-	✗	-
Error	-	2 ซม.	-	-	5 ซม.	-	-	8 ซม.	-
Make3	-	-	✗	-	-	✗	-	-	✗
Error	-	-	3 ซม.	-	-	6 ซม.	-	-	9 ซม.

✓ หมายถึง ทำงานได้ปกติ
✗ หมายถึง มีการทำงานผิดพลาด (No Error)
- หมายถึง ไม่มีการทำงาน

4.6 ทดลองการควบคุมแบบไร้สาย โดยกำหนดเลือกโปรแกรมตัวอย่างที่ 1 แล้วทดลองกดสวิตซ์ 1-8 แบบไร้สาย ดังผลในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการทดลองแบบใช้สวิตซ์ 1-8 แบบไร้สาย (Remote)

สวิตซ์	จำนวนครั้งที่กด	ระยะทาง (เมตร)			
		5	10	15	20
SW. 1	1	✓	✗	✓	✗
	2	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✗	✗
SW. 2	1	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✗	✗
	3	✓	✓	✗	✗
SW.3	1	✓	✗	✗	✗
	2	✓	✗	✓	✓
	3	✓	✓	✗	✗
SW.4	1	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✗	✓	✓
	3	✓	✓	✗	✗

สวิตช์	จำนวนครั้งที่กด	ระยะทาง (เมตร)			
		5	10	15	20
SW. 5	1	✓	✓	✗	✗
	2	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✓	✗
SW. 6	1	✓	✓	✓	✗
	2	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✗	✗
SW.7	1	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✗	✗
	3	✓	✓	✓	✗
SW.8	1	✓	✓	✗	✗
	2	✓	✓	✓	✗
	3	✓	✓	✓	✗

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทดลองบทความนี้ประสบผลสำเร็จในระดับหนึ่ง แต่ถ้าจะนำไปใช้กับงานจริง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมและประยุกต์ ใช้งานให้เหมาะสมกับงานนั้นๆ อีกมาก จึงขอสรุปดังนี้

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง

ความแม่นยำในการเคลื่อนที่ใช้ได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาสร้าง เช่น เฟืองทดมีผลต่อการเคลื่อนที่ไม่ค่อยแม่นยำ และ เมื่อเคลื่อนที่ในสภาวะที่ไม่มีโหลด ทำให้เคลื่อนที่ได้แม่นยำกว่าสภาวะที่มีโหลด และถ้าใส่โหลดเกิน 400 กรัม ทำให้ความแม่นยำไม่แน่นอน เนื่องจากสัญญานนาฬิกาที่ป้อนให้กับมอเตอร์ไม่สัมพันธ์กับการหมุนของมอเตอร์ เพราะรับโหลดมากไป

5.2 ข้อเสนอแนะ การเปลี่ยนอัตราเฟืองทดให้สูงขึ้นจะทำให้รับโหลดได้มากขึ้นแต่การเคลื่อนที่จะช้าลง

จากการทดลองจึงสรุปได้ว่า สามารถนำแขนกลนี้ไปใช้งานที่รับน้ำหนักไม่มากได้ เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาการทำงานและการควบคุมอย่างง่าย ทั้งเป็นแนวทางการพัฒนาที่ดีขึ้น หากต้องการความแม่นยำกว่านี้ หรือหากต้องการให้รับโหลดได้มาก ๆ จะต้องเปลี่ยนอุปกรณ์และแก้ไขโปรแกรมให้เหมาะสมในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ ดร.,การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2 , กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ หจก.นำอักษรการพิมพ์, 2536

[2] พิษณุ รอดเกตุ , เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 144 และ 145 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ส.เอเชียเพรส , 2537

[3] ชัชวาล โชติวารินทร์ , เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 17 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ส.เอเชียเพรส , 2530

[4] ยืน ภู่วรวรรณ , ไมโครโปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ , กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ หจก.เอช-เอน การพิมพ์ 2528

[5] กฤษดา ใจเย็น เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 160 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ส.เอเชียเพรส , 2539

[6] ธานินทร์ ถาวรเศษสนวงศ์ ,ทินกร ดุก :การอินเตอร์เฟส IBM/PC กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์ 2532.

[7] มงคล ทองสารคราม. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง กรุงเทพฯ : บริษัท วิจี ปริ้นติ้ง จำกัด, 2536

[8] J.Michael Jacop , Industrial Control Electronics,Englewood Cliffs,NJ:Prentice-Hall,1989.

[9] Avter Sing, and Walter A, Triebel, The 8086 and 80286 Microprocessor ,Englewood Cliffs,NJ:Prentice-Hall,1990.

[10] Willis J. Tompkins, and John Gwebster ,P. Interfacing Sensor to the IBM/PC USA.:Anaheim Publishing Company , 1987..