การสร้างแบบจำลองและการควบคุมแขนกลโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
Modelling and Controlling a Robot Arm Using Microcontroller System

อนนท์ ด้วงโคตะ[1] ชลกฤษ จงรุรอบ[2] มงคล ชาญณรงค์[3] วิสิทธิ์ ลุมชะเนาว์[4]
[1,2,3,4]นักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
[4]อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
wisit.lc@bru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองแขนกลควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และเพื่อทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้น ผลการวิจัย พบว่าระบบควบคุมการหมุนแกนข้อมือชุดแขนกลและการควบคุมการเคลื่อนที่ของนิ้วมือชุดแขนกลสามารถทำงานได้ในสถานะต่าง ๆ ในฟังก์ชั่นการทำงานของแบบจำลองแขนกลได้อย่างมีประสิทธิภาพการขยับนิ้วและข้อมือ คิดเป็นร้อยละ 100 และผลการสอบถามความพึงพอใจการทดลองใช้งานเครื่องมือ พบว่าคะแนนเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) มีค่าเท่ากับ 4.33 และคะแนนส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าเท่ากับ 0.637 ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่าแบบจำลองแขนกลที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการนำไปใช้เป็นชุดแขนกลต้นแบบอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ การควบคุมแขนกล

Abstract

The purposes of this study were 1) to and control a robot arm using microcontroller system, and test the efficiency of use. The instrument used in the research were set of AVR microcontroller series, the DC motor, etc. The results of research found that the axis control of wrist twisting of mechanical arms and controls of the fingers movement, coulee effectually work in a variety of functions in the operation of the robot arm model effectively was 100 percent. And the results of satisfaction evaluation it was found that the mean scores was $\overline{X}$ = 4.33 with S.D. = 0.637. The conclusion was that the robot arm model constructed with average satisfaction in terms of manipulator application prototype at a good level.

Keywords : Microcontroller system, Robot arm control

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลาไม่ว่าจะเกิดอุบัติเหตุทางการจราจรจากความประมาทของผู้ใช้ยานพาหนะ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมจากเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทำงานผิดพลาดหรือผิดปกติ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากภัยธรรมชาติ และอุบัติเหตุอีกมากมายไม่ว่าจะเกิดขึ้นกับเด็กหรือผู้ใหญ่ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ที่ประสบอุบัติเหตุเกิดการสูญเสียอวัยวะทางร่างกาย เช่น แขน ขา เป็นต้น หรือรวมถึงผู้พิการผิดปกติมาแต่กำเนิดและสาเหตุอื่น ๆ ที่ทำให้ผู้พิการทางแขนล้วนมีความต้องการที่จะได้รับความช่วยเหลือในความยากลำบากในการใช้ชีวิตประจำวัน โดยผู้พิการที่เสียอวัยวะอาจจะใช้อวัยวะเทียมทดแทนได้ ซึ่งในปัจจุบันมีผู้พัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรือการคิดค้นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้กับร่างกายมนุษย์เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวได้ เช่น แขนเทียม ขาเทียม (ชิต เหล่าวัฒนา, 2558) เพื่อนำมาใช้งานแทนแขนหรือขาที่สูญเสียอวัยวะไป โดยทั่วไปสามารถนำมาใช้ทดแทนอวัยวะทางขา แต่ในส่วนแขนเทียมในปัจจุบันนั้นนำมาใช้ประโยชน์ได้ไม่สมบูรณ์มากหนักเนื่องจากแขนเทียมซึ่งจะไร้ข้อต่อในการใช้งานจับสิ่งของไม่ได้ และขยับไม่ได้ทำให้ลำบากในการหยิบจับสิ่งของ ในการพัฒนาจากแขนเทียมมาเป็นแขนกลที่มีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยข้อมือที่สามารถควบคุมการหมุนของข้อมือตามที่ต้องการได้ที่สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ เช่น ขยับสองนิ้วเพื่อการจับสิ่งของ หมุนข้อมือ เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบและสร้างแบบจำลองการควบคุมแขนกลที่สามารถควบคุมการหยิบจับสิ่งของ โดยมีลักษณะโครงสร้างของแขนกลจะประกอบไปด้วยชุดแขนกล และนิ้วมือ ซึ่งระบบควบคุมการทำงานของแขนกลโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ Arduino UNO ใช้ชิพ ATmega328 และโปรแกรมควบคุม MCU ด้วยภาษา C/C++ เป็นต้น ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นแขนกลต้นแบบในการนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดความสะดวกให้กับคนพิการทางแขนในการใช้ชีวิตประจำวันและเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจไปศึกษาและพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพให้สูงยิ่งขึ้นไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของแขนกลควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

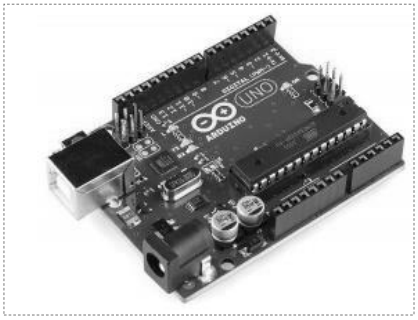
2.2 เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองแขนกลและการทดลองหาประสิทธิภาพการใช้งาน

3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาเพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองการควบคุมแขนกลด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีรายละเอียดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ (ทันพงษ์ ภู่รักษ, 2559) ซึ่งจะมีส่วนประกอบหลักสำคัญ 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู 2) หน่วยความจำเป็นหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) และเป็นหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้ในการคำนวณของซีพียู 3) อุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือพอร์ตอินพุต (Input) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือ

พอร์ตเอาต์พุต (Output) 4) ช่องสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus) 5) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะสามารถพิจารณาลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพที่ 1



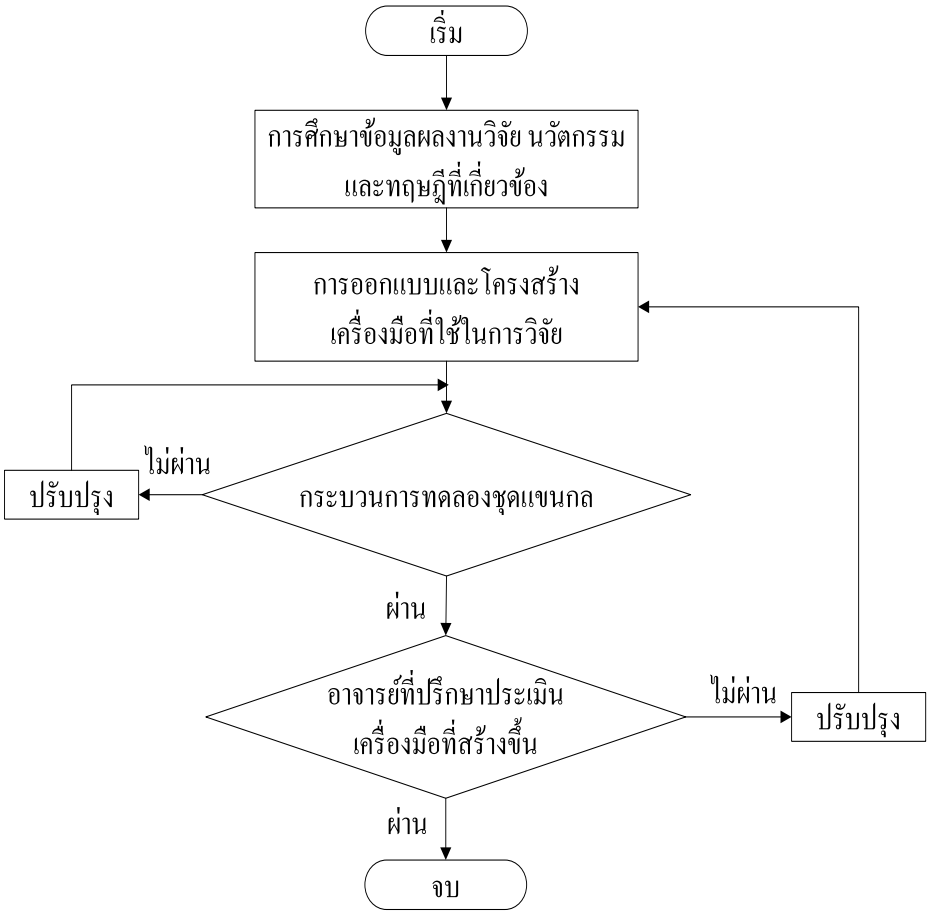
ภาพที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR บอร์ด Arduino UNO

3.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นอุปกรณ์มอเตอร์ที่สามารถใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed) ควบคุมแรงบิด (Torque) ควบคุมตำแหน่ง (Position) เป็นต้น

3.3 โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) ฟังก์ชั่น Header เป็นส่วน Compiler Directive ต่างๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปรและค่าคงที่ต่าง ๆ 2) ฟังก์ชั่น setup() เป็นฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดในโปรแกรมถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอเพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา { } ที่ใช้เป็นตัวกำหนดของเขตของฟังก์ชั่น และส่วนที่ 3) ฟังก์ชั่น loop() เป็นส่วนฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดในโปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชั่น setup() โดยฟังก์ชั่น loop() นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำ ๆ กัน

4. วิธีการวิจัย

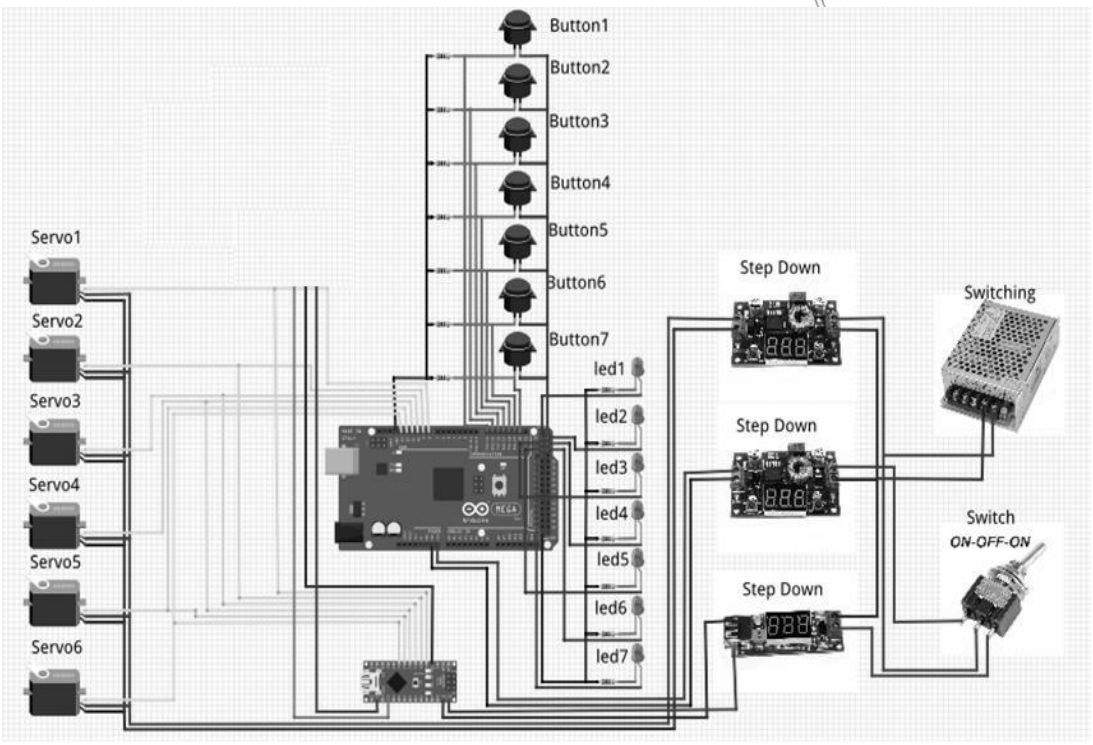
4.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินวิธีการวิจัยตามลำดับ ได้แก่ กระบวนการกำหนดขั้นตอนการวิจัย ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการทดลองซึ่งได้ดำเนินวิธีการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

4.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ คณาจารย์ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ไม่น้อยกว่า 15 คน

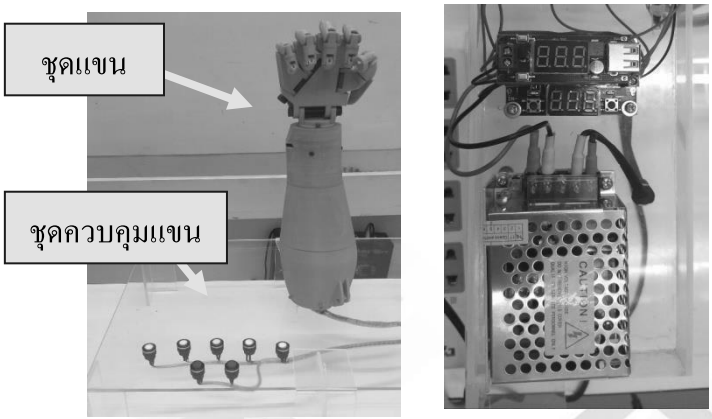
4.3 ขั้นตอนการออกแบบและการสร้างแบบจำลองและการควบคุมแขนกลโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบควบคุมการขับเคลื่อนที่ของการหมุนแกนข้อมือชุดแขนกลและการควบคุมการเคลื่อนที่ของนิ้วมือชุดแขนกล แสดงขั้นตอนการออกแบบและการสร้างแบบจำลองแขนกล ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การออกแบบและการสร้างแบบจำลองแขนกล

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการออกแบบและสร้างแบบจำลองแขนกลโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบจำลองแขนกลโดยเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับการสร้างจะประกอบไปด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบควบคุมการขับเคลื่อนแขนกล เป็นต้น ผลการออกแบบและสร้างสามารถแสดงโครงสร้างเครื่องมือ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ลักษณะของแบบจำลองแขนกล

5.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมแขนกลโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีกระบวนการทดลองระบบการเคลื่อนที่ด้วยวิธีการหมุนแกนข้อมือชุดแขนกลและวิธีการควบคุมการเคลื่อนที่ของนิ้วมือชุดแขนกล แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมแขนกล

รายละเอียดผลการทดลอง ประสิทธิภาพของชุดแขนกล	**ครั้งที่**										**ร้อยละ (%)**
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผลการควบคุมนิ้วหัวแม่มือ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
ผลการควบคุมนิ้วชี้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
ผลการควบคุมนิ้วกลาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
ผลการควบคุมนิ้วนาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
ผลการควบคุมนิ้วก้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
ผลการควบคุมหมุนแกนข้อมือขวา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
ผลการควบคุมหมุนแกนข้อมือซ้าย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%

จากตารางที่ 1 สรุปผลการทดลองได้ว่าการทำงานของแบบจำลองแขนกลสามารถทำงานได้ในสถานะต่าง ๆ ที่กำหนดในฟังก์ชั่นการทำงานของแบบจำลองแขนกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองแขนกล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบสอบถามความเหมาะสมของแบบจำลองแขนกล สรุปผลการวิจัยได้ดังตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	**จำนวน**	**ร้อยละ**
หญิง	3	20
ชาย	12	80
รวม	15	100
อายุ	**จำนวน**	**ร้อยละ**
ต่ำกว่า 20 ปี	0	0
20-30 ปี	10	66.67
31-40 ปี	3	20
41-50 ปี	2	13.33

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เพศ	**จำนวน**	**ร้อยละ**
51 ปีขึ้นไป	0	0
รวม	15	100
อาชีพ	**จำนวน**	**ร้อยละ**
นักศึกษา	10	66.67
ข้าราชการ	2	13.33
พนักงานของรัฐ	3	20
ลูกจ้าง	0	0
รวม	15	100

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบจำลองแขนกล

รายการประเมิน	**ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$)**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)**
1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานมีความแข็งแรงต่อการทดลองใช้งานแบบจำลองแขนกล	4.47	.507
2. ลักษณะการออกแบบขนาดรูปร่างมีความสวยงามมีความเหมาะสมในแบบจำลองแขนกล	4.13	.629
3. ขนาดของแบบจำลองแขนกลมีความเหมาะสม	4.37	.615
4. แบบจำลองแขนกลมีประสิทธิภาพการใช้งานตรงตามวัตถุประสงค์ของชุดแขนกล	4.40	.675
5. แบบจำลองแขนกลสามารถตรวจเช็คอุปกรณ์หรือซ่อมแซมและการบำรุงรักษาได้ง่าย	4.31	.761
ค่าเฉลี่ย	**4.33**	**0.637**

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบจำลองแขนกล มีค่าสูงสุด คือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานมีความแข็งแรงต่อการทดลองใช้งานแบบจำลองแขนกล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 รองลงมา คือแบบจำลองแขนกลมีประสิทธิภาพการใช้งานตรงตามวัตถุประสงค์ของชุดแขนกล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.33 และคะแนนส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าเท่ากับ 0.637 ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่าการสร้างแบบจำลองและการควบคุมแขนกลโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการนำไปใช้เป็นชุดแขนกลต้นแบบอยู่ในระดับดี

6. สรุปและอภิปรายผล

ผลการสร้างแบบจำลองและการควบคุมแขนกลโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและนำไปใช้ในการทดลองเพื่อพัฒนาชุดแขนกลต้นแบบที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าระดับความพึงพอใจเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทดลองเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี โดยมีผลการทดลองระบบควบคุมการหมุนแกนข้อมือชุดแขนกลและการควบคุมการเคลื่อนที่ของนิ้วมือชุดแขนกลสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 100 จากผลการทดลองจำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง และซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุวัฒน์ บำรุงกิจ (2553) ได้การออกแบบและสร้างแขนกลสองแขนกั้นรถยนต์ที่ควบคุมโดยใช้หลักการเคลื่อนที่นุ่มนวลที่สุด โดยกระบวนการเคลื่อนที่ใช้มอเตอร์กระแสตรงและเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นต้นกำลังในการทดลอง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ พันศักดิ์ เนระแก (2558) ได้การออกแบบหุ่นยนต์แบบหยิบและวางที่ใช้ระบบการมองเห็นของเครื่องจักร และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ธราธิป ภู่ระหงษ์ และศุภชัย ปลายเนตร (2553) ได้ศึกษาการควบคุมหุ่นยนต์แขนกลโดยใช้วิธีการควบคุมความเร็วสัญญาณพัลส์ เพื่อพัฒนามีการป้อนและจับลูกเปตองแบบอัตโนมัติ โดยมีวิธีการควบคุมหุ่นยนต์แขนกลใช้วิธีการควบคุมความเร็วของสัญญาณพัลส์ออกของตัวควบคุมเพื่อส่งไปยังชุดเซอร์โวแอมปลิไฟเออร์และเซอร์โวมอเตอร์

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชิต เหล่าวัฒนา. (2558). *แขนเทียมคนพิการควบคุมด้วยสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อลาย,* สืบค้นจากhttp://www.fibo.kmutt.ac.th/fiboweb2015/2012-08-09-18-15-11/.

ทันพงษ์ ภู่รักษ. (2559). *เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น,* สืบค้นจาก http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf.

ธราธิป ภู่ระหงษ์ และศุภชัย ปลายเนตร. (2553). *การควบคุมหุ่นยนต์แขนกลโดยใช้วิธีการควบคุมความเร็วสัญญาณพัลส์.* Naresuan University Journal, 18(1), หน้า 70

พันศักดิ์ เนระแก. (2558). *การออกแบบหุ่นยนต์แบบหยิบและวางที่ใช้ระบบการมองเห็นของเครื่องจักร.* ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อนุวัฒน์ บำรุงกิจ. (2553). *การออกแบบและสร้างแขนกลสองแขนกั้นรถยนต์ที่ควบคุมโดยใช้หลักการเคลื่อนที่นุ่มนวลที่สุด.* ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.