แขนหุ่นยนต์ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับติดตั้งบนรถเข็นคนพิการ

Assistive Robot Arm Mounted on Wheelchair for Disabled Person

วโรดม ประทุมวัลย์ และ สยาม เจริญเสียง
สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม (FIBO) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทร 66-02-470-9339 โทรสาร 66-02-470-9691
อีเมล์ w_pratoomwan@fibo.kmutt.ac.th, siam@fibo.kmutt.ac.th

Warodom Pratoomwan and Siam Charoenseang
Institute of FIeld roBOtics (FIBO), King Mongkut's University of Technology Thonburi
Tungkru Bangkok 10140 Thailand Tel: 66-02-470-9339 Fax: 66-02-470-9691
Email: w_pratoomwan@fibo.kmutt.ac.th, siam@fibo.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

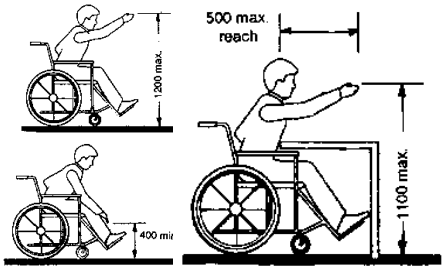
FIBO Assistive Robot Arm (FARA) เป็นแขนหุ่นยนต์อำนวยความสะดวก มี 4 แกน ถูกออกแบบมาสำหรับติดตั้งบนรถเข็นเพื่อใช้ในการอำนวยความสะดวกให้แก่คนพิการในการดำรงชีวิตประจำวัน ทำให้คนพิการสามารถใช้แขนหุ่นยนต์หยิบจับวัตถุสิ่งของ ในบริเวณที่ผู้นั่งรถเข็นไม่สามารถเอื้อมถึงได้ ในการออกแบบจะคำนึงถึงขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ไปยังบริเวณต่างๆ การคำนวณหาแรงบิด การทดรอบความเร็วของมอเตอร์ และการสร้างวงจรอิเลคโทรนิคส์ต่างๆสำหรับการอ่านค่ามุมจากเอนโคดเดอร์หรือโพเทนทิโอมิเตอร์ เป็นต้น มีการใช้บอร์ดควบคุมเป็นอุปกรณ์รับส่งคำสั่งและค่าที่วัดได้ต่างๆไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ทอนุกรม FARA มีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ได้ใกล้เคียงกับระยะแขนของมนุษย์ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแต่ละจุดหมุนได้ด้วย

Abstract

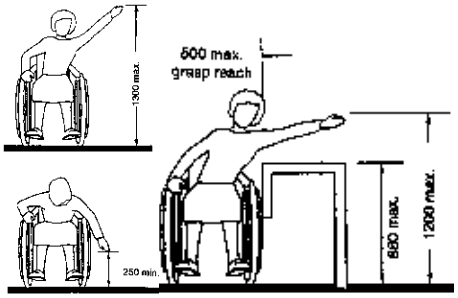
FIBO Assistive Robot Arm (FARA) is a 4 DOF robot arm. It is designed and mounted on a wheelchair to assist a disabled person in his or her daily living. The user can control this arm to pick up an object which is far away from him or her. The design concept is based on FARA workspace, torque requirement, gear ratio, and necessary electronics components such as a circuit for reading angle values from encoders or potentiometers. All commands and data are sent and received to/from computer via a serial port. FARA is able to move through many positions close to human's ability and its joints can be controlled independently.

1. บทนำ

จากข้อมูลการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ได้ทำการรายงานผลการสำรวจความพิการและภาวะทุพพลภาพ พ.ศ. 2545 [1] ว่ามีประชากรที่พิการอยู่ประมาณร้อยละ 1.7 ของประชากรทั้งหมด มีคนพิการบางกลุ่มจำเป็นที่จะต้องใช้รถเข็นทำให้มีข้อจำกัดทางกายภาพในการดำเนินชีวิตทำให้ไม่สะดวกในการดำรงชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนพิการที่นั่งรถเข็นจะมีขอบเขตในการหยิบจับสิ่งของต่างๆ ที่จำกัดดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ 1 ระยะเอื้อมถึงด้านหน้าของคนบนรถเข็น [2]



รูปที่ 2 ระยะเอื้อมถึงด้านข้างของคนบนรถเข็น [2]

ด้วยเหตุนี้ แขนหุ่นยนต์ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับติดตั้งบนรถเข็นคนพิการหรือ FIBO Assistive Robot Arm (FARA) จึงได้ถูกสร้างขึ้นมาสำหรับติดตั้งเอาไว้กับรถเข็นคนพิการ เพื่อทำให้ผู้ที่ต้องนั่งรถเข็นสามารถใช้แขนหุ่นยนต์นี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งการหยิบจับวัตถุในบริเวณที่ไม่สามารเอื้อมถึงได้

2. การสำรวจเอกสาร

ประเภทของแขนหุ่นยนต์อำนวยความสะดวกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

2.1 แขนหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Working Station Systems)

มีข้อดีคือไม่ซับซ้อนและราคาไม่แพง สามารถใช้หุ่นยนต์ทั่วไปที่มีอยู่ติดตั้งได้ตามความเหมาะสมแต่ข้อเสียคือข้อจำกัดในการเคลื่อนที่ทำให้ขอบเขตในการทำงานไม่กว้างแต่จะสามารถทำการโปรแกรมได้ง่ายเนื่องจากทราบขอบเขตการเคลื่อนที่และงานที่จะทำที่แน่นอน ตัวอย่างของระบบประเภทนี้ได้แก่ งานวิจัยของ M.Topping และคณะ [3,4] ได้สร้างแขนหุ่นยนต์อำนวยความสะดวกที่ชื่อว่า HANDY1 สำหรับการอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตประจำวันให้แก่คนพิการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการรับประทานอาหาร

แขนหุ่นยนต์ของบริษัท Neater Solution Ltd. [5,6] ก็ถูกออกแบบมาสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือในการทานอาหาร งานวิจัยของ M.Busnel และคณะ [7,8] ได้สร้างชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งสำหรับอำนวยความสะดวกในการทำงานมีชื่อว่า AFMASTER โดยในชุดอุปกรณ์นี้ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ชั้นวางโทรทัศน์ เครื่องเล่นวีดีโอ เครื่องเสียง เครื่องพิมพ์ หนังสือ หรือสิ่งของอื่นๆ แล้วควบคุมแขนหุ่นยนต์เพื่อการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น

2.2 แขนหุ่นยนต์ติดตั้งบนรถเข็น (Wheel-chair Mounted Systems)

การนำแขนหุ่นยนต์มาติดตั้งบนรถเข็นของคนพิการทำให้สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น แต่จะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ใช้งาน พื้นที่และองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งต้องการพื้นที่ในการใช้งานมาก ตัวอย่างของงานวิจัยประเภทนี้ ได้แก่ MANUS ของบริษัท Exact Dynamics ในประเทศเนเธอแลนด์ [9] เป็นแขนหุ่นยนต์ที่มี 6 แกน ดังรูปที่ 3 สามารถบังคับผ่านแป้นควบคุมหรือก้านบังคับหรืออุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ ส่วนปลายของแขนมีการติดตั้งกริปเปอร์สำหรับหยิบจับสิ่งของ ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแรงบิดเพื่อความปลอดภัยเอาไว้ที่จุดหมุน การทำงานของอุปกรณ์ก็คือเมื่อหุ่นยนต์ถูกต้านการเคลื่อนที่จนแรงบิดถึงค่าที่กำหนดไว้หุ่นยนต์ก็จะหยุดการเคลื่อนที่ทันที

แขนหุ่นยนต์ MAT ของ Robotics Lab ในประเทศเสปน [10,11,12] ที่มี 5 แกน สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการได้ด้วยการติดตั้งฐานยึดของปลายแขนหุ่นยนต์ เนื่องจากกริปเปอร์ได้ถูกออกแบบมาให้สามารถยึดกับฐานได้ทั้งสองด้าน นอกจากนี้ยังมีแขนหุ่นยนต์ WESTON ของ M.Hillman และคณะ [13] และ MULOS ของ G.Johnson [14] ที่ได้ถูกออกแบบมาสำหรับการติดตั้งบนรถเข็นของคนพิการเช่นกัน

รูปที่ 3 แขนหุ่นยนต์อำนวยความสะดวก MANUS [9]

2.3 หุ่นยนต์อำนวยความสะดวกแบบอัตโนมัติ (Autonomously Mobile Systems)

เพื่อนำข้อดีและหลีกเลี่ยงข้อเสียของแขนหุ่นยนต์อำนวยความสะดวกที่ติดตั้งบนรถเข็นคนพิการ หุ่นยนต์อำนวยความสะดวกแบบอัตโนมัติได้ถูกออกแบบให้มีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปได้ทุกที่ในพื้นที่ที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยที่นอนอยู่บนเตียงสามารถควบคุมหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการ เช่น การหยิบสิ่งของ หรืออาจจะออกแบบให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ทั่วบ้านโดยการสังเกตผ่านกล้องที่ติดตั้งอยู่บนหุ่นยนต์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือผ่านระบบบ้านอัจฉริยะ เป็นต้น

3. การออกแบบทางกล

จากตัวอย่างงานวิจัยเกี่ยวกับแขนหุ่นยนต์อำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการแบบต่างๆ พบว่า แขนหุ่นยนต์ต่างๆ ได้ถูกออกแบบให้มีลักษณะการทำงานได้เหมือนกันหรือใกล้เคียงกับแขนของมนุษย์ ในงานวิจัยนี้ได้เน้นไปทางด้านการช่วยหยิบจับสิ่งของในบริเวณที่ไม่สามารถเอื้อมถึงจึงได้กำหนดให้มี 4 แกน มีสัดส่วนความยาวของชิ้นต่อโยงต่างๆ ดังตารางที่ 1

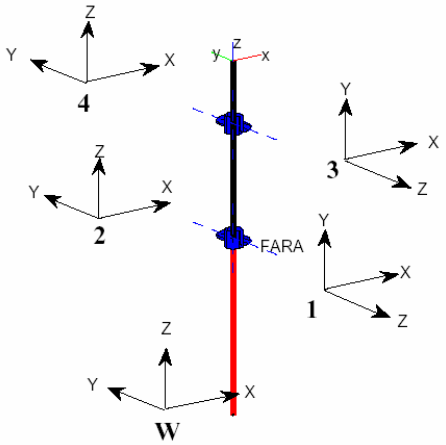
ตารางที่ 1 สัดส่วนความยาวของชิ้นต่อโยงที่กำหนดใช้ในการออกแบบ

ชิ้นต่อโยง	1	2	3	4
ความยาว	3.5	2.5	1.5	1

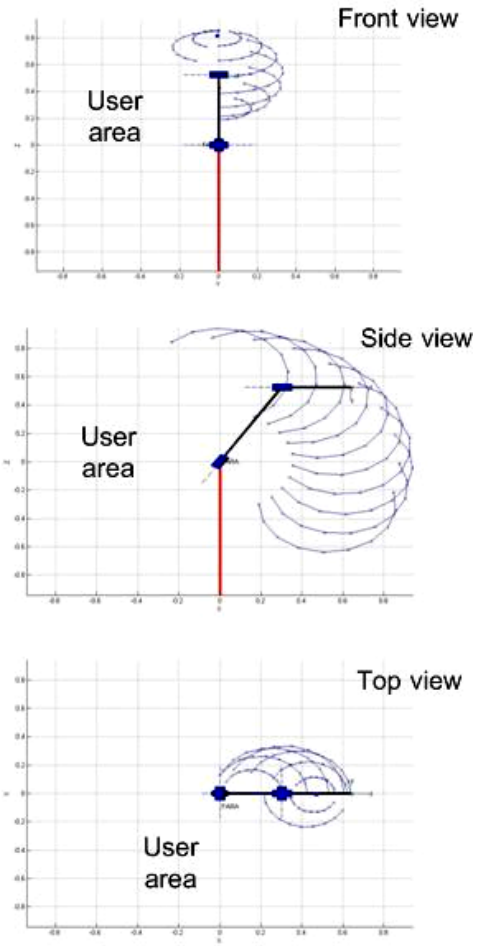
Robotics Toolbox ของ P.Corke [15,16,17] ถูกใช้เพื่อสร้างแบบจำลองของแขนหุ่นยนต์ที่ต้องการ มีลักษณะดังรูปที่ 4 และใช้แบบจำลองนี้วิเคราะห์ขอบเขตความสามารถในการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์โดยการกำหนดท่าทางของแขนหุ่นยนต์ดังตารางที่ 2 ตัวอย่างของลักษณะขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ที่ได้เป็นดังรูปที่ 5 และความสัมพันธ์ของแต่ละชิ้นต่อโยงได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

เมื่อได้รูปร่างแบบจำลองของแขนหุ่นยนต์แล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะทำการหาเส้นทางการเคลื่อนที่ในแต่ละจุดหมุน ของแขนหุ่นยนต์โดยกำหนดให้เป็นการเคลื่อนที่เป็นแบบ Cubic Polynomial กำหนดให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่แสดงไว้ดังตารางที่ 2 จะได้เส้นทางการเคลื่อนที่ของแต่ละจุดหมุนดังตัวอย่างในรูปที่ 6 เป็นเส้นทางการเคลื่อนที่ของแต่ละจุดหมุนจาก

Ready ไปสู่ High pick จากนั้นนำค่าเส้นทางการเคลื่อนที่เหล่านี้ไปแทนลงในสมการพลวัตรเพื่อหาค่าของแรงบิดที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดหมุนของแขนหุ่นยนต์เพื่อที่จะใช้สำหรับการหาอัตราทดของมอเตอร์



รูปที่ 4 แบบจำลองแขนหุ่นยนต์ FARA



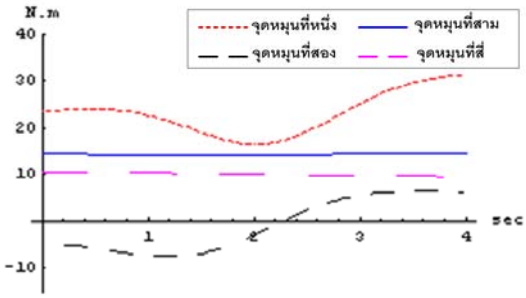
รูปที่ 5 ขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์เมื่ออยู่ในท่า High pick

ตารางที่ 2 ค่ามุมของแขนหุ่นยนต์ในท่าทางต่างๆ

Pose	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4
Ready	180^o	0^o	-180^o	0^o
High pick	30^o	0^o	60^o	0^o
Low pick	150^o	0^o	-60^o	0^o
SH pick	0^o	180^o	45^o	0^o
SL pick	180^o	90^o	90^o	0^o

ตารางที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละชิ้นต่อโยง

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i
1	90^o	0	0	θ_1
2	-90^o	0	350+250	θ_2
3	90^o	0	0	θ_3
4	-90^o	0	150+100	θ_4

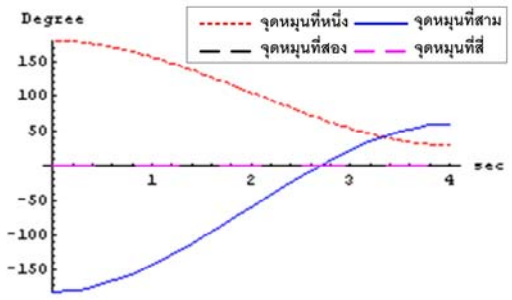


รูปที่ 6 เส้นทางการเคลื่อนที่ของจุดหมุนจากตำแหน่ง Ready ไปสู่ High pick

เมื่อได้เส้นทางการเคลื่อนที่ของแต่ละจุดหมุนของแขนหุ่นยนต์แล้วจะนำไปแทนค่าลงในสมการพลวัตรซึ่งแสดงไว้ดังสมการที่ 1 [18] โดยกำหนดให้จุดศูนย์กลางมวลของแต่ละชิ้นต่อโยงอยู่ที่ส่วนปลายของชิ้นต่อโยง ชิ้นต่อโยงแต่ละชิ้นมีมวลเท่ากับ 1 กิโลกรัม และที่ปลายแขนของหุ่นยนต์ สามารถรับแรงได้ 2 กิโลกรัม โดยการแทนค่าต่างๆลงในสมการ Iterative Newton-Euler Dynamics Formulation

$$\tau = M(\theta)\ddot{\theta} + B(\theta)[\dot{\theta}\dot{\theta}] + C(\theta)[\theta^2] + G(\theta) \qquad (1)$$

เมื่อทำการแทนค่าการเคลื่อนที่ของจุดหมุนการเคลื่อนที่ของจุดหมุนต่างๆลงในสมการพลวัตรด้วยค่าต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในข้างต้นทำให้ได้ค่าของแรงบิดที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดหมุนของแขนหุ่นยนต์ เช่นตัวอย่างในรูปที่ 7 เป็นค่าแรงบิดที่เกิดขึ้นของแต่ละจุดหมุนจากตำแหน่ง Ready ไปสู่ High pick จากนั้นนำค่าของแรงบิดที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดหมุนมาเปรียบเทียบกันเพื่อพิจารณาแรงบิดที่เกิดขึ้นสูงสุดในแต่ละจุดหมุนหาค่าแรงบิดที่ต้องการออกแบบด้วยการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์ความปลอดภัยเท่ากับ 2 เท่า ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4 เพื่อนำไปใช้ในการเลือกมอเตอร์หรือการออกแบบชุดเฟืองทด



รูปที่ 7 ค่าแรงบิดที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดหมุน จากตำแหน่ง Ready ไปสู่ High pick

ตารางที่ 4 ค่าแรงบิดที่ได้จากการคำนวณและที่ใช้ในการออกแบบ

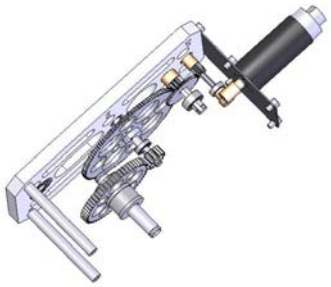
Torque(N.m)	1st Joint	2nd Joint	3rd Joint	4th Joint
Calculated	35	10	15	10
Designed	70	20	30	20

ตารางที่ 5 รายละเอียดของมอเตอร์

Joint	1st	2nd	3rd	4th
Brand	FAULHABER	Unknown	FAULHABER	Unknown
Voltage(V)	24.0	24.0	24.0	12.0
Power(Watt)	47.9	Unknown	47.9	Unknown
Re.Gear	No	Yes	No	Yes
Torque(N.m)	0.072	40	0.072	20
Feedback	Encoder	No	Encoder	No

จากแรงบิดที่ได้จากการคำนวณรวมถึงทรัพยากรบางส่วนที่มีรายละเอียดดังตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่ามีมอเตอร์อยู่สองชนิด ได้แก่ แบบที่มีเอ็นโคเดอร์ในตัวซึ่งเป็นของ FAULHABER ให้แรงบิดเท่ากับ 72 มิลลินิวตันเมตร ที่ความเร็ว 6,400 รอบต่อนาทีและมอเตอร์แบบที่มีการทดรอบในตัว แต่ไม่มีอุปกรณ์วัดมุมจากภายนอก จึงต้องติดตั้งโพเทนทิโอมิเตอร์เพื่อใช้สำหรับการวัดมุม

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดของอัตราทดของมอเตอร์ รวมถึงรายละเอียดของแรงบิดที่ต้องการในแต่ละจุดหมุน โดยเฉพาะมอเตอร์ที่ติดตั้งกับจุดหมุนที่หนึ่งนั้นได้ทำการติดตั้งเฟืองตัวหนอนซึ่งมีอัตราทด 1/20 เท่า เพื่อป้องกันการหมุนกลับของมอเตอร์ ดังรูปที่ 8

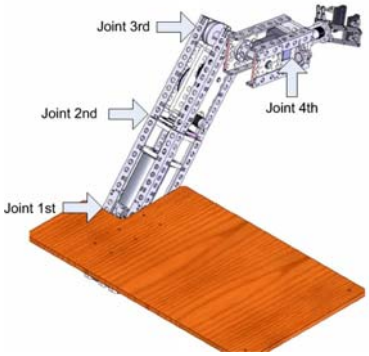


รูปที่ 8 ชุดเฟืองทดที่ออกแบบสำหรับจุดหมุนที่หนึ่ง

ตารางที่ 6 รายละเอียดของการปรับปรุงคุณสมบัติของมอเตอร์

Joint	1st	2nd	3rd	4th
$Torque_{modify}$(N-m)	460	20	23	20
Reduction	6,400	1	320	1
Speed (rpm)	1	10	20	10

แขนหุ่นยนต์ที่ได้ออกแบบมามีลักษณะดังรูปที่ 9 ซึ่งได้แสดงขนาดของแขนหุ่นยนต์เอาไว้ในตารางที่ 7 สำหรับความสามารถในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆนั้น ได้ทำการเปรียบเทียบกับการเอื้อมแขนของมนุษย์ที่ได้กล่าวถึงในตอนแรกได้แสดงระยะเอาไว้ในตารางที่ 8



รูปที่ 9 การออกแบบและแขน FARA ที่ติดตั้งบนรถเข็น

ตารางที่ 7 ขนาดของแขนหุ่นยนต์

Link	Cross Section Area(mm^2)	Length(mm)
1st	96x96	344
2nd	96x96	262
3rd	96x96	185
4th	96x96	86

4. การออกแบบทางไฟฟ้าและโปรแกรม

จำนวนอินพุทและเอาท์พุทที่ต้องใช้งาน ได้แสดงรายละเอียดไว้ในดังตารางที่ 8 ได้ทำการเลือกใช้บอร์ดควบคุมของบริษัทอีทีที รุ่น ET-RS8255 [19] ดังรูปที่ 7 ซึ่งเป็นบอร์ดควบคุมสั่งงานโดยการใช้คอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ทอนุกรม ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์

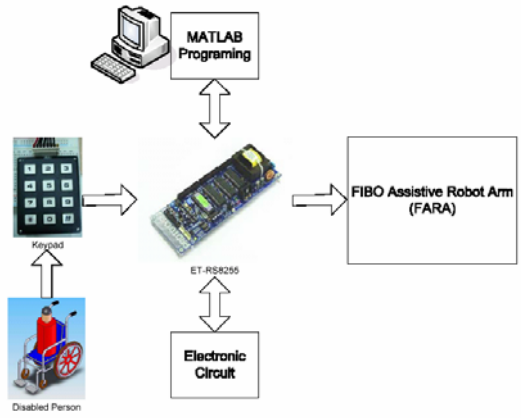
AT89S8252 ต่อขยายพอร์ทด้วยไอซีเบอร์ 8255 ทำให้ได้ดิจิตอลอินพุทและเอาท์พุททั้งหมด 72 ช่อง ซึ่งมากเพียงพอต่อการใช้งานสำหรับการควบคุมแขนของหุ่นยนต์

ตารางที่ 8 ขอบเขตความสามารถในการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์เปรียบเทียบกับคนนั่งรถเข็น (โดยประมาณ)

ด้านหน้า	แขนมนุษย์ (mm)	แขนหุ่นยนต์ (mm)
ระยะด้านบน	1200	1200
ระยะด้านล่าง	400	100
ระยะด้านหน้าเมื่อมีสิ่งกีดขวาง	500	650
ระยะด้านบนเมื่อมีสิ่งกีดขวาง	1100	1200
ด้านข้าง		
ระยะด้านบน	1300	1300
ระยะด้านล่าง	250	100
ระยะด้านข้างเมื่อมีสิ่งกีดขวาง	500	600
ระยะด้านบนเมื่อมีสิ่งกีดขวาง	1200	1300

ตารางที่ 8 อินพุทและเอาท์พุทที่ต้องการใช้งาน

Equipment	Quantity	DI	DO	AI	AO
Encoder	2	4	-	-	-
Potentiometer	2	-	-	2	-
Driver	4	-	-	-	8



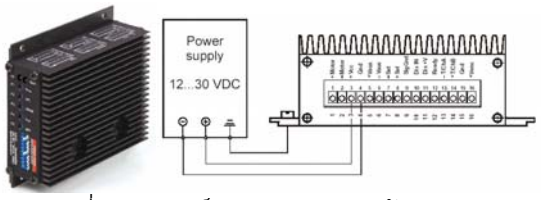
รูปที่ 10 อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมแขนหุ่นยนต์

รูปที่ 10 แสดงถึงภาพโดยรวมของส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้สำหรับทำการควบคุมแขนของหุ่นยนต์ โดยผู้ควบคุมจะทำการบังคับแขนของหุ่นยนต์ผ่านทางปุ่มควบคุมผ่านไปยังบอร์ดควบคุม ET-RS8255 ที่ทำการโปรแกรมเอาไว้ด้วย MATLAB ซึ่งมีชุดคำสั่งสำหรับการติดต่อกับบอร์ด ET-RS8255 ดังรูปที่ 11

ในส่วนของการควบคุมแรงดันมอเตอร์ ใช้อุปกรณ์ควบคุมแรงดันของบริษัท Maxon รุ่น 4-Q-DC Servo Control LSC 30/2 ดังรูปที่ 12 เป็นอุปกรณ์จ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ การใช้งานอุปกรณ์จะต้องทำการส่งสัญญาณจากบอร์ดควบคุม โดยส่งลอจิกสูงไปยังขาเซ็ตข้างหนึ่งและลอจิกต่ำไปยังขาเซ็ตอีกข้างหนึ่งของอุปกรณ์ จากนั้นอุปกรณ์จึงจะจ่ายแรงดัน ให้กับมอเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุน

```
A = เขียนข้อมูลไปที่ตัว 8255 *ANPXX 0DH
B = อ่านข้อมูลจากที่ตัว 8255 *BNP 0DH
C = เขียนค่า Output ออก DAC *CHXXXX 0DH
D = อ่านค่า Input จาก ADC *DH 0DH
E = ปิดเปิดการการตอบสนองคำสั่งด้วยเสียง *E 0DH
F = ส่งเสียง Alarm ที่ Speaker โดยเลือกเสียงได้ *FT 0DH
G = ดู Version ของ ET-RS8255 *G 0DH
H = เขียนข้อมูลลง EEPROM *HAAXX 0DH
I = อ่านข้อมูลจาก EEPROM *IAA 0DH
J = อ่านค่าปัจจุบันของ Control Byte ของ 8255 ทุกตัว *J 0DH
K = เซ็ทความเร็วในการกระพริบของ LED Operate *KXX 0DH
```

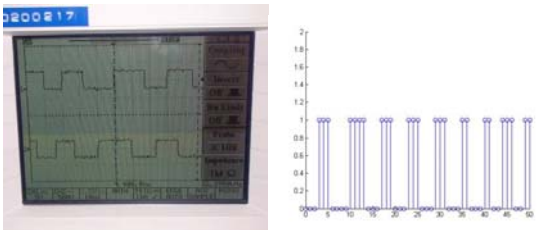
รูปที่ 11 ชุดคำสั่งของ ET-RS8255 [19]



รูปที่ 12 อุปกรณ์แปลงกระแสของบริษัท Maxon รุ่น 4-Q-DC Servo Control LSC 30/2 [20]

ในส่วนของการรับค่าจากโพเทนทิโอมิเตอร์ จะป้อนแรงดันอ้างอิง 5 โวลท์ให้กับโพเทนทิโอมิเตอร์และอ่านค่าแรงดันที่เปลี่ยนไปตามการหมุนซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก เข้าสู่บอร์ด ET-RS8255 ได้โดยผ่านทางพอร์ทรับสัญญาณอนาล็อก

ในส่วนของการรับค่าจากเอนโคเดอร์ใช้ไอซีเบอร์ DM74LS393 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้ในวงจรนับสามารถรับค่าได้สี่บิท เนื่องจากบอร์ด ET-RS8255 มีความเร็วในการประมวลผลประมาณ 200 มิลิวินาที ซึ่งไม่เร็วพอที่จำอ่านค่าของพัลส์ที่รับได้จากเอนโคเดอร์ได้โดยตรง จึงต้องนำทีฟลิปฟลอบเข้ามาใช้เพื่อทำการนับจำนวนของพัลส์ต่อการเคลื่อนที่หนึ่งรอบ ซึ่งได้ผลเป็นดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ผลของการอ่านค่าจากเอนโคดเดอร์

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างแขนหุ่นยนต์อำนวยความสะดวกซึ่งมี 4 แกนสำหรับติดตั้งบนรถเข็นเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่คนพิการในการดำรงชีวิตประจำวัน ทำให้คนพิการสามารถสั่งงานใช้แขนหุ่นยนต์หยิบจับวัตถุสิ่งของได้ โดยเริ่มจากการทดสอบด้วยแบบจำลองในคอมพิวเตอร์เพื่อหาขอบเขตในการเคลื่อนที่และแรงบิดที่ต้องการในแต่ละจุดหมุนของแขนหุ่นยนต์

จากนั้นได้ออกแบบและสร้างชุดเฟืองทดรอบเพื่อให้ได้แรงบิดตามที่ต้องการ ในส่วนของการทดสอบพบว่าแขนของหุ่นยนต์ FARA สามารถเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่ระยะแขนของมนุษย์สามารถเอื้อมถึงได้ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากสำหรับการนำไปใช้กับคนพิการประเภทที่แขนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ โดยสามารถปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในการควบคุมให้เหมาะสมกันไปในแต่ละบุคคล สำหรับในขั้นต่อไปจะทำการพัฒนาในส่วนของการบังคับควบคุมแขนหุ่นยนต์ โดยติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น พร้อมระบบความปลอดภัยโดยการติดตั้งสวิทช์ฉุกเฉินเพื่อป้องกันอันตรายจากการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ที่จะเคลื่อนที่เข้ามายังบริเวณที่ผู้ควบคุมนั่งอยู่ นอกจากนี้ต้องมีการพัฒนาระบบควบคุมเพื่อให้แขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ภายในเวลาที่กำหนดไว้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] พวงแก้ว กิจธรรม, 2548. การศึกษาสำหรับคนที่มีความบกพร่องทางร่างกายหรือสุขภาพ. http://www.tddf.or.th/tddf/library/ (ค้นหาเมื่อ ธันวาคม 2548)

[2] Disabled People's Association. Singapore, 2005, Anthro-pometrics. http://www.dpa.org.sg/access/95appena.htm (ค้นหาเมื่อ ธันวาคม 2548).

[3] M.Topping and J.Smith.,1999. The Development of HANDY 1, a Robotics System to Assist the Severely Disabled., ICORR'99: International Conference on Rehabilitation Robotics, Stanford, CA., pp.244-249.

[4] S.O'Connell and M.Topping.,1999. A User's Perspective on the Handy 1 System. ICORR'99: International Conference on Rehabilitation Robotics, Stanford, CA., pp.115-121.

[5] Neater Solution td., Neater Solution., 2005. http://www.neater.co.uk/main.htm (ค้นหาเมื่อ ธันวาคม 2548).

[6] Therafin Coperation., 2006. http://www.therafin.com/ neatereater.htm (ค้นหาเมื่อ มีนาคม 2549).

[7] R.Gelin, F.Coulon-Lauture, B.Lesigne, J.Le Blanc and M.Busnel., 1999. AFMASTER: an Industrial Rehabilitation Workstation. ICORR '99: International Conference on Rehabilitation Robotics, Stanford, CA., pp.149-154.

[8] AFMASTER, The Freedom and Autonomy Cell for a Better Citicenship., 2005. http://www.afma-robots.com/pages /enter.htm (ค้นหาเมื่อ ธันวาคม 2548).

[9] Exact Dynamics, 2005. ARM: Assistive Robotic Manipulator http://www.exactdynamics.nl/ (ค้นหาเมื่อ ธันวาคม 2548).

[10] R. Correal, A. Jardón, S. Martínez, R. Cabás, A. Giménez and C. Balaguer., 2006. Human-Robot Coexistence in Robot-Aided Apartment., Robotics Lab, Department of System Engineering and Automation, University Carlos III of Madrid, Spain.

[11] Robotics Lab., Assistive Robots., 2005. http://roboticslab.uc3m.es/roboticslab/gallery (ค้นหาเมื่อ ธันวาคม 2548).

[12] G.Bolmsjö, M.Olsson and U.Lorentzon., 2002. Development of a general purpose robot arm for use by disabled and elderly at home. Proceedings of the 33rd ISR (International Symposium on Robotics) October 7-11.

[13] M.Hillman, K.Hagan, S.Hagan, J.Jepson and R.Orpwood., 2002. The Weston wheelchair mounted assistive robot - the design story. Robotica (2002) volume 20, Cambridge University Press, pp. 125–132.

[14] G.R.Johnson, D.A.Carus, G.Parrini, S.S.Marchese and R.Valeggi., 2001. The design of a five-degree-of-freedom powered-orthosis for the upper limb. ImechE.

[15] Peter I. Corke., 1996. Robotics toolbox for MATLAB. IEEE Robotics and Automation Magazine. Pp.24-32.

[16] P.I. Croke., 2001. Robotics toolbox for Matlab (release6). CSIRO, Manufacturing Science and Technology, Pinjarra Hills, Australia.

[17] P.I. Croke., 2001. A computer tool for simulation and analysis:the Robotics Toolbox for MATLAB. ", CSIRO Division of Manufacturing Technology.

[18] John J. Craig., 1989. Introduction to Robotics Mechanics and Control. Addision-Wesley Publishing Company. pp.68-102, 187-207, 230-236.

[19] บริษัท อีทีที จำกัด., ET-RS8255. 2549. http://www.ett.co.th/product/12A22.html (ค้นหาเมื่อ กันยายน 2549).

[20] MAXON., 4-Q-DC Servo Control LSC 30/2., 2006. www.maxonmotor.com (ค้นหาเมื่อ กันยายน 2549).