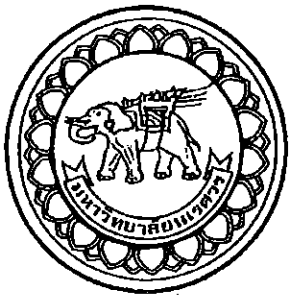


หุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง

Prototype Gesture Command Robot

นายปรีชา จบแล้ว รหัส 52371337

นางสาววริศรา จันทรา รหัส 52371450

นางสาววิกานดา กำจาย รหัส 52371474

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 9 ก.ย. 2556
เลขทะเบียน 1638 6118
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ฟ 467 ป 2556

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	**หุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง**		
ผู้ดำเนินโครงงาน	**นายปรีชา**	**จบแล้ว**	**รหัส 52371337**
	นางสาววริศรา	**จันทรา**	**รหัส 52371450**
	นางสาววิกานดา	กำจาย	รหัส 52371474
อาจารย์ที่ปรึกษา	**อาจารย์เศรษฐา**	**ตั้งค้าวานิช**	
สาขาวิชา	**วิศวกรรมคอมพิวเตอร์**		
ภาควิชา	**วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์**		
ปีการศึกษา	2555		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช)

.....กรรมการ
(ดร.พนัส นัถฤทธิ์)

.....กรรมการ
(ดร.วรลักษณ์ คงเด่นฟ้า)

.....กรรมการ
(นายรัฐภูมิ วรานุสาสน์)

หัวข้อโครงงาน	**หุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง**		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายปรีชา	จบแล้ว	รหัส 52371337
	นางสาววริศรา	จันทรา	รหัส 52371450
	นางสาววิกานดา	กำจาย	รหัส 52371474
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์เศรษฐา	ตั้งค้าวานิช	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2555		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ศึกษาและพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อทำให้เกิดความสะดวกสบายภายในบ้านและยังสามารถต่อยอดนำไปพัฒนาในการแข่งขัน @HOME ROBOT หุ่นยนต์เพื่อนอัจฉริยะ ได้ด้วย โดยหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่จากการสั่งการด้วยท่าทางมีกล้องอินฟราเรดจับภาพเป็นโครงกระดูกแล้วนำมาประมวลผลที่คอมพิวเตอร์จากนั้นคอมพิวเตอร์จะส่งการควบคุมไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อบังคับให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ มีอัลทราโซนิกส์เซ็นเซอร์คอยตรวจจับวัตถุทำให้หุ่นยนต์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขว้างได้โดยอัตโนมัติ โครงงานนี้จะอธิบายถึงการทำงานของหุ่นยนต์และอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ ประกอบไปด้วย กล้องอินฟราเรด อัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไดรเวอร์ และมอเตอร์ ที่ใช้ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์นี้จัดทำขึ้นเพื่อ ทำให้มีหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง ที่สามารถพัฒนาให้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกับมนุษย์ และเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงานมากขึ้น

Project title	Prototype Gesture Command Robot		
Name	Mr. Preecha	Jobleaw	ID. 52371337
	Miss.Warissara	Jantra	ID. 52371450
	Miss.Wikanda	Kamjai	ID. 52371474
Project advision	Mr. Settha	Tangkawanit	
Major	Computer Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2012		

Abstract

Prototype Gesture Command Robot development of comfortably and can be developed further in the competition @HOMEROBOT. Robot can movement in flat area only and the IR camera skeletal tracking so gesture command process in computer. Computer sends data to microcontroller for control motors movement to the position specified so the IR camera and Ultrasonic sensor for robot avoid barrier on the area. Device important for project robot is the IR camera, Ultrasonic Sensor, Microcontroller and Laptop Computer. Benefits for project this is human get prototype robot support human and comfortably human.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช ที่คอยให้คำปรึกษาและคอยแนะนำวิธีการแก้ปัญหา คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ ดร.พนัส นัถฤทธิ์, ดร.วรลักษณ์ คงเด่นฟ้า และ นายรัฐภูมิ วรานุสาสน์ ที่กรุณาสละเวลาเป็นอาจารย์กรรมการสอบโครงงานพร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ไม่เพียงแต่ให้วิชาความรู้แต่ยังให้ประสบการณ์ต่างๆและความอบอุ่นที่เปรียบเสมือนบ้านหลังที่สอง

ขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการดำเนินโครงงาน

สุดท้ายขอขอบพระคุณครอบครัวเป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษา กำลังใจและห่วงใยอยู่เสมอ ประโยชน์ความดีและคุณค่าอันพึงมีจากโครงงานนี้ ขอมอบแด่ทุกท่านคะ

คณะผู้จัดทำ

นายปรีชา จบแล้ว

นางสาววริศรา จันทรา

นางสาววิกานดา กำจาย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญรูป ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 จุดประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ 2

1.5 แผนการดำเนินงาน 3

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.7 งบประมาณของโครงงาน 5

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 6

2.1 Kinect for Windows 6

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 10

2.3 วิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ (PWM) 11

สารบัญ(ต่อ)

2.4 วงจรไดรเวอร์มอเตอร์ 12

2.5 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม 15

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller) 18

2.7 อัลทราโซนิกส์(Ultrasonic) 20

2.8 Crosstalk Signal of Ultrasonic Sensor 23

2.9 Subsumption Architecture 23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 25

3.1 หลักการทำงาน 25

3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ 27

3.3 การทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง 32

บทที่ 4 ผลการทดลอง 47

4.1 ทดสอบการทำงานของส่วนควบคุมระดับบน 47

4.2 การทดสอบแสงที่มีผลในการทำงานของหุ่นยนต์ 60

4.3 ทดสอบการทำงานของส่วนควบคุมระดับล่าง 64

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 71

5.1 สรุปผลการทดลอง 71

5.2 ปัญหาที่พบ 71

5.3 แนวทางการแก้ปัญหา 72

5.4 แนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางเพิ่มเติม 73

เอกสารอ้างอิง 74

ภาคผนวก 76

ประวัติผู้จัดทำ 79

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่2.1 แสดงตำแหน่งของกล้อง อินฟราเรด และไมโครโฟน ภายใน Kinect 6

รูปที่2.2 แสดงมุมมองภาพ และช่วงเอียงในแนวตั้ง.....7

รูปที่2.3 แสดงช่วงระยะลึกแบบปกติ.....7

รูปที่2.4 แสดงช่วงระยะลึกแบบใกล้.....8

รูปที่2.5 แสดงไดอะแกรมการเชื่อมต่อระหว่าง Kinect กับแอปพลิเคชั่น 8

รูปที่2.6 แสดงส่วนประกอบต่างๆของ SDK 9

รูปที่2.7 แสดง Skeleton เป็นข้อมูลตำแหน่งต่างๆของร่างกาย 10

รูปที่2.8 ภาพแสดงความกว้างของพัลส์ 12

รูปที่2.9 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์.....14

รูปที่2.10 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน.....14

รูปที่2.11 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง.....15

รูปที่2.12 Serial Port (Com Port) ใช้ในการเชื่อมต่อการส่งสัญญาณ.....16

รูปที่2.13 รูปแบบการเชื่อมต่อของ USB.....17

รูปที่2.14 ลักษณะของหัวต่อทั้งสองแบบ 18

รูปที่2.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ Arduino รุ่น Mega2560.....19

รูปที่2.16 หลักการทำงานของอัลทราโซนิกส์.....21

รูปที่2.17 การทำงานในอุณหภูมิที่ต่างกันของอัลทราโซนิกส์ 21

รูปที่2.18 อัลทราโซนิกส์ SR04 และ SRF05.....21

รูปที่2.19 แสดงขาสัญญาณของ SRF05 และการกำหนดโหมดทำงาน.....22

รูปที่2.20 Ultrasonic สะท้อนกลับมาปกติ 23

รูปที่2.21 Ultrasonic สะท้อนกลับมาแล้วได้รับค่าที่ผิดเพี้ยน.....23

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่3.1 หลักการทำงานของการควบคุมระดับบน 25
รูปที่3.2 หลักการทำงานของการควบคุมระดับล่าง.....26
รูปที่3.3 โครงสร้างขนาดในส่วนต่างๆ และหุ่นขนาดจริงในด้านข้าง 27
รูปที่3.4 ขนาดของตัวหุ่นด้านบนสุด 28
รูปที่3.5 ขนาดของตัวหุ่นชั้นกลาง 28
รูปที่3.6 ขนาดของชั้นล่างสุดของตัวหุ่น.....29
รูปที่3.7 ข้อต่อด้านบน 29
รูปที่3.8 ข้อต่อด้านล่าง 29
รูปที่3.9 ข้อต่อชั้นล่างสุด 30
รูปที่3.10 การต่อมอเตอร์กับตัวหุ่น 30
รูปที่3.11 การต่อกล้อง Kinect กับตัวหุ่น 31
รูปที่3.12 การทำงานโดยรวมของระบบทั้งหมด.....32
รูปที่3.13 Kinect 33
รูปที่3.14 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์เริ่มต้นการทำงาน.....34
รูปที่3.15 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์หยุดการทำงาน 34
รูปที่3.16 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์เลี้ยวขวาแล้วหันกลับมา 35
รูปที่3.17 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายแล้วหันกลับมา 35
รูปที่3.18 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์หมุนรอบตัวหนึ่ง 36
รูปที่4.1 รันโปรแกรม 47
รูปที่4.2 ภาพจากโปรแกรมการสั่งงานเริ่มต้น.....48
รูปที่4.3 ไฟแสดงสถานะการเริ่มต้นการทำงาน 49
รูปที่4.4 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบธรรมดา.....50

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่4.5 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบช้า....50
รูปที่4.6 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบช้าที่สุด....51
รูปที่4.7 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบเร็วที่สุด....51
รูปที่4.8 หุ่นยนต์ทำการเดินหน้าตามบุคคล....52
รูปที่4.9 หุ่นยนต์เดินถอยหลังแบบธรรมดา....52
รูปที่4.10 หุ่นยนต์เดินถอยหลังแบบเร็ว....53
รูปที่4.11 หุ่นยนต์ทำการถอยหลังตามบุคคล....53
รูปที่4.12 ท่าทางการสั่งเลี้ยวขวา....54
รูปที่4.13 โปรแกรมแสดงหุ่นยนต์เลี้ยวขวา....54
รูปที่4.14 หุ่นยนต์เลี้ยวขวา....55
รูปที่4.15 ท่าทางการสั่งเลี้ยวซ้าย....55
รูปที่4.16 โปรแกรมแสดงหุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย....56
รูปที่4.17 หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย....56
รูปที่4.18 ท่าทางการสั่งหมุน....57
รูปที่4.19 โปรแกรมแสดงการสั่งหมุน....57
รูปที่4.20 หุ่นยนต์หมุนหนึ่งรอบ....58
รูปที่4.21 ท่าทางการสั่งหยุดการทำงาน....59
รูปที่4.22 สั่งหยุดการทำงานของหุ่นยนต์....59
รูปที่4.23 ไฟแสดงสถานะดับลง....60
รูปที่4.24 การทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้ง....61
รูปที่4.25 โปรแกรมแสดงการทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้ง....61
รูปที่4.26 ทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้งภายในห้อง....62

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่4.27 ทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้งภายในห้อง 62

รูปที่4.28 โปรแกรมแสดงผลเมื่อมีบุคคลสั่งงานสองคน 63

รูปที่4.29 ระยะห่างระหว่างวัตถุกับหุ่นยนต์ 66

รูปที่4.30 ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับวัตถุที่อัลทราโซนิกส์จับได้ 67

รูปที่4.31 ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับวัตถุที่น้อยกว่า 40 cm 67

รูปที่4.32 ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับวัตถุที่น้อยกว่า 40 cm ที่อัลทราโซนิกส์จับได้ 68

รูปที่4.33 หุ่นยนต์วิ่งปกติยังไม่เจอวัตถุ 69

รูปที่4.33 หุ่นยนต์หลบหลีกเมื่อเจอวัตถุ 70

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่1.1 แผนการดำเนินงาน 3

ตารางที่2.1ข้อมูลจำเพาะสำหรับ Kinect 7

ตารางที่3.1การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 45

ตารางที่4.1การปรับค่า Pulse Width Modthlation สำหรับการเดินหน้า 64

ตารางที่4.2การปรับค่า Pulse Width Modthlation สำหรับการถอยหลัง 65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงานต่างๆมากขึ้นเช่นงานด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และยังสามารถนำมาในชีวิตประจำวันร่วมกับบุคคลได้ด้วย ที่เราต้องนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาใช้ก็เนื่องจากงานบางประเภทต้องใช้ความแม่นยำในการทำงาน มีความอดทนสามารถทำงานได้นาน ทำงานได้รวดเร็ว ถูกต้องและช่วยเพิ่มความสะดวกสบาย

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงจัดทำหุ่นยนต์เพื่อสร้างความสะดวกสบายกับบุคคลภายในบ้าน ตัวหุ่นยนต์สามารถรับคำสั่งได้ด้วยท่าทางจากบุคคล สามารถวัดระยะห่างจากบุคคลที่เรียกใช้งานและเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางได้โดยอัตโนมัติ เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถใช้งานอยู่ภายในบ้าน และทางคณะผู้จัดทำยังสามารถนำไปประยุกต์กับการแข่งขัน @HOME ROBOT หุ่นยนต์เพื่อนอัจฉริยะได้ด้วย

1.2 จุดประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 สามารถสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ติดตามบุคคลที่ทำการสั่งงานได้

1.2.2 สามารถสั่งการเรียกหุ่นยนต์เคลื่อนที่มายังผู้เรียกได้ด้วยท่าทาง

1.2.3 เพื่อศึกษาการทำงานสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ

1.2.4 เพื่อศึกษาการใช้งาน เซนเซอร์/โมดูล

1.2.5 สามารถสร้างหุ่นยนต์ที่ทำการหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในพื้นราบเรียบได้เท่านั้น

1.3.2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ในที่โล่งและภายในอาคารได้เท่านั้น

1.3.3 หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ภายในพื้นที่ที่ได้รับการออกแบบมาเท่านั้น

1.3.4 คำสั่งการที่ใช้ด้วยท่าทางได้ไม่น้อยกว่า 2 คำสั่ง (ทำ/หยุดทำ)

1.3.5 บุคคลที่จะทำการสั่งการจะต้องเดินช้าๆเพื่อให้กล้องสามารถจับภาพได้

1.3.6 สามารถรับคำสั่งจากบุคคลเพียงบุคคลเดียว

1.3.7 บุคคลที่จะทำการสั่งการต้องมายืนอยู่ในพื้นที่ที่เซนเซอร์ของกล้องสามารถจับได้

1.3.8 หุ่นยนต์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่วางอยู่ตรงหน้าได้เท่านั้น

1.3.9 ในการสั่งการบุคคลผู้สั่งการจะต้องหันหน้าเข้าหาตัวหุ่นยนต์เท่านั้น

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

1.4.1 ศึกษาการรู้จักรู้จำท่าทาง

1.4.2 ศึกษาการใช้งาน เซนเซอร์/โมดูล

1.4.3 ศึกษาการทำงานสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ

1.4.4 ออกแบบโครงสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ

1.4.5 ออกแบบระบบการรู้จักรู้จำท่าทาง

1.4.6 พัฒนาโปรแกรม สำหรับ การรู้จักรู้จำท่าทาง

1.4.7 พัฒนาโครงสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ

1.4.8 ทดสอบโปรแกรมสำหรับการรู้จักรู้จำท่าทาง

1.4.9 ทดสอบโครงสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ

1.5 แผนการดำเนินงาน

รายการ	พ.ศ. 2555							พ.ศ.2556				
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย.	พ.ค.
1.5.1ศึกษาการรู้จักรู้จำท่าทาง	←	→										
1.5.2 ศึกษาการใช้งานเครื่องมือสำหรับ การรู้จักรู้จำท่าทาง	←	→										
1.5.3 ศึกษาการใช้งานเซนเซอร์/โมดูล	←	→										
1.5.4 ออกแบบระบบ สำหรับการรู้จักรู้จำท่าทาง			←	→								
1.5.5 ออกแบบโครงสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ			←	→								
1.5.6พัฒนาโปรแกรมสำหรับการรู้จักรู้จำท่าทาง					←	—	→					

1.5.7พัฒนาโครงสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ					↔	↔	↔						
1.5.8ทดสอบโปรแกรมสำหรับการรู้จักรู้จำท่าทาง								↔	↔				
1.5.9 ทดสอบโครงสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ								↔	↔				
1.5.10 แก้ไขโปรแกรมสำหรับการรู้จักรู้จำท่าทาง										↔			
1.5.11 แก้ไขโครงสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบล้อ										↔			
1.5.12 รวมระบบทั้งหมด											↔		
1.5.13 ทดสอบระบบทั้งหมด											↔		

1.5.14 แก้ไขระบบทั้งหมด											↔	
1.5.15 จัดทำเอกสาร												↔

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้หุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง

1.6.2 สามารถควบคุมมอเตอร์ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

1.6.3 หุ่นยนต์สามารถรับคำสั่งได้ด้วยท่าทาง

1.6.4 หุ่นยนต์ตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่และหลบหลีกได้

1.6.5 หุ่นยนต์สามารถวัดระยะห่างระหว่างตัวหุ่นยนต์และบุคคลได้

1.6.6 หุ่นยนต์สามารถรับคำสั่งงานด้วยท่าทางและติดตามผู้สั่งงานได้

1.7 งบประมาณของโครงงาน

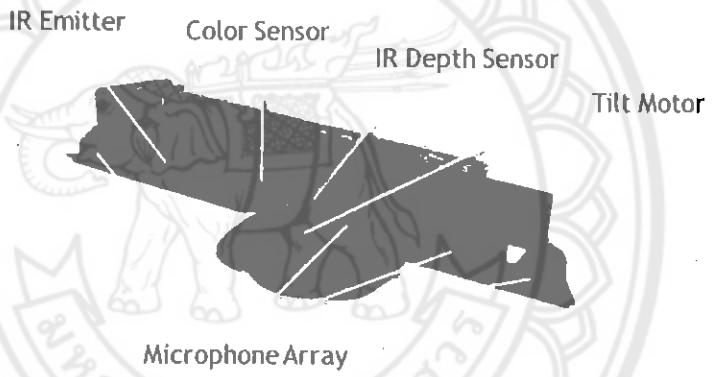
วัสดุโครงสร้างหุ่นยนต์	2,000	บาท
วงจรควบคุมการทำงาน	1,500	บาท
ค่าเอกสาร	500	บาท
รวม	4,000	บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการจัดทำโครงงาน ซึ่งประกอบไปด้วยทฤษฎีพื้นฐานของ Kinect for Windows SDK ทฤษฎีพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ทฤษฎีพื้นฐานของวงจรไดร์เวอร์มอเตอร์ ทฤษฎีพื้นฐานของหลักการทำงานของมอเตอร์ ทฤษฎีพื้นฐานของการเชื่อมต่อแบบอนุกรม UART ทฤษฎีพื้นฐานของ อัลทราโซนิกส์ หลักการทำงานของตัวหุ่นยนต์จะมีการสั่งการด้วยท่าทางของบุคคลผู้สั่งการและส่งค่ามายังคอมพิวเตอร์จากนั้นคอมพิวเตอร์จะส่งค่าไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วจะมีการสั่งการให้มอเตอร์หมุนตามที่ผู้สั่งการได้กำหนดไว้ในโปรแกรม

2.1 Kinect for Windows



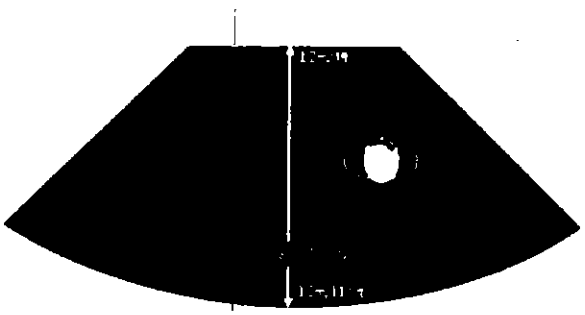
รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งของกล้อง อินฟราเรด และไมโครโฟน ภายใน Kinect [1]

1. กล้อง RGB ที่เก็บสามช่องข้อมูลในความละเอียด 640×480 พิกเซล 30 เฟรมต่อวินาที นี้จะทำให้การถ่ายภาพสีที่เป็นไปได้
2. อีซีแอลอินฟราเรด (IR) และเซ็นเซอร์ลึก IR อีซีแอลปล่อยออกมา ค่าแสงอินฟราเรดและเซ็นเซอร์เชิงลึกอ่านค่า IR สะท้อนกลับไปที่เซ็นเซอร์ ค่าสะท้อนจะถูกแปลงเป็นข้อมูลเชิงลึกในการวัดระยะห่างระหว่างวัตถุและเซ็นเซอร์ นี้จะทำให้การจับภาพที่เป็นไปได้ในเชิงลึก
3. ไมโครโฟนหลายอาร์เรย์ซึ่งประกอบด้วยสี่ไมโครโฟนเพื่อให้เสียงที่จับ เพราะมีสี่ไมโครโฟนก็เป็นไปได้ที่จะบันทึกเสียงเป็นที่ตั้งของแหล่งกำเนิดเสียงและทิศทางของคลื่นเสียง

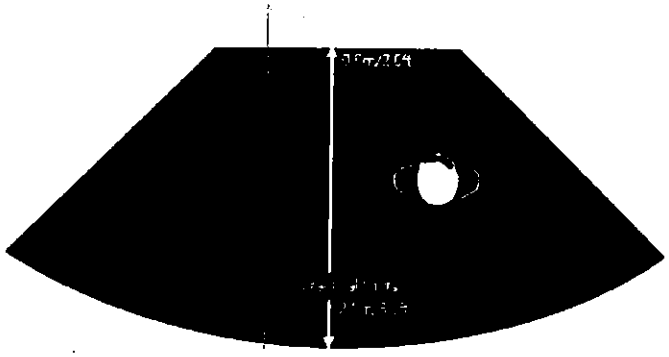
ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจำเพาะสำหรับ Kinect[5]

Kinect	ข้อมูลจำเพาะอาร์เรย์
มุมมองภาพ	43° ในแนวตั้งโดย 57° เขตแนวนอนของมุมมอง
ช่วงเอียงในแนวตั้ง	± 27°
อัตราเฟรม (stream ความลึกและสี)	30 เฟรมต่อวินาที (FPS)
รูปแบบเสียง	16 kHz, 24-บิตโมโนซีพจร code modulation (PCM)
ลักษณะสัญญาณเสียง	แถวสี่ไมโครโฟนที่มี 24 บิตที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) และการประมวลผลสัญญาณ Kinect-resident

รูปที่ 2.2 แสดงมุมมองภาพ และช่วงเอียงในแนวตั้ง [2]

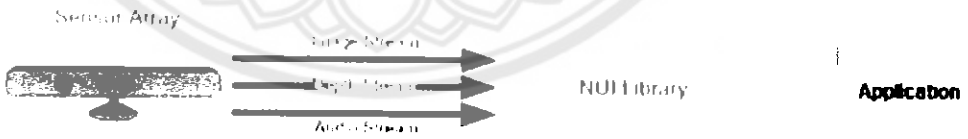


รูปที่ 2.3 แสดงช่วงระยะลึกแบบปกติ [2]



รูปที่ 2.4 แสดงช่วงระยะลึกแบบใกล้ [2]

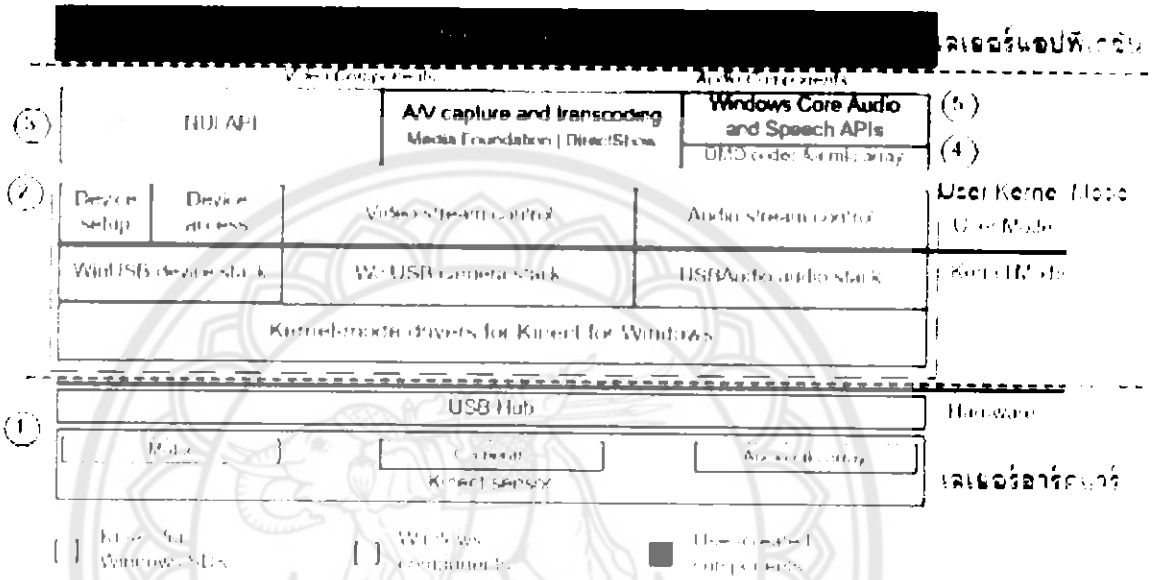
Kinect Sensor นั้นจะทำงานเสมอ User Interface (UI) ที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรม UI ที่พบเห็นเป็นประจำได้แก่ คีย์บอร์ด และ เมาส์ ทั้งสองตัวนี้จัดว่าเป็นอินเทอร์เฟสชนิดสัมผัส (Touched UI) ส่วน Kinect นั้นจัดว่าเป็นอินเทอร์เฟสชนิดไม่ต้องสัมผัส (Touch-less UI) หรือเป็นอินเทอร์เฟสประเภท Natural UI (NUI) คือ ใช้การเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆของร่างกายมนุษย์



รูปที่ 2.5 แสดงไดอะแกรมการเชื่อมต่อระหว่าง Kinect กับแอปพลิเคชั่น [3]

จากรูปจะเห็นได้ว่า Kinect Sensor นั้นก็คือ เซนเซอร์ ที่มีลักษณะเป็นอาร์เรย์(คือมีเซ็นเซอร์หลายๆตัว) โดย Kinect นั้นจะติดต่อกับ แอปพลิเคชั่น ผ่านทาง NUI Library ซึ่งของมูลที่ Kinect ป้อนให้แก่ NUI Library มีสามชนิดด้วยกันคือ

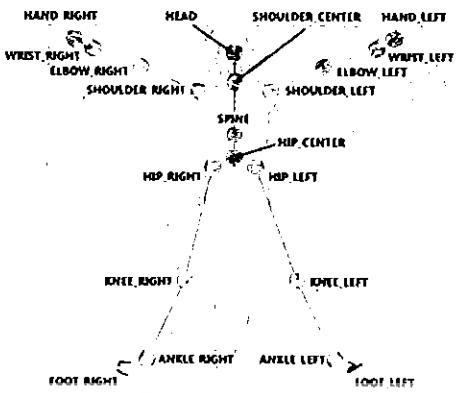
1. Image Stream (เซ็นเซอร์ที่จับภาพคือกล้อง VGA และ Monochrome)
2. Depth Stream (เซ็นเซอร์ที่ตรวจจับความตื้นลึกคือกล้องอินฟราเรด)
3. Audio Stream (เซ็นเซอร์ที่รับสัญญาณเสียงคือไมโครโฟนแบบอาร์เรย์)



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบต่างๆของ SDK [3]

ในส่วนบนสุดของรูปนั้นจะเป็นเลเยอร์ของแอปพลิเคชั่นซึ่งเป็นส่วนที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยดีเวลลอปเปอร์ ในเลเยอร์ถัดมาคือเลเยอร์ API ซึ่งประกอบไปด้วย API ต่างๆเช่น NUI API หรือ Speech API เป็นต้น ต่อมาเป็นเลเยอร์ User/Kernel Mode ส่วนประกอบต่างๆของเลเยอร์นี้แสดงอยู่ในรูปที่ 2.3 และเลเยอร์สุดท้ายคือเลเยอร์ฮาร์ดแวร์

ส่วนสำคัญของ Kinect นั้นคือ NUI API ซึ่งเป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่าง Kinect Sensors (VGA Camera, Monochrome Camera, IR Camera, and 4 Microphones) กับคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้หน้าที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือการนำข้อมูลต่างๆ เช่น รูปภาพ ความตื้นลึกของรูป ไปใช้ต่อ โดยข้อมูลเหล่านี้เมื่อถูกประมวลผลแล้วสามารถนำไปใช้งานในรูปแบบ Skeletal Tracking (ดูรูปที่ 2.4) ได้



รูปที่ 2.7 แสดง Skeleton เป็นข้อมูลตำแหน่งต่างๆของร่างกาย [3]

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นถูกใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยมอเตอร์กระแสไฟฟ้านั้นจะมีค่าสัมประสิทธิ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบมอเตอร์กับแรงบิด สามารถเลือกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่เหมาะกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆได้เกือบทุกรูปแบบสำหรับการใช้งานของทั้งมอเตอร์และการสร้างใหม่ (Regeneration) ในทิศทางและการหมุน การทำงานอย่างต่อเนื่องของ DC Motors โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงความเร็ว 8 ต่อ 1 รวมทั้ง การลดภาระหรือการลดความเร็วในระยะเวลาสั้น ๆ จะอยู่ในช่วงไร้ขอบเขต (ควบคุมการลดความเร็วลงถึงศูนย์รอบ ต่อนาทีได้อย่างราบเรียบนุ่มนวล) มักจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อมันต้องจ่ายแรงบิดที่จะทำให้มอเตอร์หมุนมากกว่าแรงบิดขณะใช้งานปกติ 3 เท่าหรือ มากกว่า และในสถานการณ์ฉุกเฉิน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถที่จะจ่ายแรงบิดได้มากกว่า 5 เท่าของแรงบิดใช้งานปกติ โดย ปราศจากการหยุดกลางคัน (Stalling) (ต้นกำลังสามารถจ่ายกำลังให้ได้)

2.2.1 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถที่จะควบคุมความเร็วจนถึงศูนย์รอบต่อนาทีได้อย่างไม่มีอุปสรรคโดยการเร่งในทิศทางตรงกันข้ามอย่างทันทีทันใดโดยไม่ต้องสับเปลี่ยนวงจรกำลังและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณควบคุมได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีอัตราแรงบิดต่อความเฉื่อยสูงขดลวดสนามแม่เหล็กมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยทั่วไป

จะแบ่งโดยแยกประเภทของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ ได้แก่ ขดลวดขนาน (Shunt-wound) ขดลวดอนุกรม
(Series-wound) ขดลวดแบบผสม (Compound-wound) นอกจากนี้ ยังมีแบบแม่เหล็กถาวรและแบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ใช้งานอยู่บ้างเหมือนกัน ปกติจะเป็นมอเตอร์ที่มีกำลังม้าต่ำ ๆ มอเตอร์อาจจะแบ่งประเภทเป็นแบบใช้งานต่อเนื่องหรือใช้งานเป็นช่วงๆ มอเตอร์ที่ใช้งานต่อเนื่องสามารถที่จะทำงานโดยไม่ต้องมีเวลาหยุดพักเลยได้ การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไป เช่น การควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)

2.2.2 การควบคุมทิศทางการหมุนมอเตอร์

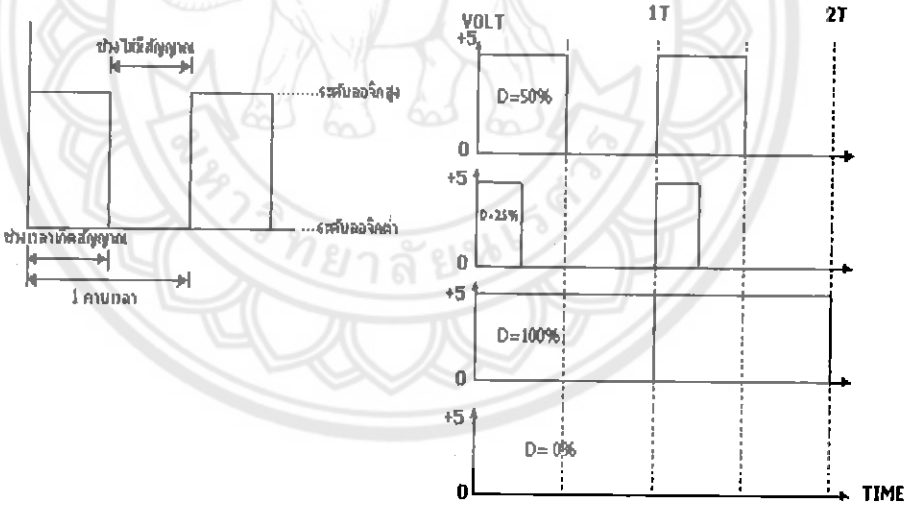
หลักการทำงานของมอเตอร์ในตัวหุ่นเราจะใช้หลักการทำงานของวงจร H-bridge switching จะประกอบไปด้วยสวิทช์ 4 ตัว คือ S1,S2,S3,S4 จะใช้ DC Motor เป็นโหลดของวงจร ในสภาวะเริ่มต้น สวิทช์ทุกตัว OFF อยู่ก็จะไม่มีอะไรเกิดขึ้น เนื่องจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่มอเตอร์ เมื่อทำการ ON สวิทช์ S1 และ S3 พร้อมกัน จะเป็นการเชื่อมวงจร ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์จากขั้วบวกของมอเตอร์ไปยังขั้วลบของมอเตอร์จึงทำให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ในทิศทาง Forward (จะหมุนแบบตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกานั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของการพันขดลวดภายในมอเตอร์ ในทางกลับกัน หากทำการ ON สวิทช์ S2 และ S4 พร้อมกัน จะเป็นการเชื่อมวงจรและทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์จากขั้วลบของมอเตอร์ไปยังขั้วบวกของมอเตอร์จึงทำให้มอเตอร์สามารถหมุนได้และเป็นการหมุนในทิศทาง Backward (กลับทิศทางกับกรณีแรก)

2.3 วิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ (PWM)

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัย

กระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิลคือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามากหมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าจะไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถจะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ) X100% [2]



รูปที่ 2.8 ภาพแสดงความกว้างของพัลส์[4]

2.4 วงจรไดรเวอร์มอเตอร์

2.4.1 วงจรไดรเวอร์มอเตอร์แบบมอสเฟททรานซิสเตอร์แบบมอสเฟท(Metal–Oxide–Semiconductor field-effect transistor Mosfet)

เป็นทรานซิสเตอร์ ที่ใช้อิทธิพลสนามไฟฟ้าในการควบคุมสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้ออกไซด์ของโลหะในการทำส่วน GATE นิยมใช้ในวงจรดิจิตอล โดยนำไปสร้างลอจิกเกตต่าง ๆ เพราะมีขนาดเล็ก เป็นเฟสที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำซึ่งได้รับ การเคลือบผิวบางส่วนด้วยโลหะออกไซด์ข้อเด่นของเฟสชนิดนี้คือมีค่าความต้านทานอินพุต (หมายถึงค่าความต้านทานที่เกต) สูงมาก มอสเฟทยังแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบดีพลีชั่น (Depletion) และแบบเอนฮานซ์เมนต์ (Enhancement) แต่ละประเภทยังแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบแชนแนล N และ แบบแชนแนล P มอสเฟทประเภท ดี-พลีชั่นหรือดีมอสเฟท (D-MOSFET) ทั้ง 2 แบบจะทำงานได้ 2 โหมด คือ โหมดดีพลีชั่น (Depletion Mode) และ โหมดเอนฮานซ์เมนต์ (Enhancement Mode) กล่าวคือ ถ้าจ่ายแรงดันลบให้กับดีมอสเฟทแชนแนล N จะทำงานในโหมดดีพลีชั่น แต่ถ้าจ่ายแรงดันบวกจะทำงานในโหมดเอนฮานซ์เมนต์ ส่วนดีมอสเฟทแชนแนล P ก็จะทำงานคล้ายกันเมื่อ ได้รับแรงดันที่มีขั้วตรงข้ามกับแบบแชนแนล N มอสเฟทประเภทเอนฮานซ์เมนต์หรืออีมอสเฟท(E-MOSFET)มีโครงสร้างบางอย่างคล้ายกับมอสเฟทแบบดีพลีชั่นแต่จะทำงานได้เฉพาะโหมดเอนฮานซ์เมนต์เท่านั้น ประเภทของMOSFET

MOS (Negative MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท NPN เมื่อมีความต่างศักย์เป็นบวก (สนามไฟฟ้าแรง) สัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก source ไป drain ได้ pMOS (Positive MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท PNP เมื่อมีความต่างศักย์ต่ำหรือเป็นลบ (สนามไฟฟ้าอ่อน) สัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก source ไป drain ได้

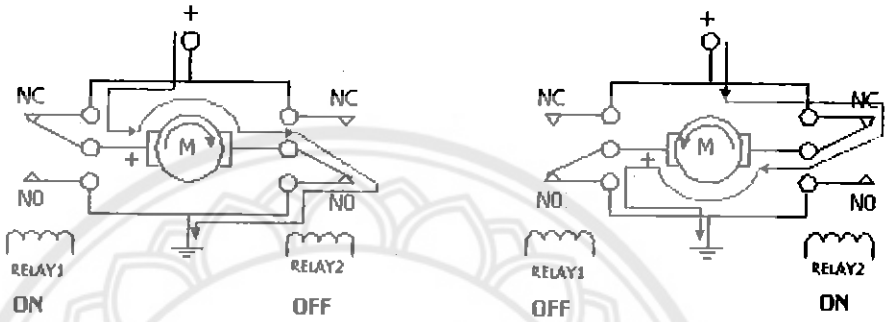
nMOS เมื่อปล่อยความต่างศักย์สูง จะเกิดสนามไฟฟ้าในทิศลงอย่างแรง โฮลใน p-type จะถูกผลักลงมาอยู่ด้านล่าง (ตามรูปที่ประกอบข้างบน) ประกอบกับมีอิเล็กตรอนอิสระบางส่วนถูกดูดขึ้นไปด้านบน ส่งผลให้บริเวณด้านบนมีอิเล็กตรอนอิสระมากจนเป็น n-type ได้เรียกว่า channel สัญญาณไฟฟ้าก็จะไหลผ่านช่วง Channel นี้ซึ่งเป็น n-type เหมือนกับ drain และ source ได้โดยใช้อิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะ

pMOS จะทำงานกลับกับ nMOS โดยเมื่อปล่อยความต่างศักย์ต่ำ(โดยมากมักจะติดลบ) จะเกิดสนามไฟฟ้าในทิศขึ้นอย่างแรง อิเล็กตรอนอิสระใน n-type จะถูกผลักลงมาอยู่ด้านล่าง ประกอบกับมีโฮลบางส่วนถูกดูดขึ้นไปด้านบน ส่งผลให้บริเวณด้านบนมีโฮลมากจนเป็น p-type ได้เรียกว่า channel สัญญาณไฟฟ้าก็จะไหลผ่านช่วง channel นี้ซึ่งเป็น p-type เหมือนกับ drain และ source ได้โดยใช้โฮลเป็นพาหะ

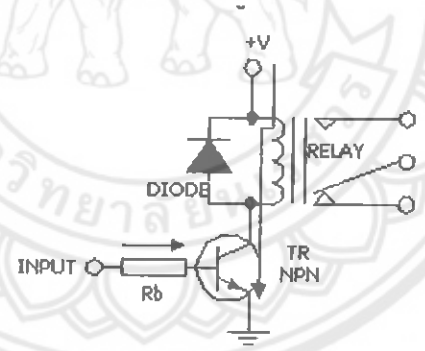
2.4.2 วงจรไดรเวอร์มอเตอร์โดยใช้รีเลย์

การใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของ

รีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา



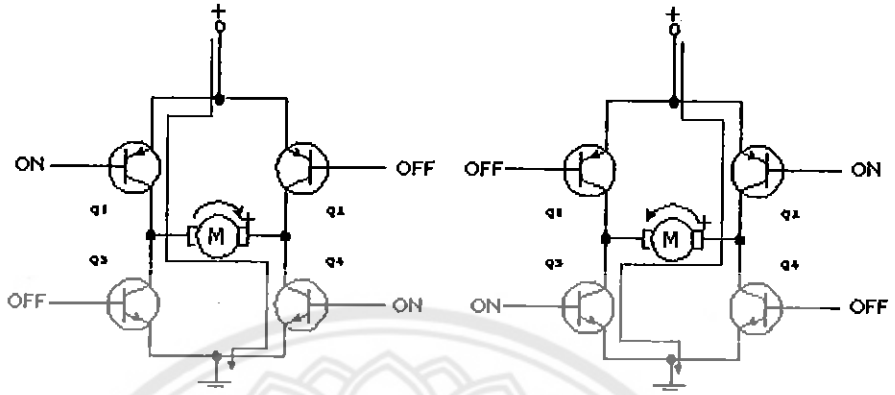
รูปที่2.9 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์[4]



รูปที่2.10 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน[4]

วงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขา เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของ

รีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้



รูปที่2.11 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง[4]

วงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์ กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

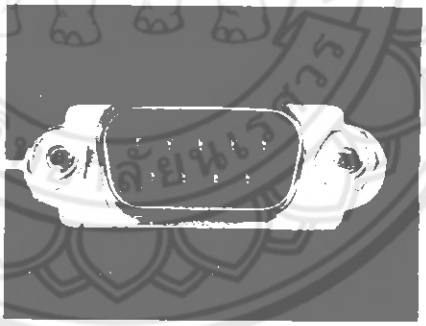
2.5 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม

2.5.1 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม UART

การแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นข้อมูลแบบอนุกรม โดยเริ่มแรกข้อมูลแบบขนานจะถูกนำไปเก็บไว้ในรีจีสเตอร์ที่เลื่อนค่าได้ (Shift register) จากนั้นเราจะใช้สัญญาณนาฬิกาในการเลื่อนค่าในรีจีสเตอร์ออกมาทีละบิต (โดยจะเลื่อนค่าไปทางขวามือ) โดยบิตแรกที่ถูกเลื่อนออกมาคือ บิต LSB ของข้อมูลและบิตที่สองที่ถูกเลื่อนออกมาก็คือ บิตที่อยู่ถัดไปจากบิต LSB และบิตต่อๆไป สำหรับบิตสุดท้ายที่ถูกเลื่อนออกมาก็คือ บิต MSB ของข้อมูล เมื่อเรานำบิตที่ 8 ของข้อมูลมาใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดในการสื่อสารข้อมูลซึ่งเราเรียกบิตนี้ว่า บิตพาริตี้ (Parity bit) UART ส่วนใหญ่สามารถสร้างและทำการตรวจสอบข้อมูลนั้นว่าเป็นพาริตี้คู่หรือเป็นพาริตี้คี่ได้ ในการสร้างพาริตี้คู่ UART จะทำการเซตหรือเคลียร์ค่าในบิตพาริตี้เพื่อให้ข้อมูลทั้ง 8 บิตนั้นมีเลข 1

จำนวนคู่ตัว และ ในการสร้างพาริตี้คี่ UART จะทำการเซตหรือเคลียร์ค่าในพาริตี้เพื่อให้ข้อมูลทั้ง 8 บิตนั้น มีเลข 1 จำนวนคี่ตัว การส่งข้อมูลของ UART จะเป็นแบบอะซิงโครนัส ซึ่งก็หมายความว่าเวลาระหว่างคำอัตราการส่งข้อมูลของ UART จะไม่ขึ้นกับจังหวะการทำงานของไมโคร โดยไมโครคอนโทรลเลอร์และ UART จะมีวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาของมันเอง แต่ถ้าเราพบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์และ UART ทำงานร่วมกันอย่างเข้าจังหวะแต่การทำเช่นนี้ก็เพื่อเป็นการลดส่วนของวงจรฮาร์ดแวร์ที่ใช้สร้างสัญญาณนาฬิกาการเชื่อมต่อระหว่างพอร์ตอนุกรม โดยทั่วไปเราจะพบเส้นส่งสัญญาณอนุกรมแบบมาตรฐาน EIA RS-232 มากที่สุดซึ่งเราจะเรียกว่า RS-232 สายส่งสัญญาณ RS-232 นี้ได้ถูกนำไปใช้ในหน่วยแสดงผลเครื่องพิมพ์โมเด็ม และอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งจะมีความยาวของสายไม่เกิน 50 ฟุต

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดให้ค่าสัญญาณไฟฟ้าที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 3 โวลต์หรือสูงกว่า ที่มีค่าทางตรรกะเป็น 1 และกำหนดค่าสัญญาณไฟฟ้าที่มีระดับแรงดันเท่ากับ -3 โวลต์หรือต่ำกว่า มีค่าทางตรรกะเป็น 0 วงจรไอซีที่สร้างสัญญาณเหล่านี้ต้องการแหล่งจ่ายไฟขนาด +12 โวลต์ RS-232 จะใช้สาย 1 เส้นสำหรับส่งข้อมูลและใช้สายอีก 1 เส้นสำหรับข้อมูลโดยสัญญาณในแต่ละสายนี้จะถูกอ้างอิงกับกราวนด์ (ขาเบอร์ 7) มาตรฐาน RS-232 นี้ยังได้กำหนดสัญญาณตอบรับเพื่อใช้ในการควบคุมการรับ/ส่งข้อมูลด้วย



รูปที่ 2.12 Serial Port (Com Port) ใช้ในการเชื่อมต่อการส่งสัญญาณ[8]

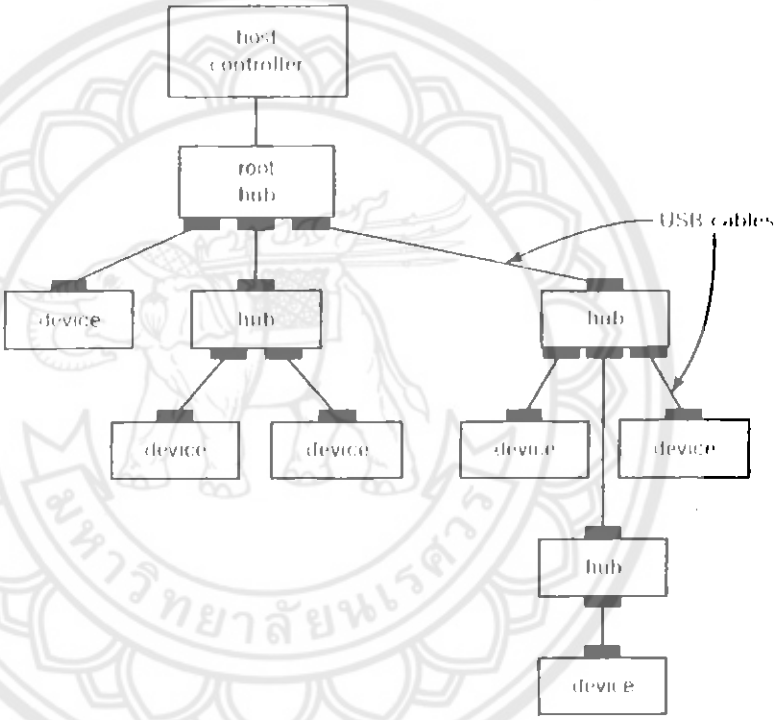
2.5.2 การเชื่อมต่ออนุกรมแบบ USB (Universal Serial BUS)

เป็นมาตรฐานในการอินเตอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์ด้วยอัตราการถ่ายโอนข้อมูลสูงกว่า 1 เมกะไบต์ต่อวินาที และสามารถช่วยลดข้อจำกัดจำนวนดีไวซ์ที่เชื่อมต่อกับเมนบอร์ดจองระบบ เพื่อขยายขีดความสามารถในการทำงานของพอร์ตอนุกรม พอร์ต USB เป็นพอร์ตที่ทันสมัย เนื่องจากสามารถรองรับอุปกรณ์ได้หลากหลาย และเชื่อมต่อได้ง่ายส่วนประกอบของ USB

- USB Controller/Root Hub เป็นฮาร์ดแวร์ที่ติดอยู่บนเมนบอร์ด ทำหน้าที่ควบคุมการถ่ายโอนข้อมูลบนบัสแบบ USB โดยมี Root Hub เป็นจุดเชื่อมต่อที่อยู่บนเมนบอร์ด เช่นกัน

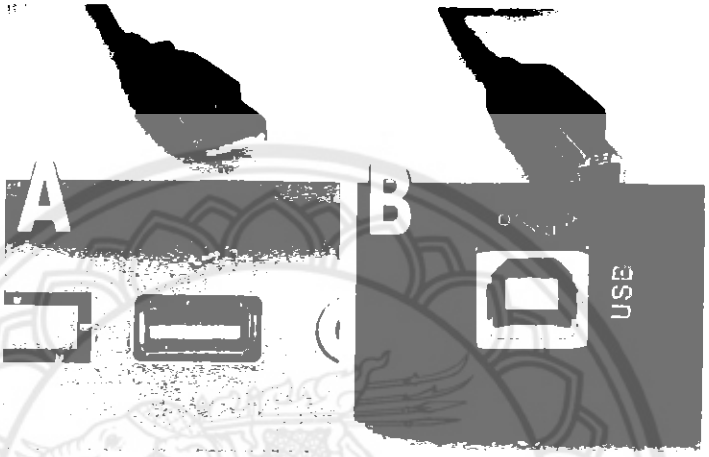
- USB Hubs เป็นฮับแบบหนึ่งทำหน้าที่ขยายการเชื่อมต่อเพื่อติดตั้งดีไวซ์ USB ได้มากขึ้น เช่น คีย์บอร์ด เครื่องพิมพ์ เป็นต้น โดยมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ Hub Controller และ Hub Repeater

- อุปกรณ์ USB เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับ USB โดยมีหัวต่อของอุปกรณ์



รูปที่ 2.13 รูปแบบการเชื่อมต่อของ USB[9]

ลักษณะของการทำงานของหัวต่อทั้งสองแบบมีดังนี้ แบบ A จะเป็นการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อการประมวลเรียกว่า UpStream แบบ B จะกลับกันคือจะส่งข้อมูลเข้าหาอุปกรณ์ เรียกว่า DownStream



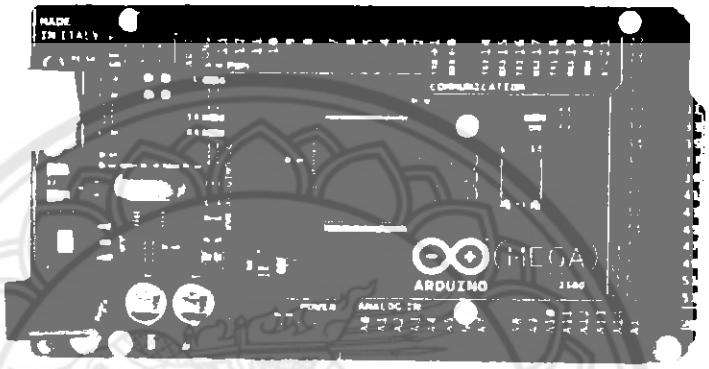
รูปที่ 2.14 ลักษณะของหัวต่อทั้งสองแบบ[9]

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller)

Arduino คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นแบบที่เรียกว่า OpenHardware กล่าวคือ Arduino เป็นอุปกรณ์ที่มีแบบส่วนประกอบเป็นมาตรฐานที่เปิดเผย คือ สามารถทำได้เองโดยใช้แบบที่มีการเปิดเผยทั่วไป หรือสามารถซื้อหาได้ง่าย มีราคาถูก มี Software ให้ใช้งานฟรี สามารถนำไปใช้งานทั่วไปหรือแบบธุรกิจได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ เป็นรูปแบบที่มีข้อมูลมากที่สุดบนอินเตอร์เน็ต การพัฒนาง่าย และไม่ต้องเขียนโปรแกรมในรูปแบบ Low Level สามารถใช้คำสั่งเขียนโปรแกรมได้เสมือนโปรแกรมภาษาชั้นสูงทั่วไปและยังมีการพัฒนาปรับปรุงใหม่โดยให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ขนาดเล็ก อย่าง Mega8 และ Mega168 ได้ทำให้ระบบวงจรของบอร์ดมีขนาดเล็กลงและใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น ทำให้ง่ายต่อการต่อวงจรและประหยัดต้นทุนในการสร้างบอร์ด และยังสามารถสร้างคำสั่ง และ Library ใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้เองได้เมื่อมีความชำนาญมากขึ้น รองรับการทำงานทั้ง Windows Linux และ Macintosh OSX

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (reduced instruction set computer) โดยใช้สัญญาณนาฬิกา

เพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่ง โดยจะประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลช์ โปรแกรมข้อมูลได้แบบ In-System programmable และในบางเบอร์ยังสามารถมีการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่สร้างเป็นบูตโหลดเดอร์ สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ PC หรือไอซีตัวอื่นๆ และยังสามารถโปรแกรมให้กับตัวเองได้



รูปที่ 2.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ Arduino รุ่น Mega2560 [6]

สำหรับบอร์ด Arduino Mega2560 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR เลือกใช้เบอร์ ATMEGA2560 เป็น MCU ประจำบอร์ด

รายละเอียดของบอร์ด Aduino Mega 2560

Microcontroller ATmega2560

Operating Voltage 5V

Input Voltage (recommended) 7-12V

Input Voltage (limits) 6-20V

Digital I/O Pins 54 (of which 14 provide PWM output)

Analog Input Pins 16

DC Current per I/O Pin 40 mA

DC Current for 3.3V Pin 50 mA

Flash Memory 256 KB of which 8 KB used by bootloader

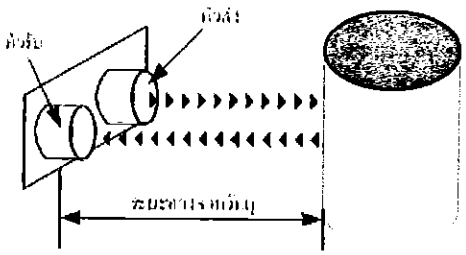
SRAM 8 KB

EEPROM 4 KB

Clock Speed 16 MHz

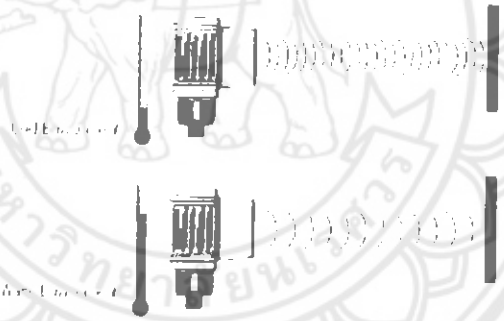
2.7 อัลทราโซนิกส์(Ultrasonic)

คลื่นเสียงที่มีความถี่เกินกว่าที่หูมนุษย์ได้ยิน โดยปกติแล้วหูมนุษย์จะได้ยินอยู่ที่ความถี่ 15 KHz สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลทราโซนิกส์มาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลทราโซนิกส์ทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยสังเกตระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับการใช้งาน การทำงานของอัลทราโซนิกส์เซ็นเซอร์ประกอบด้วย ตัวตรวจจับด้วยคลื่นอัลทราโซนิกส์ ชุดส่งสัญญาณ ชุดประมวลผล และชุดเอ้าท์พุท อัลทราโซนิกส์เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณพัลส์ของพลังงานซึ่งเป็นการเดินทางของความเร็วเสียง จะถูกสะท้อนกลับมาจากวัตถุ เสียงนี้เป็นการสะท้อนกลับจากวัตถุ แล้วเดินทางกลับไปยังเซ็นเซอร์ โดยการตรวจจับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปกลับของเสียงเมื่อมีการตกกระทบจากวัตถุแล้วนำมาคำนวณเป็นระยะทาง

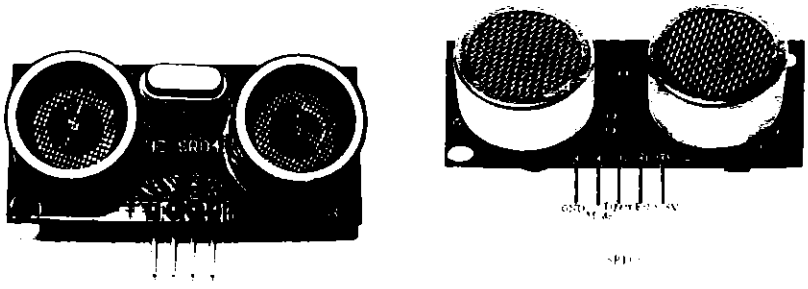


รูปที่ 2.16 หลักการทำงานของอัลทราโซนิกส์ [11]

ผลกระทบของอุณหภูมิ ความไวของเสียงขึ้นอยู่กับแรงดัน และ อุณหภูมิของก๊าซที่เสียงเดินทางผ่าน ในการประยุกต์ใช้อัลตร้าโซนิคส่วนใหญ่องค์ประกอบอื่นๆ และแรงดันของก๊าซจะถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่อุณหภูมิไม่ได้ถูกกำหนดไว้ โดยความไวของเสียงจะเพิ่มขึ้น 1 % ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10° F (6° C)



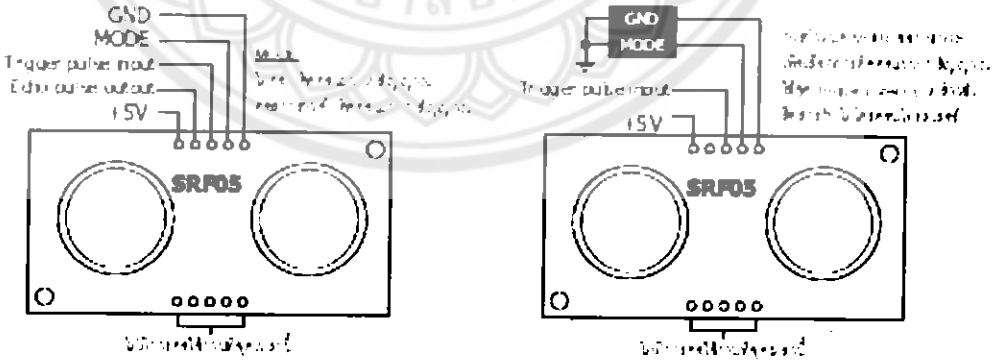
รูปที่ 2.17 การทำงานในอุณหภูมิที่ต่างกันของอัลทราโซนิกส์ [12]



รูปที่2.18 อัลทราโซนิกส์ SR04 และ SRF05

คุณสมบัติ

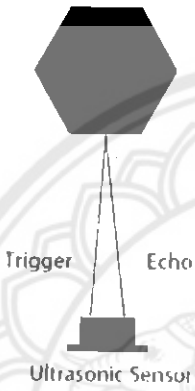
- ใช้ไฟเลี้ยง +5V ต้องการกระแสไฟฟ้า 30mA
- ใช้ตัวรับและส่งคลื่นอัลตร้าโซนิก ใช้ความถี่ 40kHz ในการทำงาน
- วัดระยะทางในช่วง 1 เซนติเมตรถึง 4 เมตร
- สัญญาณพัลส์สำหรับกระตุ้นการทำงาน ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที
- ให้ผลลัพธ์จากการวัดระยะเป็นค่าความกว้างพัลส์ซึ่งเป็นสัดส่วนกับระยะทางที่วัดได้
- มีขนาดเล็กคือ 43 มม. X 20 มม. X 17 มม. (กว้างxยาวxสูง)
- สื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยมได้ทุกตระกูล
- สามารถติดต่อได้ 2 แบบคือ แบบ 2 สัญญาณ(EchoกับTrigger) เหมือนกับ SRF04 และแบบอนุกรมสัญญาณเส้นเดียว



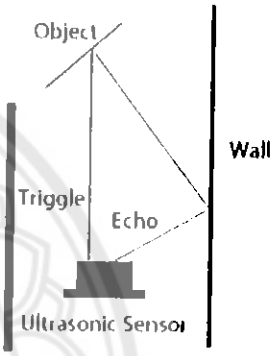
รูปที่ 2.19 แสดงขาสัญญาณของ SRF05 และการกำหนดโหมดทำงาน [11]

2.8 Crosstalk Signal of Ultrasonic Sensor

คือเหตุการณ์แทรกสอดของสัญญาณอัลตราโซนิกส์ที่เกิดจากการ Trigger ไปแล้วค่า Echo นั้นอาจจะสะท้อนเหลี่ยมมุมอื่นแล้วหักเหสิ่งที่ได้รับจึงได้ค่าที่มาจากมุมใกล้ๆ ค่าที่ได้จึงมีการผิดเพี้ยนไป



รูปที่ 2.20 Ultrasonic สะท้อนกลับมาปกติ



รูปที่ 2.21 Ultrasonic สะท้อนกลับมาแล้วได้รับค่าที่ผิดเพี้ยน

2.9 Subsumption Architecture

สถาปัตยกรรมนี้เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมพื้นฐานของหุ่นยนต์ ซึ่งในปี 1986 Rodney Brooks ได้นำหลักการนี้มาใช้กับหุ่นยนต์ของตนเอง และเป็นที่แพร่หลายในหุ่นยนต์อัตโนมัติ หลักการของ Subsumption architecture นั้นมีความซับซ้อน,มีความฉลาด และมีการดำเนินงานเป็นขั้นเป็นตอน ในแต่ละขั้นตอนนั้นจะต้องมีเป้าหมายในแต่ละขั้น เช่น การที่หุ่นจะต้องเดินไปข้างหน้าในส่วนของด้านบน จะต้องคำนึงถึงการตัดสินใจของการทำงานระดับล่างด้วย ตัวอย่างเช่น การทำงานระดับล่าง ต้องหลบหลีกสิ่งกีดขวาง การทำงานระดับบนก็จะค่อยดูระยะบุคคลกับตัวหุ่นยนต์เอง แล้วคอยสั่งให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไป และต่อไปก็จะขึ้นอยู่กับ Action ที่จะต้องทำงานเป็นระดับขั้นต่อไปว่าอะไรมาก่อน-หลัง

จากทฤษฎีข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้นเป็นทฤษฎีโดยรวมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการของการทำหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางซึ่งการนำทฤษฎีข้างต้นจะถูกนำไปใช้ในบทที่สาม ซึ่งบทที่สามเป็นขั้นตอนการดำเนินการ

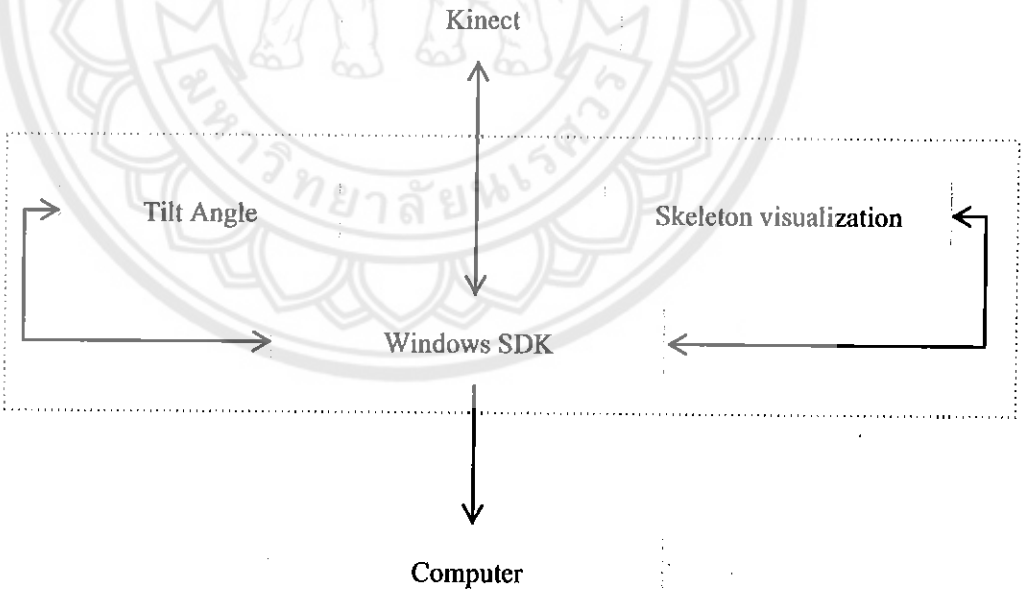
บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

จากทฤษฎีในบทที่สองทางคณะผู้จัดทำได้ทำทฤษฎีมาทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางการทำงานมีการแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ ระบบควบคุมระดับบนและระบบควบคุมระดับล่างซึ่งมีการดำเนินงานดังนี้

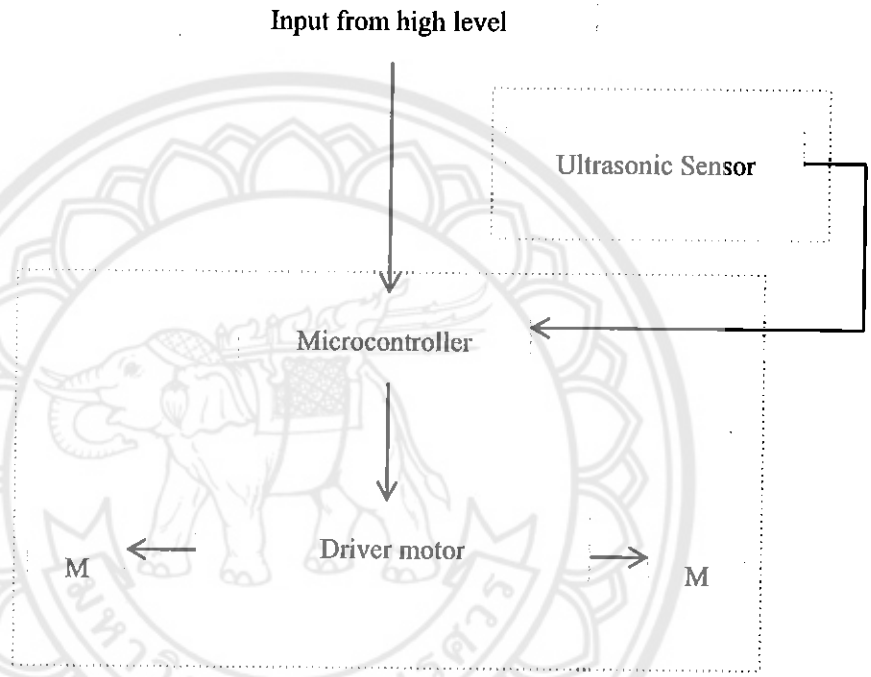
3.1 หลักการทำงาน

ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง ต้องอาศัยการทำงานหลายๆ ด้านเพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การควบคุมระดับบน จะควบคุมส่วนของกล้องที่ใช้จับท่าทาง และการควบคุมระดับล่างจะรับค่ามาจากการควบคุมระดับบนแล้วควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ และมอเตอร์ต่างๆ



รูปที่3.1 หลักการทำงานของการควบคุมระดับบน

จากรูปที่ 3.1 เป็นการทำงานของระดับบน จะมี 2 ส่วน ซึ่งส่วนแรก Kinect เป็นฮาร์ดแวร์หลัก ภายในตัว Kinect จะมี เซ็นเซอร์, มอเตอร์ปรับระดับมุมเงยของ Kinect และกล้อง ทำงานร่วมกัน จากนั้นตัว Kinect จะทำการสื่อสารผ่านส่วนที่สอง เป็นซอฟต์แวร์ Windows SDK ในซอฟต์แวร์ตัวนี้จะมี Library หลายตัว ที่เรานำมาใช้หลักๆ มี Skeleton visualization และ Tilt Angle หลักจากนั้นจะสื่อสารไปถึงการควบคุมระดับล่างได้



รูปที่3.2 หลักการทำงานของการควบคุมระดับล่าง

การทำงานในส่วนการควบคุมระดับล่าง จะมีการนำเข้าข้อมูลมาจากส่วนควบคุมระดับบนมายังไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตัดสินใจโดยจะมีเซ็นเซอร์อัลทราโซนิกส์เป็นตัวตัดสินใจว่าคำสั่งที่ได้รับมาจากส่วนควบคุมระดับบนสามารถทำตามได้หรือไม่ ถ้าเซ็นเซอร์อัลทราโซนิกส์ตัดสินใจว่าสามารถทำตามได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการสั่งงานไปยังมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ตามที่ผู้สั่งงานได้เขียนโปรแกรมไว้

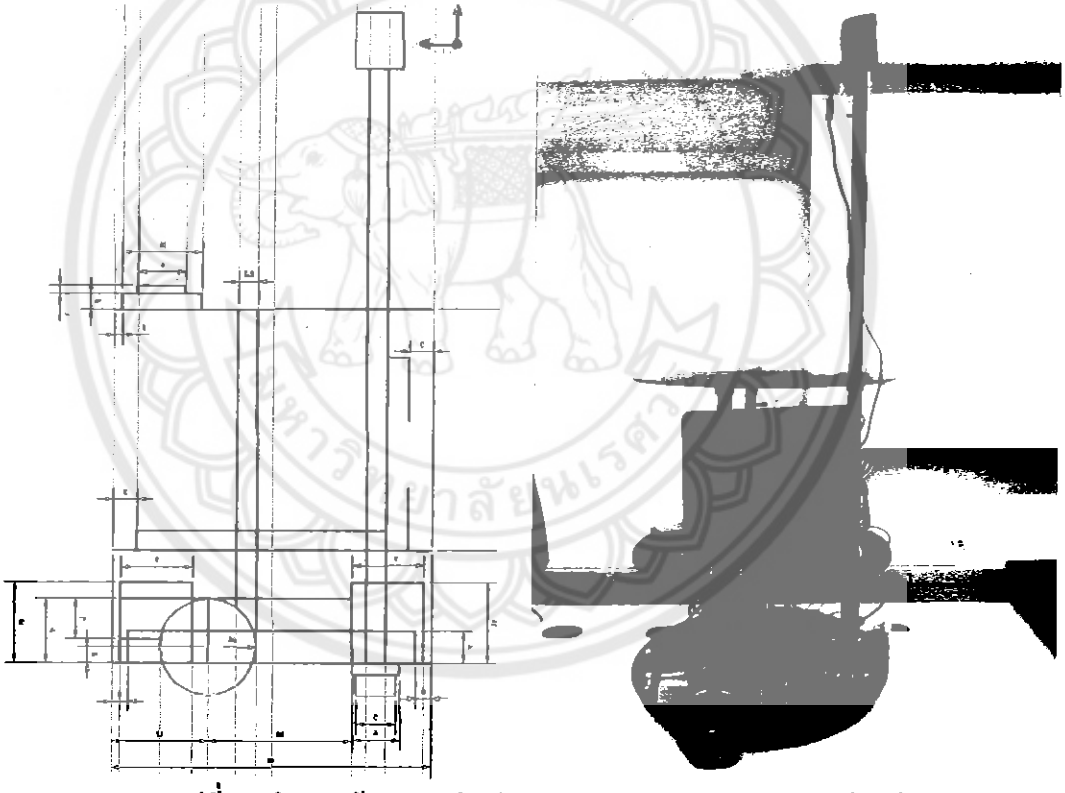
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์

3.2.1 หลักการออกแบบตัวหุ่นยนต์

เนื่องจากโครงการนี้เป็น โครงการหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง วัสดุที่เลือกใช้งานจึงต้องการที่มีแข็งแรงแต่มีน้ำหนักเบา ส่วนประกอบหลักของหุ่นยนต์จึงเลือกเป็นแผ่นอะคริลิก และในส่วนของเสาเลือกใช้เป็นอะลูมิเนียมกลม

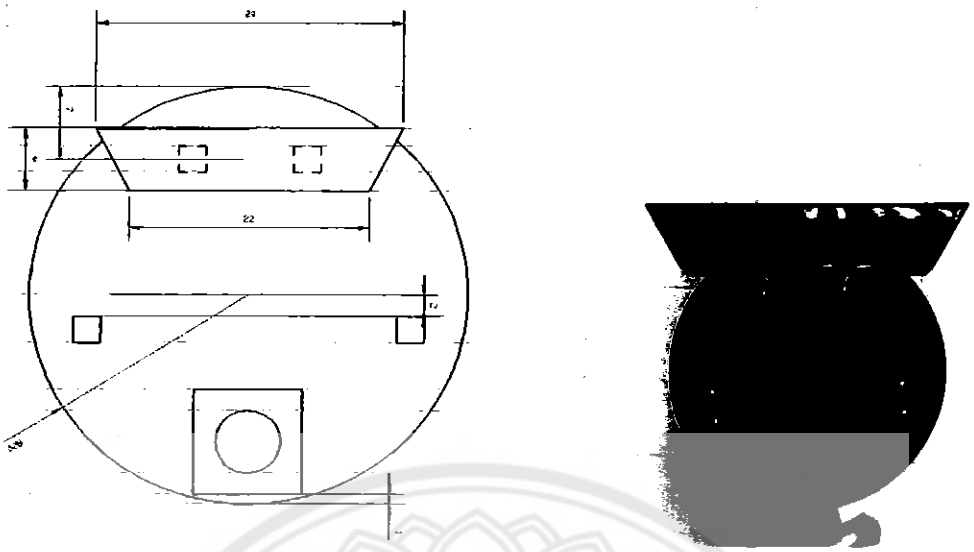
3.2.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์

โครงสร้างของหุ่นส่วนใหญ่จะเป็นอะคริลิกหนา 5 มิลลิเมตร และเสาเลือกใช้เป็นอะลูมิเนียมกลม



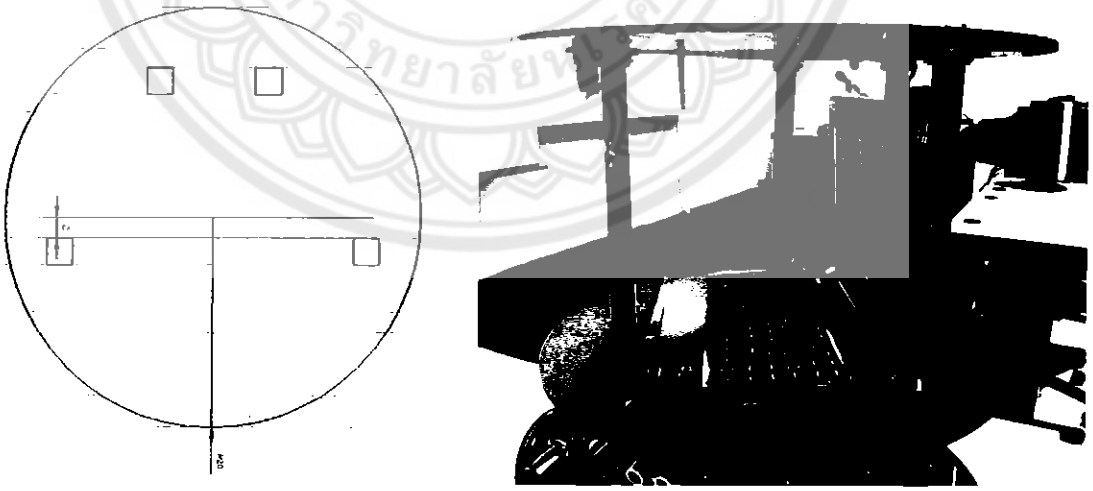
รูปที่3.3 โครงสร้างขนาดในส่วนต่างๆ และหุ่นขนาดจริงในด้านข้าง

โครงสร้างขนาดตัวหุ่นมีความสูง 110 เซนติเมตร กว้าง(รวมล้อ) 58 เซนติเมตร มีเสายึดหุ่น 4 แท่ง เป็นเสาอะลูมิเนียม และมีข้อต่อตัวที่ยึดระหว่างเสากับแผ่นอะคริลิก



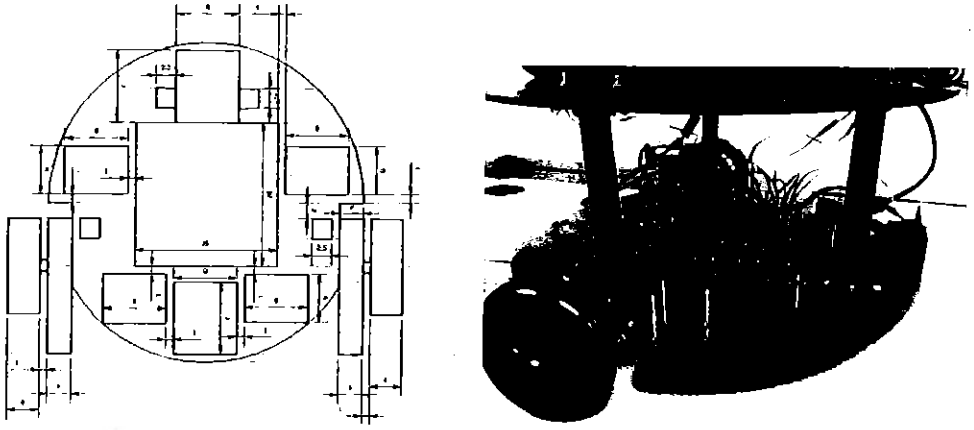
รูปที่3.4 ขนาดของตัวหุ่นด้านบนสุด

ชั้นบนสุดของตัวหุ่น จะมีสวิตช์สำหรับกดเปิด-ปิด ในกรณีฉุกเฉิน หรือเปิด-ปิดการทำงานของการขับเคลื่อนด้วยล้อ และมีกล้อง Kinect สูงขึ้นมาจากชั้นบน 50 เซนติเมตร



รูปที่3.5 ขนาดของตัวหุ่นชั้นกลาง

ชั้นกลางของหุ่น เป็นชั้นที่ใช้วางคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก มีความสูงระหว่างชั้น 30 เซนติเมตร

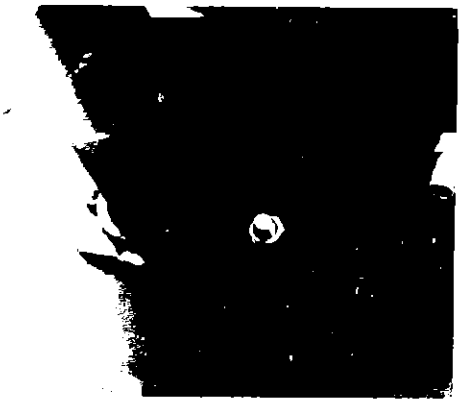


รูปที่3.6 ขนาดของชั้นล่างสุดของตัวหุ่น

ชั้นล่างสุดของหุ่น เป็นชั้นที่วางวงจรต่างๆ แบตเตอรี่ เซนเซอร์อัลทราโซนิกส์และ**ล้อ มีความสูง ระหว่างชั้น** 20 เซนติเมตร

รูปที่3.7 ข้อต่อด้านบน

รูปที่3.8 ข้อต่อด้านล่าง

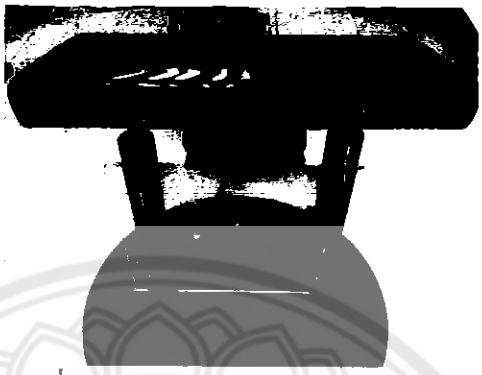


รูปที่3.9 ข้อต่อชั้นล่างสุด

การยึดระหว่างแผ่นอะคริลิก และเสาอะลูมิเนียม ด้านบนจะเป็นนอตยึดไว้ดังรูปที่ 3.7 ส่วนด้านล่างจะเป็นข้อต่อตัวทียึดดังรูปที่ 3.8 ส่วนชั้นล่างสุดของหุ่นจะยึดทั้งแผ่นอะคริลิก เสาอะลูมิเนียม และอะลูมิเนียมฉากที่ยึดล้อดังรูปที่ 3.9

รูปที่3.10 การต่อมอเตอร์กับตัวหุ่น

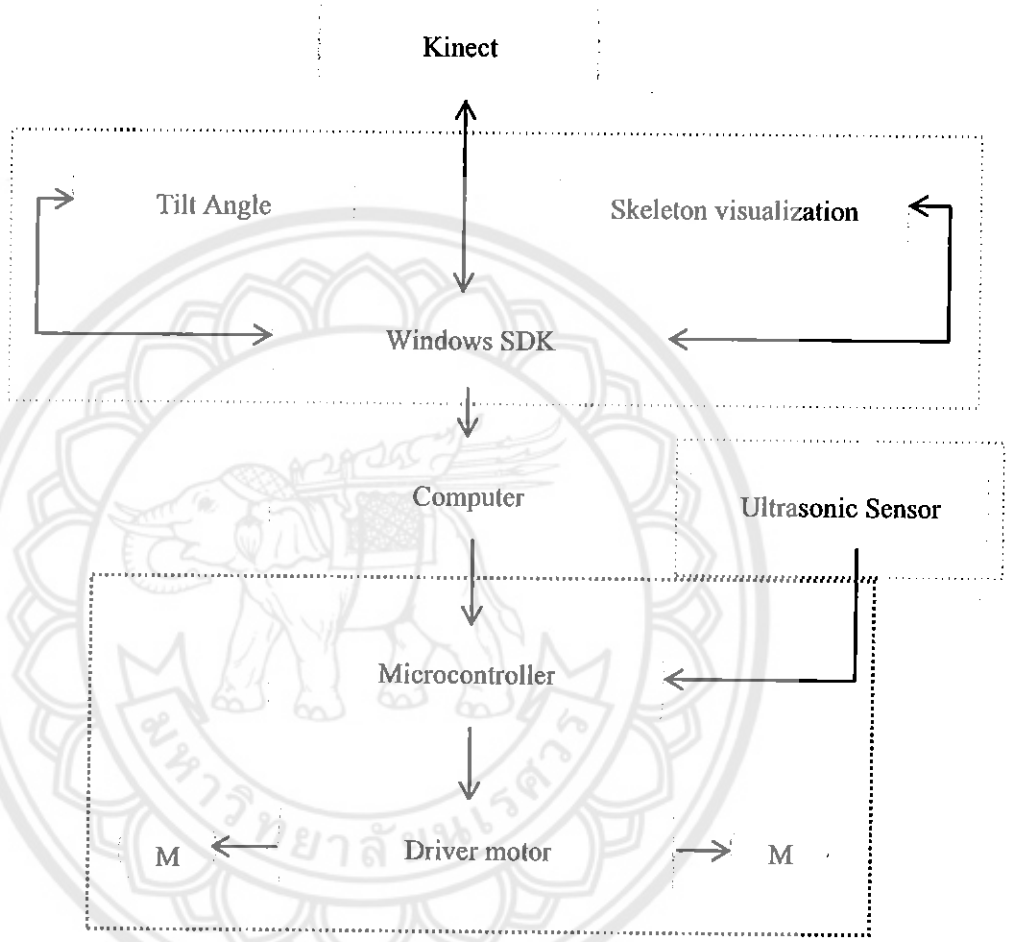
การยึดมอเตอร์ล้อจะใช้นอตยึดติดกับอะลูมิเนียมฉากขนาด 5 มิลลิเมตร แล้วนำอะลูมิเนียมเหลี่ยมยึดติดกับตัวหุ่น



รูปที่3.11 การต่อกล้อง Kinect กับตัวหุ่น

โครงเสาของหุ่นด้านหน้าจะยื่นสูงขึ้นมา เพื่อรับตัว Kinect ระหว่างเสาจะเจาะรูใส่นอตยึดอะคริลิกที่ใช้ทำเป็นฐานของ Kinect

3.3 การทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง

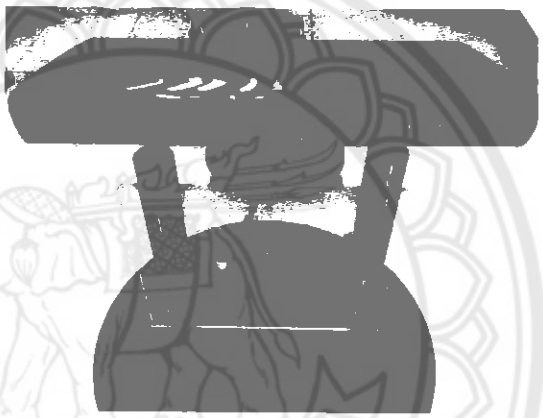


รูปที่3.12 การทำงานโดยรวมของระบบทั้งหมด

จากรูปที่3.12 การทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง การควบคุมระดับบน Kinect รับจุดพิกัดแต่ละข้อของร่างกายมาแล้วนำไปประมวลผลตามเงื่อนไข จากนั้นจะส่งเงื่อนไขดังกล่าวลงสู่การควบคุมระดับล่าง การควบคุมระดับล่างจะส่งเงื่อนไขนั้นๆ ไปมอเตอร์ แล้วทำการตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้วยเซ็นเซอร์อัลทราโซนิกส์หากเจอก็จะทำการประมวลผลแล้วส่งกลับมายังมอเตอร์ให้เลี้ยวหรือหยุดการทำงานแล้วแต่โปรแกรมที่ผู้สั่งการได้เขียนไว้

3.3.1 กล้อง Kinect

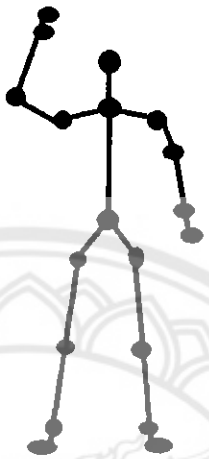
จะอยู่ด้านบนสุดของตัวหุ่นมีหน้าที่จับภาพท่าทางของบุคคลแล้วทำการสั่งการไปยังคอมพิวเตอร์แล้วคอมพิวเตอร์ก็จะติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าที่กล้อง Kinect รับมาจะเป็นพิกัดของค่า x y z ของบุคคลผู้สั่งงานแล้วนำค่าดังกล่าวมาตรวจสอบกับฟังก์ชั่นตามรูป 3.14 ซึ่งแต่ละท่าทางจะมีการกำหนดจุดไว้แล้ว



รูปที่3.13 Kinect

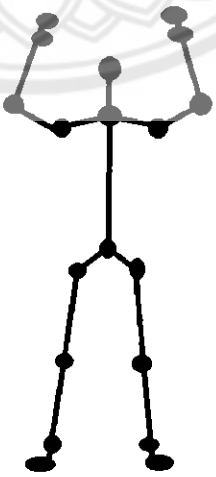
การออกแบบในการทำงานแต่ละส่วนนั้นจำเป็นจะต้องมีท่าทางเพื่อกำหนดเงื่อนไขต่างๆ เราจึงกำหนดท่าทางหลักไว้ 5 ท่าทาง ดังต่อไปนี้

ท่าที่ 1 สั่งหุ่นยนต์เริ่มต้นการทำงาน กำหนดให้มือข้างขวาอยู่เหนือศีรษะ และมือข้างซ้ายอยู่ต่ำกว่าสะโพกกลาง ดังรูปที่ 3.14



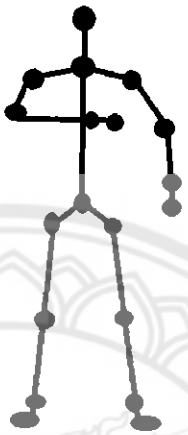
รูปที่3.14 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์เริ่มต้นการทำงาน

ท่าที่ 2 สั่งหุ่นยนต์หยุดการทำงาน กำหนดให้มือข้างขวาอยู่เหนือศีรษะ และมือข้างซ้ายอยู่เหนือศีรษะ ดังรูปที่ 3.15



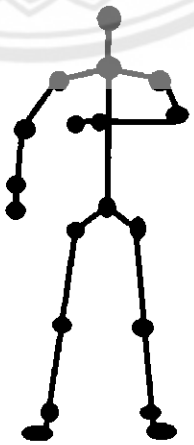
รูปที่3.15 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์หยุดการทำงาน

ท่าที่ 3 สั่งหุ่นยนต์เลี้ยวขวาแล้วหันกลับมา กำหนดให้มือขวาอยู่ระหว่างไหล่กลางกับไหล่ซ้าย มือขวาจะต่ำกว่าไหล่กลาง และสูงกว่าสะโพกกลางดังรูปที่ 3.16



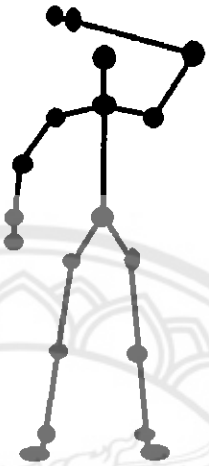
รูปที่3.16 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์เลี้ยวขวาแล้วหันกลับมา

ท่าที่ 4 สั่งหุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายแล้วหันกลับมา กำหนดให้มือซ้ายอยู่ระหว่างไหล่กลางกับไหล่ขวา มือซ้ายจะต่ำกว่าไหล่กลาง และสูงกว่าสะโพกกลางดังรูปที่ 3.17



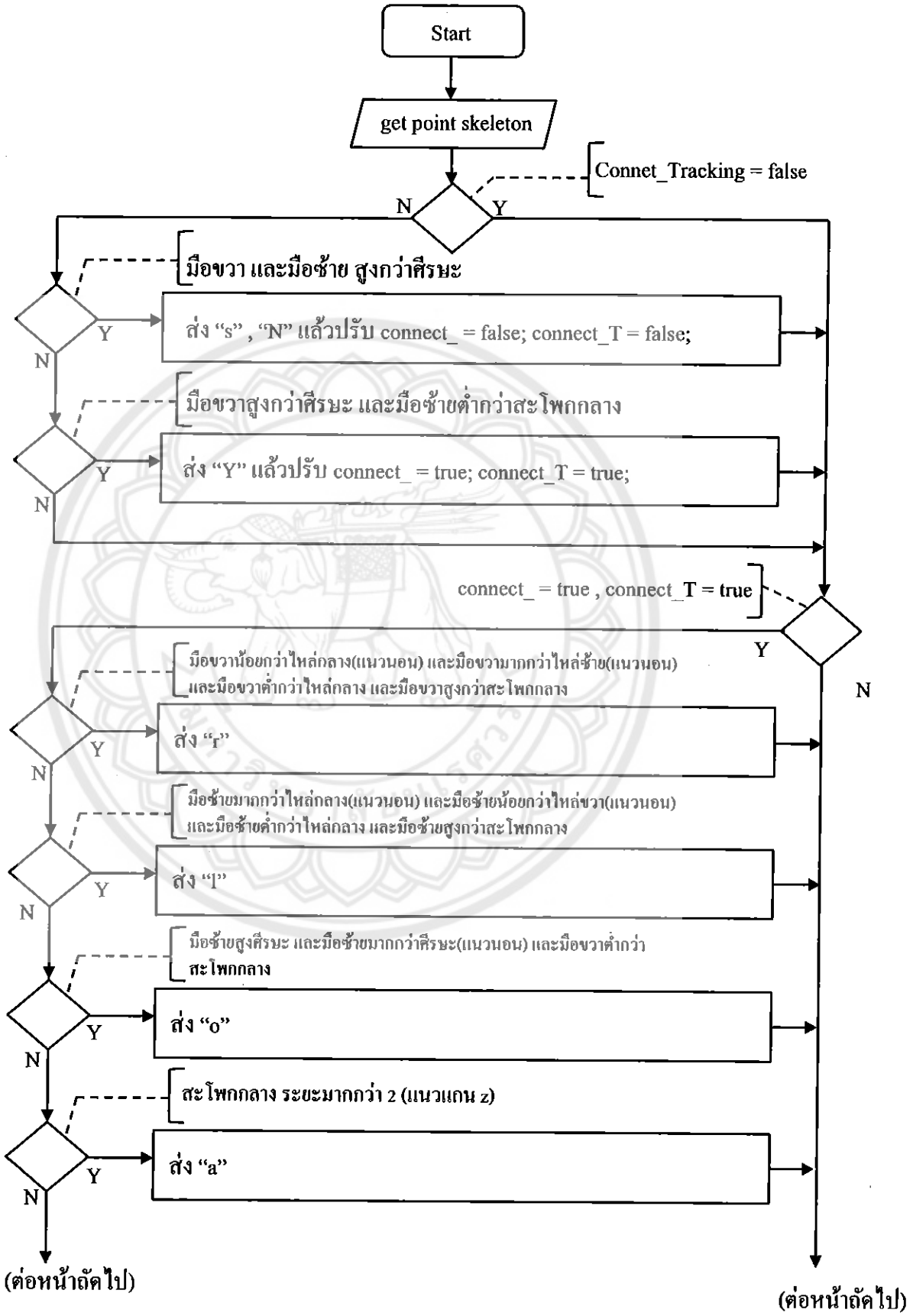
รูปที่3.17 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายแล้วหันกลับมา

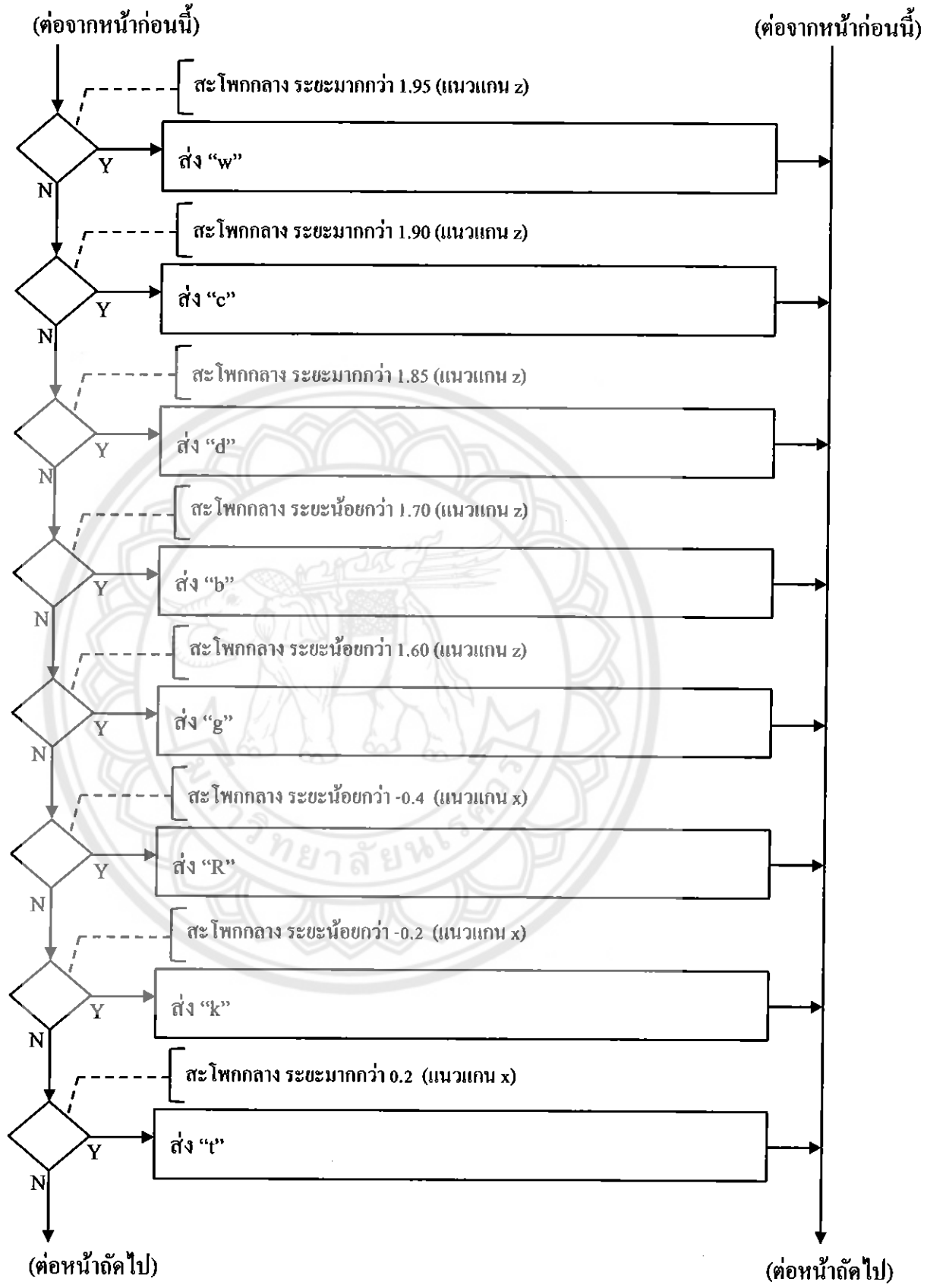
ท่าที่ 5 สั่งหุ่นยนต์หมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบ กำหนดให้มือซ้ายสูงกว่าศีรษะเยื้องไปทางขวา และมือขวาอยู่ต่ำกว่าสะโพกกลางดังรูปที่ 3.18

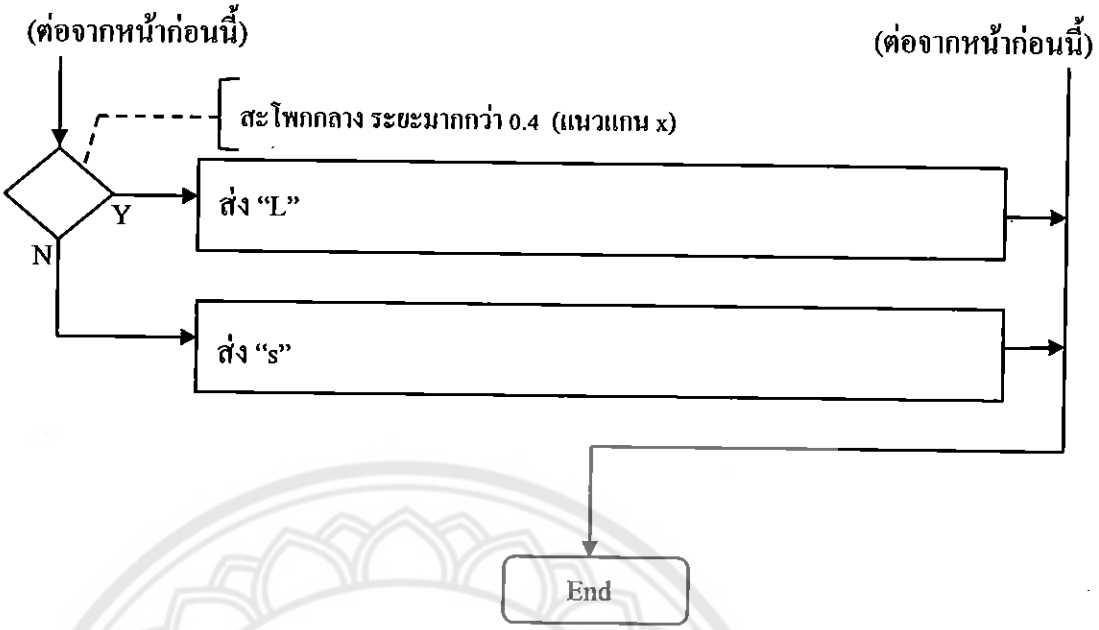


รูปที่3.18 ท่าทางการสั่งหุ่นยนต์หมุนรอบตัวหนึ่ง

อัลกอริทึมการทำงาน

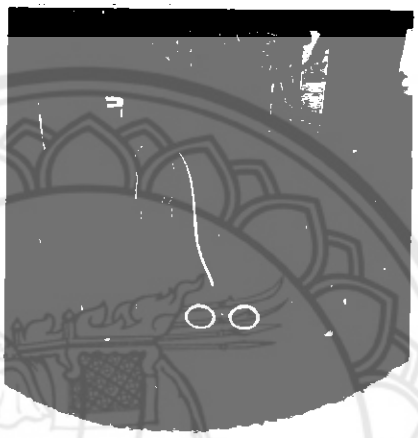



(ต่อจากหน้าก่อนนี้)
(ต่อจากหน้าก่อนนี้)
สะโพกกลาง ระยะมากกว่า 1.95 (แนวแกน z)
Y
N
ส่ง "w"
สะโพกกลาง ระยะมากกว่า 1.90 (แนวแกน z)
Y
N
ส่ง "c"
สะโพกกลาง ระยะมากกว่า 1.85 (แนวแกน z)
Y
N
ส่ง "d"
สะโพกกลาง ระยะน้อยกว่า 1.70 (แนวแกน z)
Y
N
ส่ง "b"
สะโพกกลาง ระยะน้อยกว่า 1.60 (แนวแกน z)
Y
N
ส่ง "g"
สะโพกกลาง ระยะน้อยกว่า -0.4 (แนวแกน x)
Y
N
ส่ง "R"
สะโพกกลาง ระยะน้อยกว่า -0.2 (แนวแกน x)
Y
N
ส่ง "k"
สะโพกกลาง ระยะมากกว่า 0.2 (แนวแกน x)
Y
N
ส่ง "t"
(ต่อหน้าถัดไป)
(ต่อหน้าถัดไป)


(ต่อจากหน้าก่อนนี้)
(ต่อจากหน้าก่อนนี้)
สะโพกกลาง ระยะมากกว่า 0.4 (แนวแกน x)
Y
N
ส่ง "L"
ส่ง "s"
End

3.3.2 อัลทราโซนิกส์(Ultrasonic)

ในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางของหุ่นยนต์จะทำได้โดยวัดระยะห่างด้วยการส่งคลื่นเสียงออกไปแล้วจับเวลาในการสะท้อนกลับมาสามารถวัดระยะห่างได้ตั้งแต่ 0-2.5 เมตร ในการทำหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางใช้อัลทราโซนิกส์สองตัวคือติดตั้งตัวด้านหน้าหนึ่งตัวและด้านหลังหนึ่งตัว ค่าที่ได้จากอัลทราโซนิกส์จะเป็นค่าระยะห่างระหว่างวัตถุกับตัวหุ่นยนต์ แล้วค่าที่ได้ก็จะถูกส่งมาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งการตามโปรแกรมที่เขียนไว้



รูปที่3.12 อัลทราโซนิกส์ด้านหน้า

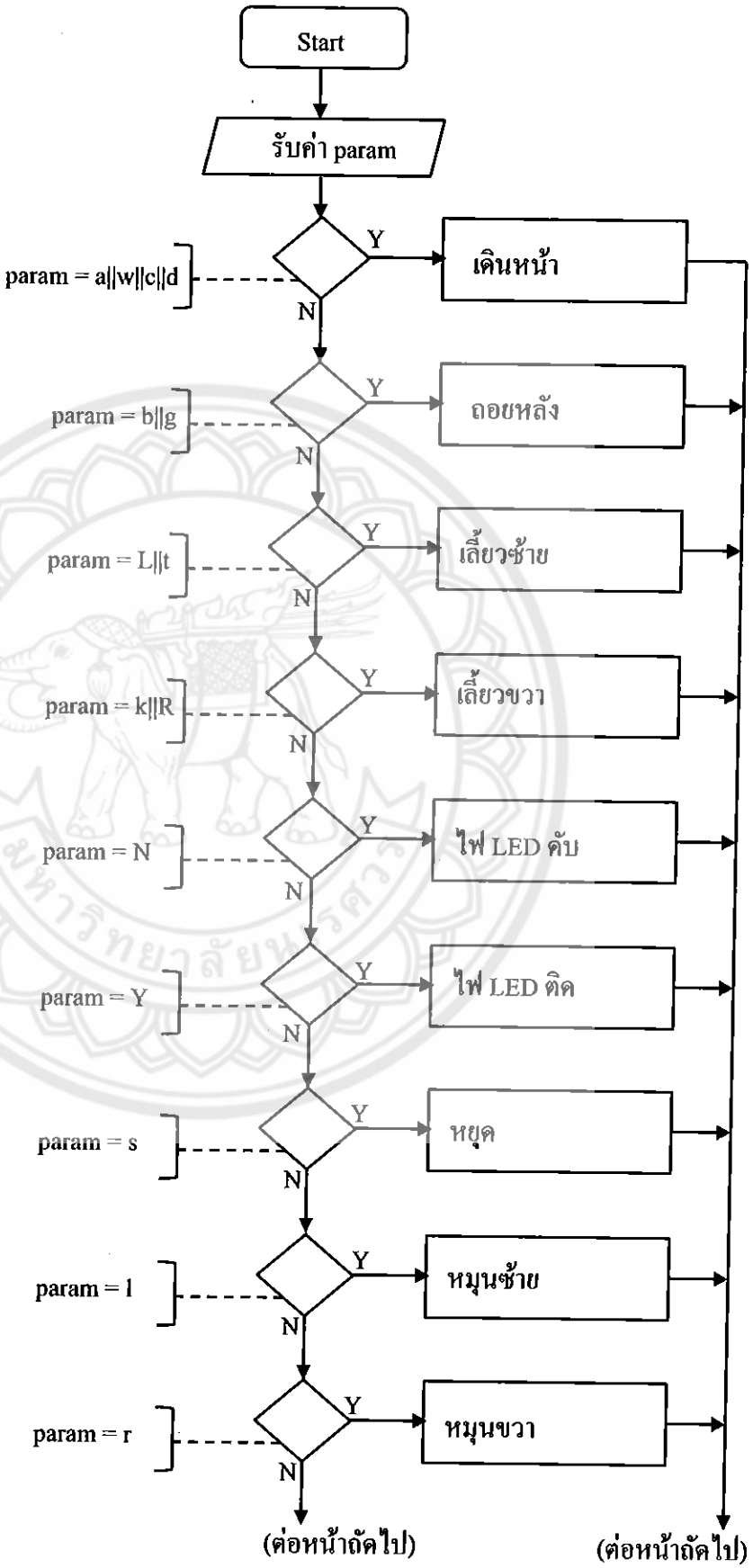
3.3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller)

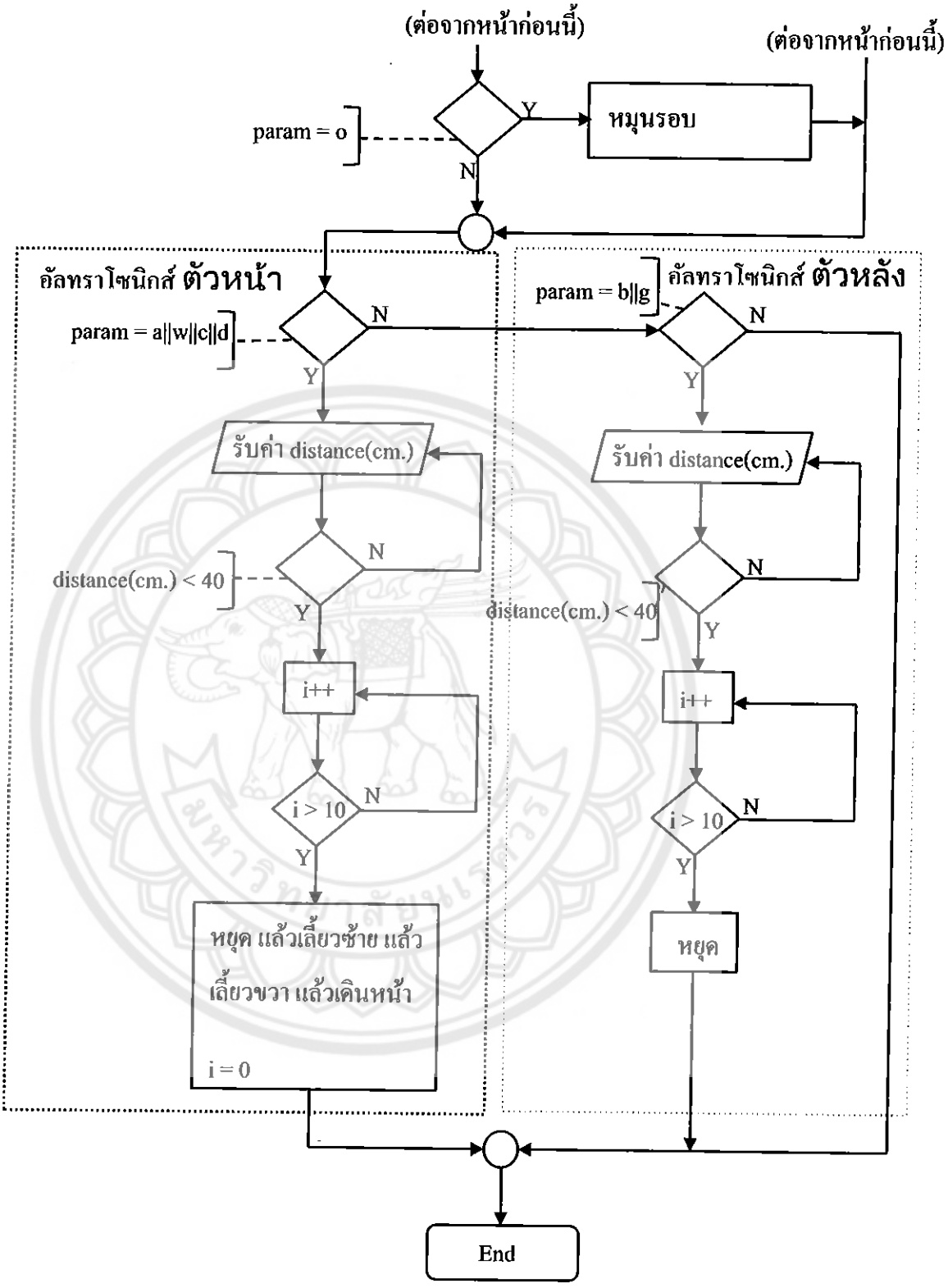
ใช้ในการควบคุมมอเตอร์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจากคอมพิวเตอร์และใช้อัลทราโซนิกส์เพื่อไปสั่งการมอเตอร์ที่ตัวหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ตามโปรแกรมที่ผู้ควบคุมสั่งการ ซึ่งมอเตอร์ที่เราต้องการควบคุมมีทั้งหมด 2 ตัว คือมอเตอร์ที่ล้อทั้งสองข้าง บอร์ดที่ใช้ในการทำงานคือ Aduino Mega 2560 ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ATmega2560

รูปที่3.13 บอร์ด Arduino Mega 2560

รูปที่3.14 การวางวงจรควบคุมช่วงล่าง

อัลกอริทึมการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์

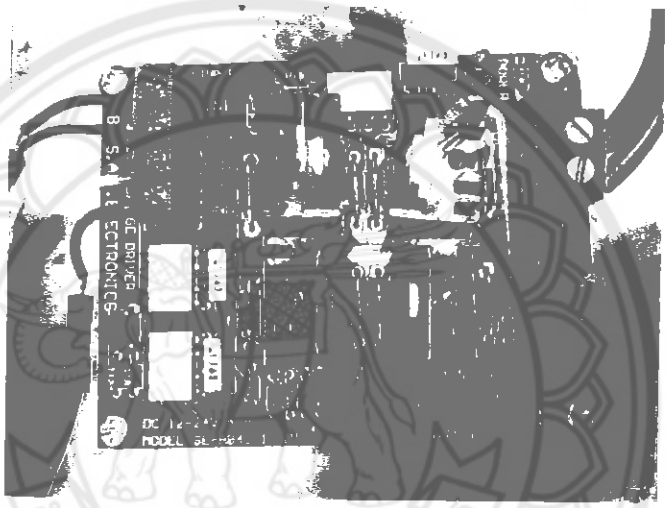




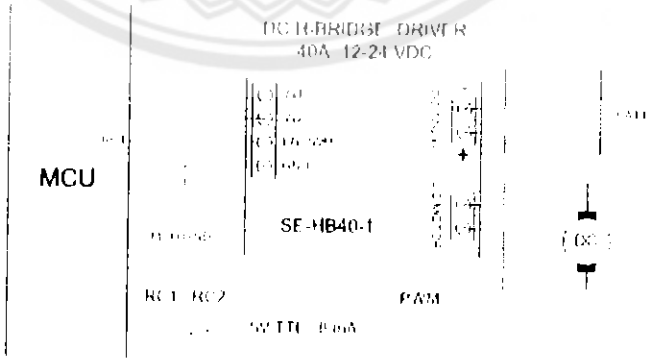
รูปที่3.15 การทำงานของโปรแกรมช่วงล่าง

3.3.4 ชุดควบคุมมอเตอร์แบบ H-Bridge

การควบคุมมอเตอร์นั้น มอเตอร์จะสามารถเปลี่ยนแปลงทิศทางในการหมุนของDC มอเตอร์ แบบแม่เหล็กถาวรได้นั้น เกิดจากการที่เราสลับขั้วของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ และในทางปฏิบัติจะใช้เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียนว่า H-Bridge เป็นตัวจัดการทำงาน ส่วนของโครงงานนี้ได้ศึกษา DUAL FULL-BRIDGE DRIVER รุ่น SE-HB40-1



รูปที่3.16 บอร์ด DC H-BRIDGE DRIVER



รูปที่ 3.17 ภาพแสดงการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับบอร์ด SE-HB40-1

โดยการออกแบบโปรแกรมการควบคุมจะเป็นไปตามตารางที่ 3.1 โดยโปรแกรมจะรับอินพุตจากส่วนควบคุมระดับบน ถ้าส่วนควบคุมระดับบนส่งข้อมูลมาสั่งงานส่วนควบคุมระดับล่าง (MCU) ก็จะส่งแรงดันเอาต์พุต ประมาณ 5 V ตามจำนวนบิตที่วงจรความคุมทิศทางมอเตอร์ H-Bridge รุ่น SE-HB40-1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

สถานะ	Wheel Left				Wheel Right			
	IN1	IN2	EN	GND	IN1	IN2	EN	GND
Forward Robot	0	1	1	0	0	1	1	0
Backward Robot	1	0	1	0	1	0	1	0
Turn Left Robot	0	0	1	0	0	1	1	0
Turn Right Robot	0	1	1	0	0	0	1	0
Rotate Turn Left	1	0	1	0	0	1	1	0
Rotate Turn Right	0	1	1	0	1	0	1	0

จากตารางที่ 3.1 จะทำให้ทราบว่าถ้าต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปในทิศทางใดก็ต้องเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ส่งแรงดันออกที่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในที่นี้การควบคุมจะส่งเอาต์พุตออกที่พอร์ต 2 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตามบิตแต่ละบิตของพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ช่อง สถานะ IN1 และ IN2 คือ ขาควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ และ EN คือ ขา Enable มีหน้าที่ในการเปิดการทำงานของวงจรควบคุมหารหมุนของมอเตอร์ และยังเป็นขาที่ใช้ปรับความเร็วของมอเตอร์ในการใช้วิธีการ Pulse Wide Modulation และขา GND คือ ขากราวด์ที่ต้องต่อร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ด้วย เพื่อให้กระแสไหลได้ครบวงจรหรือมองเป็นกราวด์ร่วนนั้นเอง เมื่อวงจรควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ได้รับการส่งเอาท์พุตจากไมโครคอนโทรเลอร์เรียบร้อย มอเตอร์จะหมุนโดยมีจุดต่อมอเตอร์ และรับแรงดันจากภายนอกเพื่อให้มอเตอร์ได้รับกระแส โดยแหล่งจ่ายแรงดันจากภาย นอกนี้จะเลือกใช้แบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ที่มีแรงดัน 12 VDC

คุณสมบัติของ Module ความคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ขับเคลื่อน แบบ H-Bridge รุ่น SE-HB40-1

Output

- Motor DC Supply 12-24 V 40A (Max.)
- Full-Complementary Power MOSFET Driver

  With ultra-fast reverse recovery protection diodes

Input

- Full Opto-isolated input interface signals
- 5V 8 mA TTL – Level

Drive Mode: independently with

- ON – OFF Control
- Direction Control
- Speed Control (PWM Drives)

PWM Frequency : 400 Hz - 1000 Hz (800 Hz Recommend)

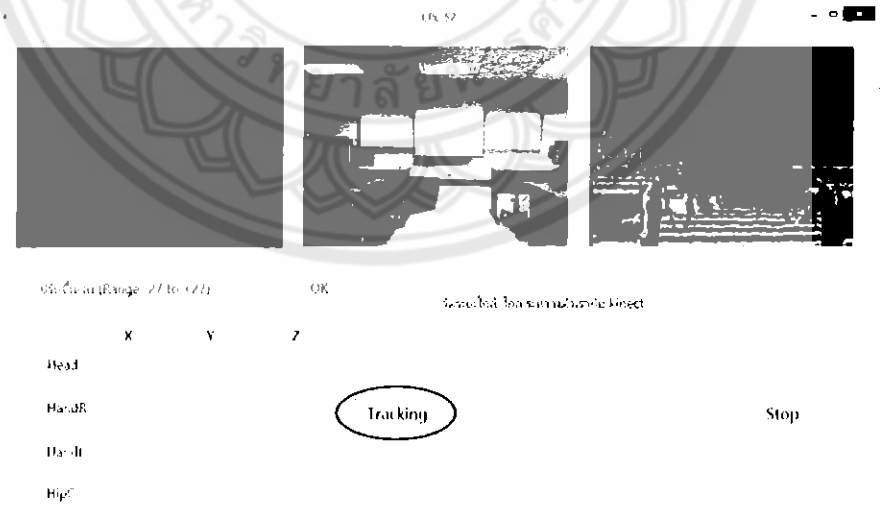
จากการออกแบบการทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางเสร็จแล้วทางคณะผู้จัดทำได้ทำการทดลองโปรแกรมการทำงานต่างๆ โดยได้ทดลองการใช้ท่าทางกับหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางและทดสอบการเคลื่อนที่แบบล้อ การรับค่าของเซ็นเซอร์อัลทราโซนิกส์ โดยการทดสอบมีดังบทต่อไปนี้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมทั้งการควบคุมระดับบน และการควบคุมระดับล่าง เพื่อทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ ในการทดสอบส่วนควบคุมระดับบนจะทดสอบการสั่งงานด้วยท่าทาง โดยการทดสอบคำสั่งจากท่าทางนั้นทางผู้จัดทำได้กำหนดมาทั้งหมด 5 ท่าทาง คือ เริ่มต้นการทำงาน เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หมุนรอบ หยุดการทำงาน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่ ส่วนการทดสอบในส่วนควบคุมระดับล่างจะทดสอบการเช็คค่าของเซนเซอร์อัลทราโซนิกส์ และการควบคุมมอเตอร์โดยการปรับค่าความกว้างของสัญญาณหรือที่เรารู้จักกันใน Pulse Width Modulation(PWM) เพื่อหาข้อผิดพลาดในการทำงาน และวิธีการแก้ไขเพื่อที่จะได้นำหุ่นยนต์ไปพัฒนาต่อไป

4.1 ทดสอบการทำงานของส่วนควบคุมระดับบน

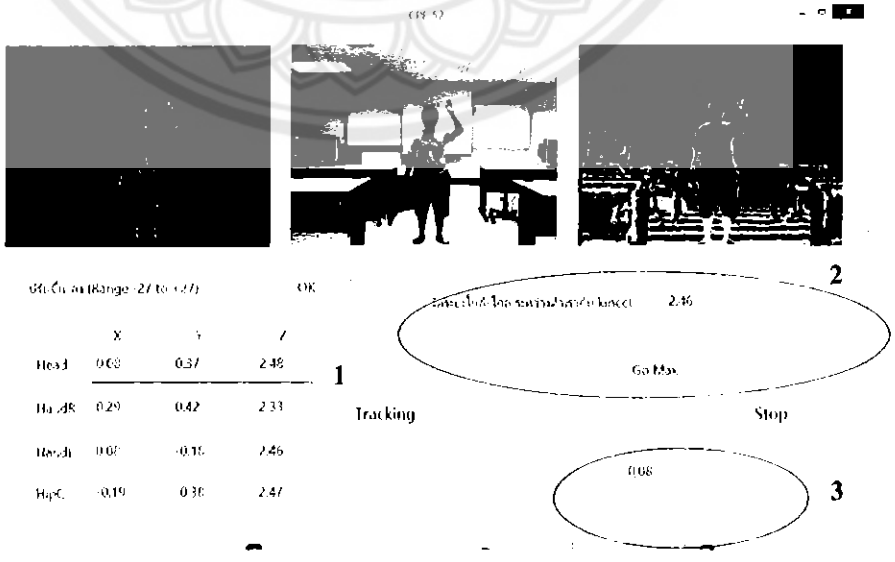


รูปที่ 4.1 รันโปรแกรม

เปิดไฟล์ขึ้นมาจากโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 รันโปรแกรมจะได้ภาพการทำงานของโปรแกรมกดที่ปุ่ม Tracking จะเป็นการเริ่มการทำงานของโปรแกรม

4.1.1 การทดสอบท่าเริ่มต้นการทำงาน

รูปที่ 4.2 การสั่งงานท่าเริ่มต้นการทำงาน

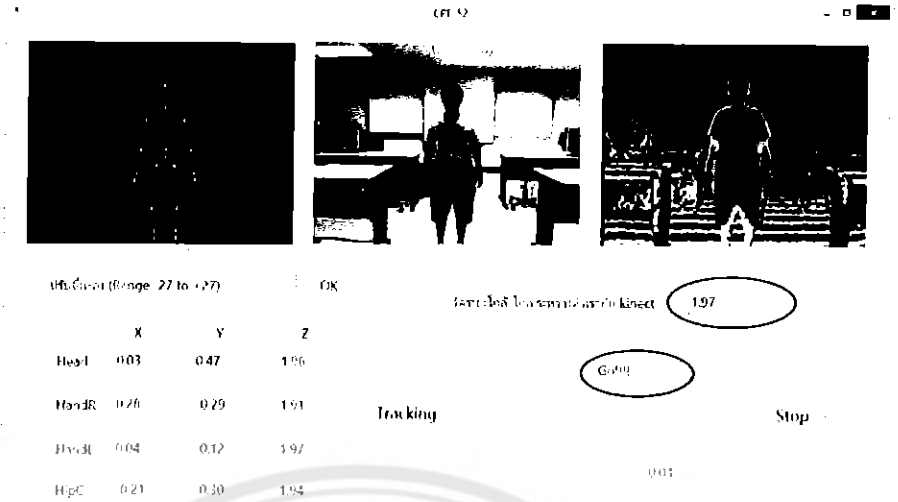


รูปที่ 4.3 ภาพจากโปรแกรมการสั่งงานเริ่มต้น

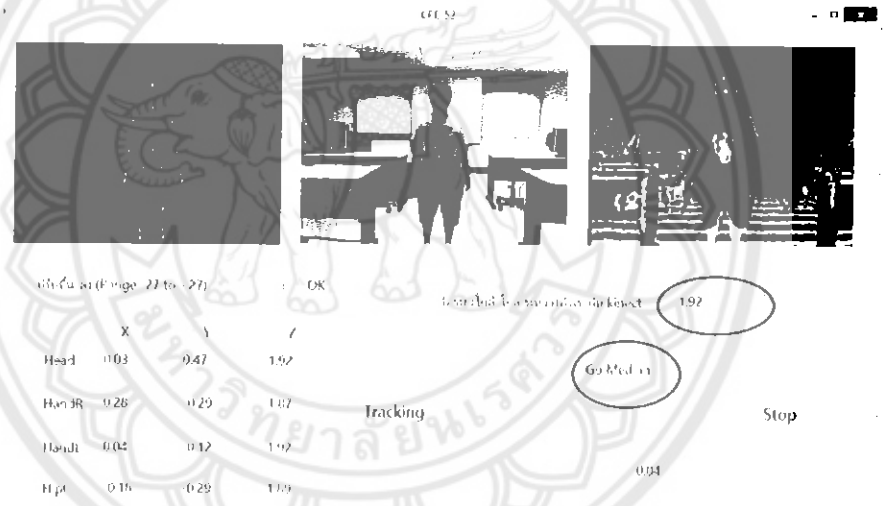
จากรูปที่ 4.3 ในส่วนของค่า x y z เป็นค่าตำแหน่งของจุดที่เรากำหนดให้กล้องจับ ตัวอย่างเช่น Head มีค่า x = 0.08 y = 0.37 z = 2.48 จากตำแหน่งที่ได้จะทำให้เรารู้พิกัดของอวัยวะต่างๆเพื่อที่เราจะนำพิกัดนี้ไปเป็นเงื่อนไขในการกำหนดท่าทางต่างๆ ในส่วนที่ 2 ของรูปที่ 4.3 เป็นการบอกระยะห่างระหว่างตัวบุคคลผู้สั่งงาน กับกล้องจะมีหน่วยเป็นเมตรและมีการแสดงสถานะว่าหุ่นยนต์กำลังทำงานอยู่ในสถานะใด ในส่วนที่ 3 ของรูปที่ 4.3 เป็นการบอกสถานะของหุ่นยนต์ว่าเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา เมื่อมีการสั่งงานเริ่มต้นการทำงาน จะมีไฟแสดงสถานะการทำงานบอกอยู่ในด้านหน้าของตัวหุ่นยนต์คือเมื่อได้รับคำสั่งเริ่มต้นการทำงานไฟแสดงสถานะจะติดแต่ถ้ามีคำสั่งหยุดการทำงานไฟแสดงสถานะจะดับลง

รูปที่ 4.3 ไฟแสดงสถานะการเริ่มต้นการทำงาน

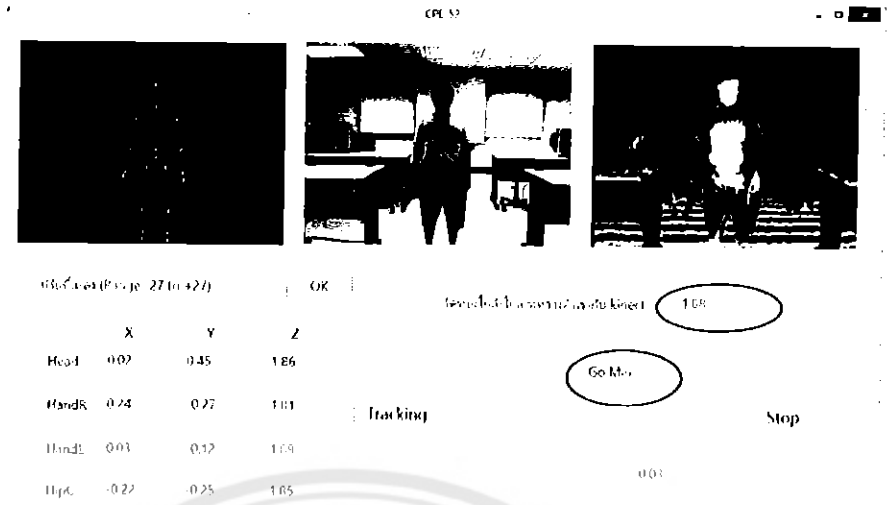
การทำงานของตัวหุ่นยนต์ก็คือเมื่อมีค่าเข้ามาแล้วจะส่งค่านั้นไปควบคุมมอเตอร์โดยค่าที่ส่งไปจะเป็นตัวแปรชนิด character แล้วส่วนควบคุมช่วงล่างก็จะนำตัวแปรไปเช็คตามอัลกอลิทึมการทำงานที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 เนื่องจากหุ่นยนต์ นอกจากจะรับคำสั่งเป็นท่าทางแล้วยังสามารถติดตามผู้สั่งงานได้ด้วยจึงทำให้เมื่อสั่งการเริ่มต้นการทำงานแล้วหุ่นยนต์จะติดตามผู้สั่งงานโดยการเดินหน้าตามจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับดังรูป



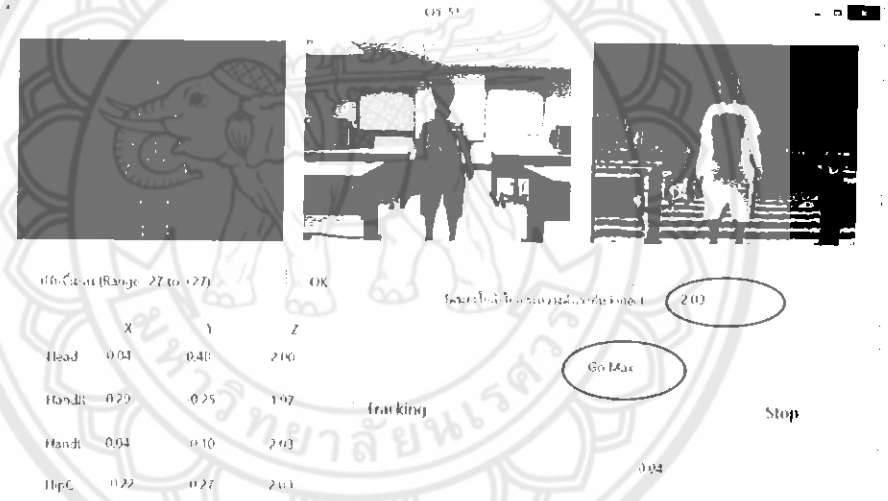
รูปที่ 4.4 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบธรรมดา



รูปที่ 4.5 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบช้า



รูปที่ 4.6 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบช้าที่สุด

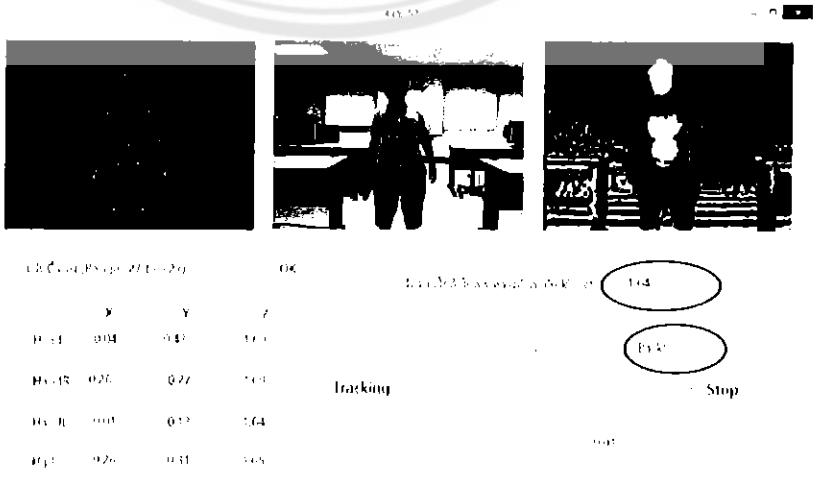


รูปที่ 4.7 หุ่นยนต์เดินหน้าแบบเร็วที่สุด

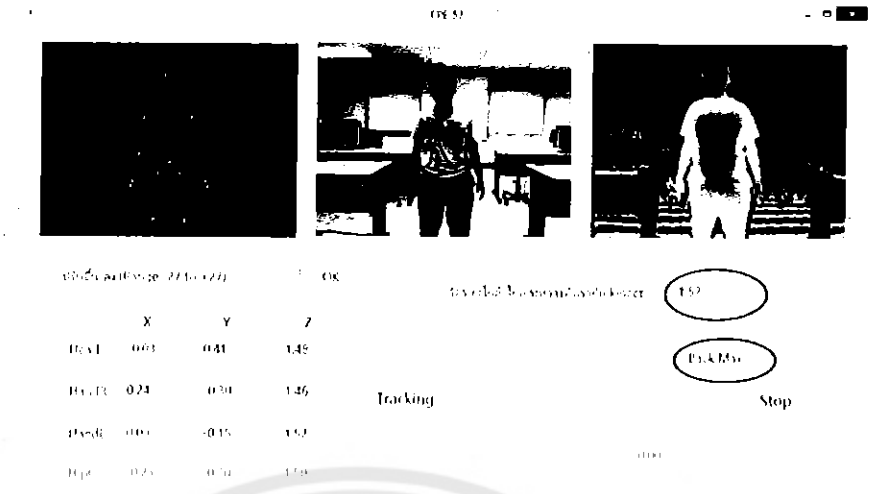
จากรูปที่ 4.4 ถึงรูปที่ 4.7 วงสีแดงแสดงให้เห็นถึงระยะทางระหว่างหุ่นยนต์กับคน และคำสั่งที่บอกการทำงานของหุ่นยนต์ เหตุผลที่ต้องมีการเดินหน้า 4 การทำงานเพราะว่าแต่ละการทำงานจะมีค่าความเร็วของมอเตอร์ไม่เท่ากันตัวอย่าง เช่น ถ้าระยะห่างระหว่างตัวหุ่นยนต์กับบุลคลผู้สั่งงานน้อยกว่า 2 เมตร หุ่นยนต์จะอยู่ในสถานะ Go!!! ดังรูป 4.4 คือ ไปด้วยความเร็วไม่มากนัก เมื่อบุคคลได้ทำการสั่งงานจากการควบคุมระดับบน การควบคุมระดับล่างจะรับคำสั่งต่อ ดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 หุ่นยนต์ทำการเดินหน้าตามบุคคล

ในกรณีนี้คือเมื่อมีบุคคลสั่งงานเริ่มต้นการทำงานหุ่นยนต์จะจับระยะห่างระหว่างบุคคลกับหุ่นยนต์แล้วทำการติดตามตัวผู้สั่งงานแต่เมื่อผู้สั่งงานเดินเข้ามาใกล้ตัวหุ่นยนต์มากกว่าที่กำหนดไว้หุ่นยนต์ก็จะทำการถอยหลัง จากรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10 วงสีแดงแสดงให้เห็นถึงระยะทางระหว่างหุ่นยนต์กับคน และคำสั่งที่บอกการทำงานของหุ่นยนต์ ในโปรแกรมที่เรากำหนดไว้ได้มีการถอยหลัง 2 การทำงาน คือ Back!!! เป็นการถอยหลังด้วยความเร็วปกติและ Back Max เป็นการถอยหลังด้วยความเร็วที่เร็วกว่าความเร็วปกติคือถ้าระยะห่างระหว่างบุคคลผู้สั่งการน้อยกว่า 1.6 เมตรหุ่นยนต์ก็จะถอยหลังด้วยความเร็วที่เร็วมากกว่าปกติ



รูปที่ 4.9 หุ่นยนต์เดินถอยหลังแบบธรรมดา



รูปที่ 4.10 หุ่นยนต์เดินถอยหลังแบบเร็ว

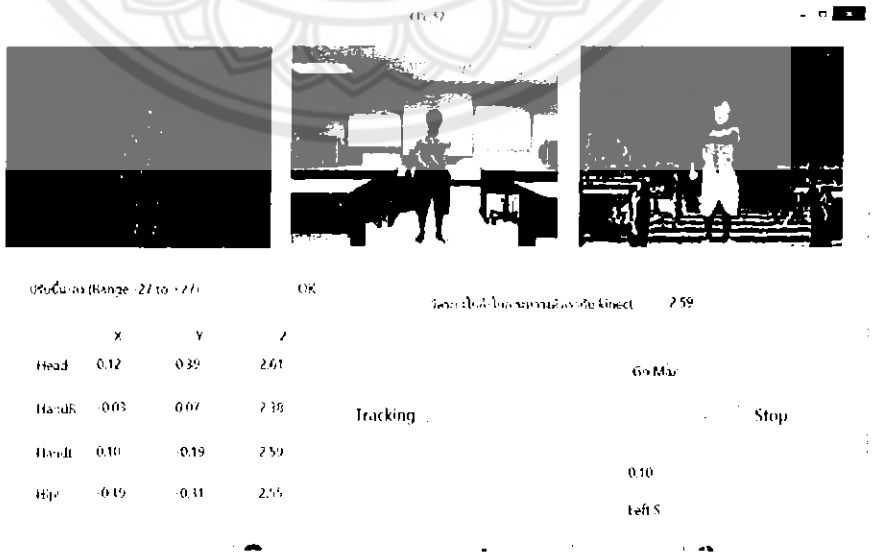
เมื่อบุคคลสั่งงานด้วยท่าทางจากการควบคุมระดับบนสำเร็จ โปรแกรมจะทำการ**ส่งคำสั่งมายังการควบ**คุมระบบล่าง โดยหุ่นยนต์จะทำงานดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 หุ่นยนต์ทำการถอยหลังตามบุคคล

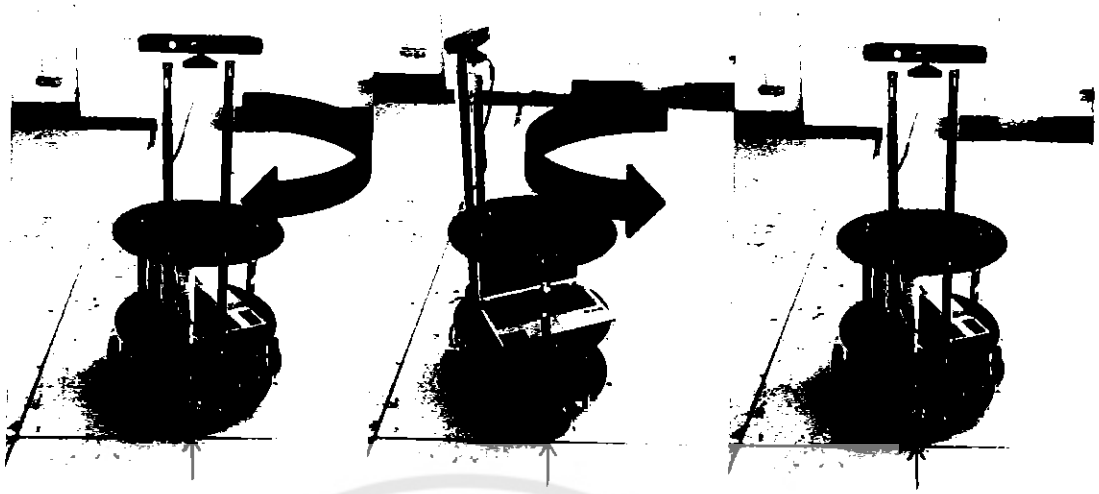
4.1.2 การทดสอบท่าทางการเลี้ยวขวา

ในการสั่งงานท่าทางการเลี้ยวขวาการทำงานคือหุ่นยนต์จะต้องรับคำสั่งเริ่มต้นการทำงานก่อนจากนั้นบุคคลผู้สั่งงานจะต้องทำท่าทางดังรูป 4.12 หุ่นยนต์จะเลี้ยวขวาแล้วกลับมาอยู่ตรงหน้าเหมือนเดิม

รูปที่ 4.12 ท่าทางการสั่งเลี้ยวขวา



รูปที่ 4.13 โปรแกรมแสดงหุ่นยนต์เลี้ยวขวา



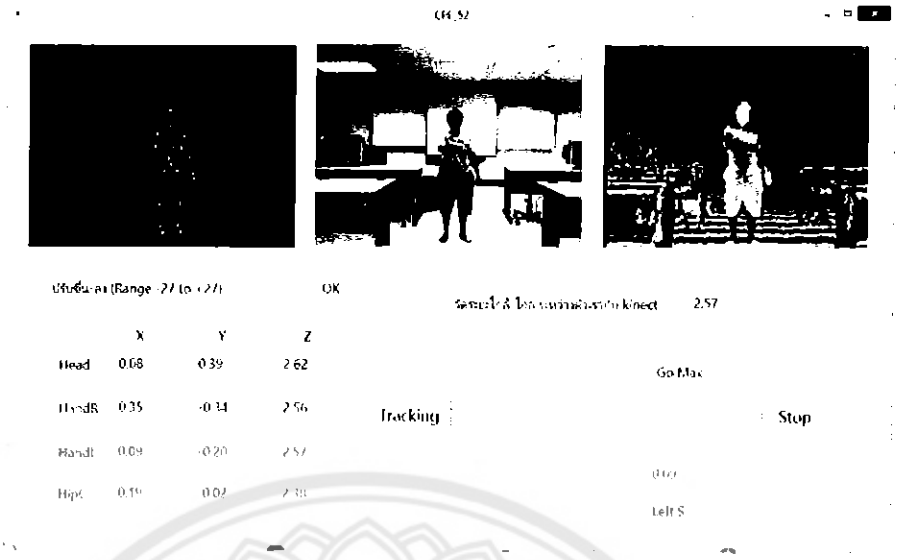
รูปที่ 4.14 หุ่นยนต์เลี้ยวขวา

จากรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นการทำงานโปรแกรมการควบคุมระดับบนในส่วนของคำสั่งเลี้ยวขวา แล้วส่งคำสั่งไปยังการควบคุมระดับล่าง โดยหุ่นยนต์จะปฏิบัติตามรูปที่ 4.14

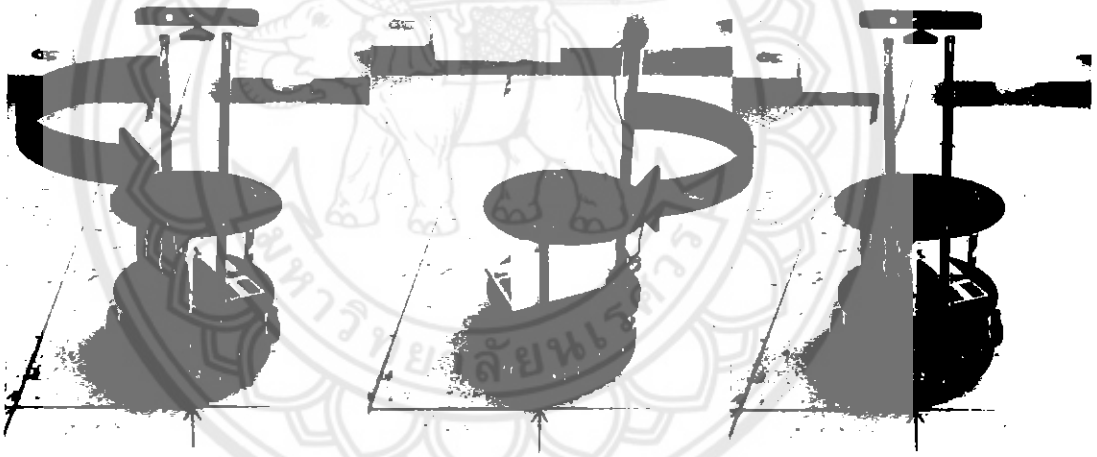
4.1.3 การทดสอบท่าทางการเลี้ยวซ้าย

ในการสั่งงานท่าทางการเลี้ยวซ้ายการทำงานคือหุ่นยนต์จะต้องรับคำสั่งเริ่มต้นการทำงาน ก่อนจากนั้นบุคคลผู้สั่งงานจะต้องทำท่าทางดังรูป 4.15 หุ่นยนต์จะเลี้ยวซ้ายแล้วกลับมาอยู่ตรงหน้าเหมือนเดิม

รูปที่ 4.15 ท่าทางการสั่งเลี้ยวซ้าย



รูปที่ 4.16 โปรแกรมแสดงหุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย



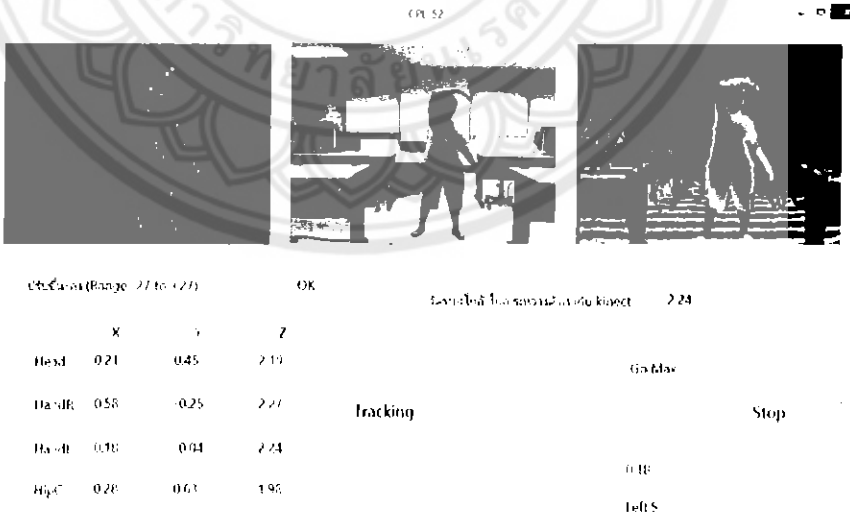
รูปที่ 4.17 หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย

จากรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นการทำงานโปรแกรมการควบคุมระดับบนในส่วนของคำสั่งเลี้ยวซ้าย แล้วส่งคำสั่งไปยังการควบคุมระดับล่าง โดยหุ่นยนต์จะปฏิบัติตามรูปที่ 4.17

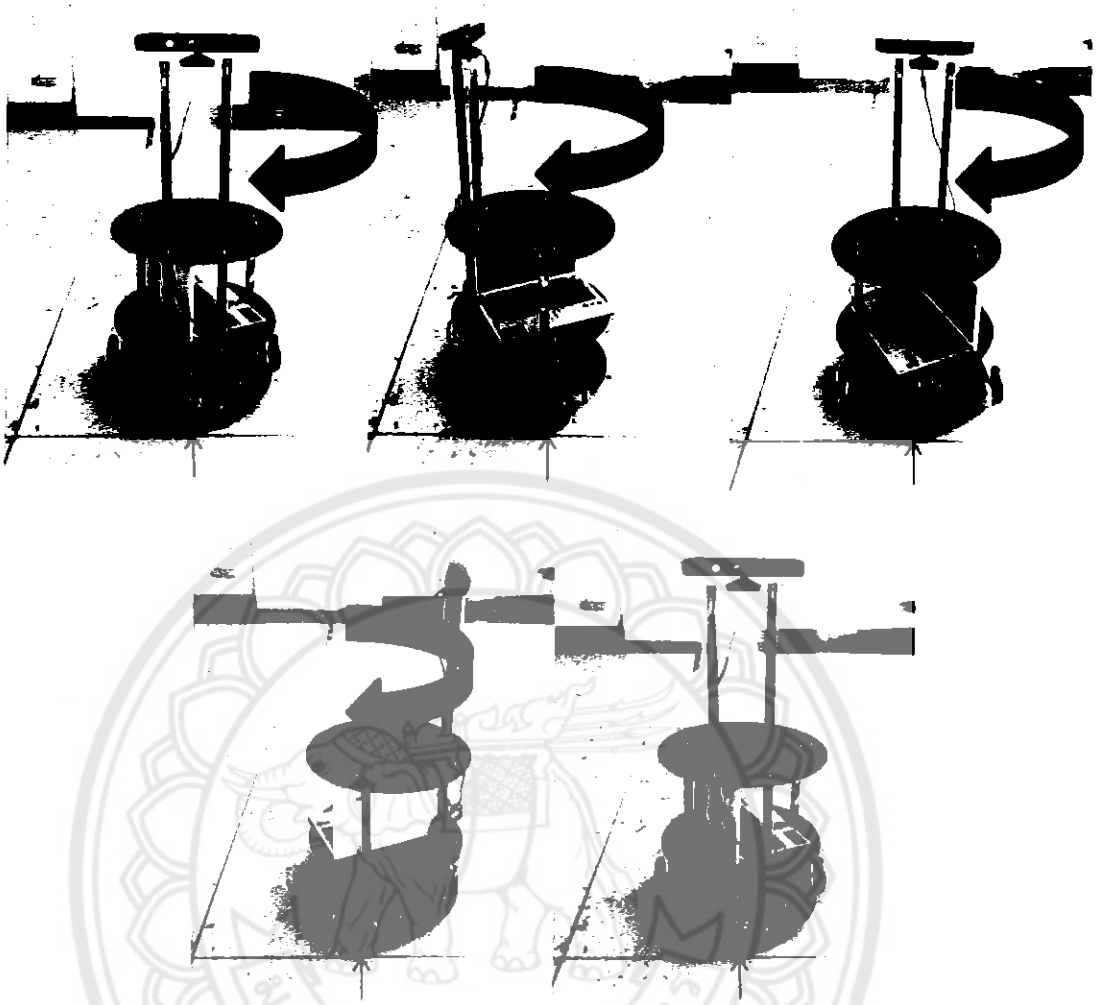
4.1.4 การทดสอบท่าทางหมุนรอบหนึ่งรอบ

ในการสั่งหมุนหนึ่งรอบบุคคลผู้สั่งงานจะต้องทำท่าทางตามรูปที่ 4.18 จากนั้นหุ่นยนต์จะนำค่ามาตรวจสอบแล้วทำการควบคุมมอเตอร์ให้หุ่นยนต์หมุนตามรูปที่ 4.20

รูปที่ 4.18 ท่าทางการสั่งหมุน



รูปที่ 4.19 โปรแกรมแสดงการสั่งหมุน



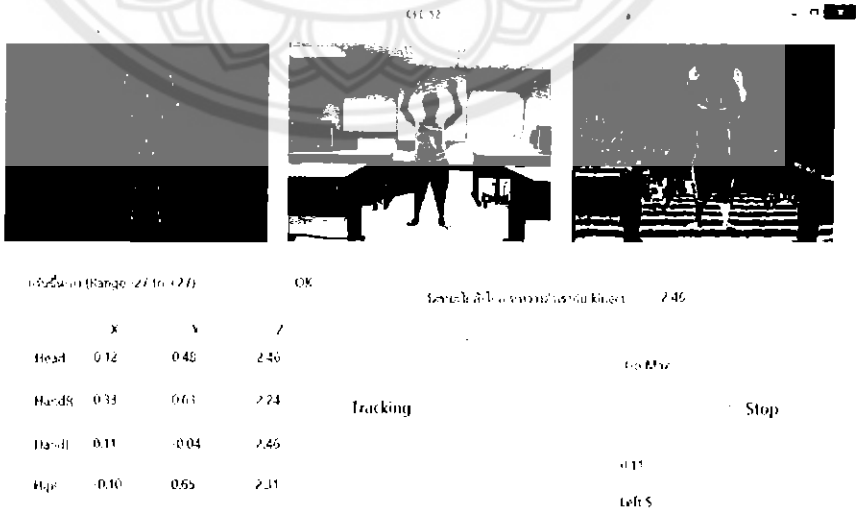
รูปที่ 4.20 หุ่นยนต์หมุนหนึ่งรอบ

จากรูปที่ 4.19 แสดงให้เห็นการทำงานโปรแกรมการควบคุมระดับบนในส่วนของคำสั่งหมุนรอบตัวหนึ่งรอบ แล้วส่งคำสั่งไปยังการควบคุมระดับล่าง โดยหุ่นยนต์จะปฏิบัติตามรูปที่ 4.20

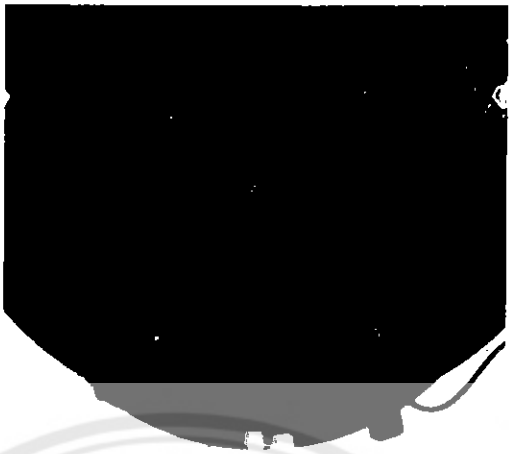
4.1.5 การทดสอบท่าทางการสั่งหยุดการทำงาน

การสั่งงานหยุดการทำงานบุคคลจะต้องสั่งงานด้วยท่าทางดังรูปที่ 4.21 เมื่อภาพจากโปรแกรมสามารถจับภาพได้แล้วก็จะมีการสั่งให้มอเตอร์หยุดการทำงานทำให้ตัวหุ่นยนต์หยุดการทำงานตามคำสั่ง

รูปที่ 4.21 ท่าทางการสั่งหยุดการทำงาน



รูปที่ 4.22 สั่งหยุดการทำงานของหุ่นยนต์



รูปที่ 4.23 ไฟแสดงสถานะดับลง

เมื่อบุคคลผู้สั่งงานทำการสั่งหยุดการทำงานแล้วไฟที่แสดงสถานะหน้าตัวหุ่นยนต์ก็จะดับลงไปด้วย ดังรูปที่ 4.23

4.2 การทดสอบแสงที่มีผลในการทำงานของหุ่นยนต์

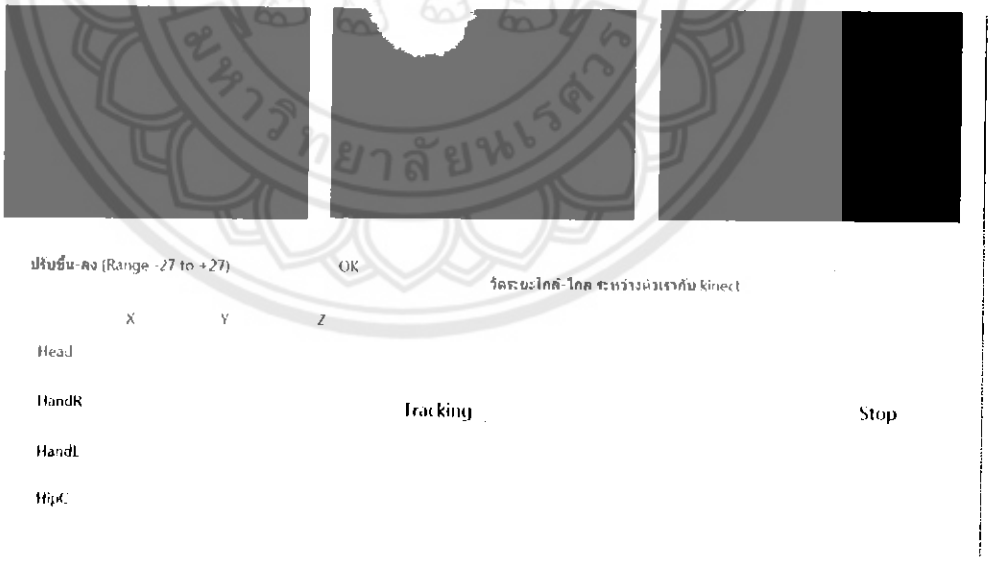
เพื่อทดสอบว่าเซนเซอร์ของ Kinect สามารถจับโครงสร้างร่างกายได้มากน้อยเพียงใด เราจะสามารถแบ่งการทดสอบออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.2.1 ทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ภายนอกอาคารเวลากลางวัน

นำหุ่นยนต์ออกมาภายนอกอาคารบริเวณระหว่างตึกอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ กับตึกอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ เวลากลางวัน ดังรูปที่ 4.24

รูปที่ 4.24 การทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้ง

จากการรันโปรแกรมของการควบคุมระดับบน จะมีผลดังรูปที่ 4.25 เซนเซอร์จะ**ไม่สามารถจับ**วัตถุใดๆ ได้เลย ทั้งในส่วนโครงกระดูก และส่วนของความลึก จะมีเพียงแต่ส่วนของ**กล้องปกติ**เท่านั้นที่สามารถมองเห็นภาพ



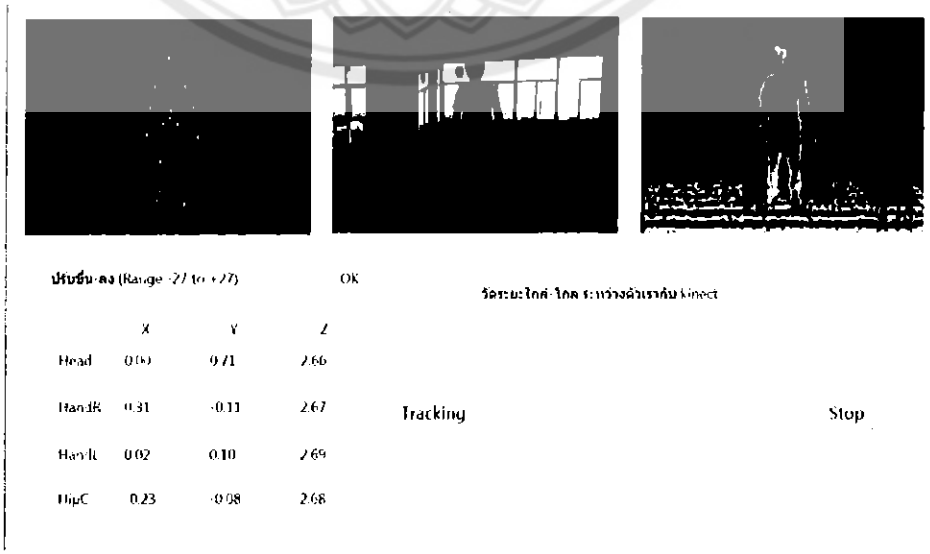
รูปที่ 4.25 โปรแกรมแสดงการทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้ง

4.2.2 ทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ภายในอาคารเวลากลางวัน

นำหุ่นยนต์ตั้งไว้ภายในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ บริเวณห้องว่างชั้น 7 เวลากลางวัน ดังรูปที่ 4.26

รูปที่ 4.26 ทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้งภายในห้อง

จากการรันโปรแกรมของการควบคุมระดับบน จะมีผลดังรูปที่ 4.27 เซนเซอร์จะสามารถจับวัตถุ ได้ทั้งในส่วนโครงกระดูก ส่วนของความลึก และส่วนของกล้องปกติ สามารถมองเห็นและทำงานได้ปกติ แต่ระยะห่างก็จะไม่ไกลมาก โดยรวมแล้วถือว่ายอมรับได้



รูปที่ 4.27 ทดสอบหุ่นยนต์กลางแจ้งภายในห้อง

4.2.3 ทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เมื่อมีบุคคลสั่งการมากกว่าหนึ่งคน

โดยปกติเวลาผู้ควบคุมทำการสั่งงานหุ่นยนต์ด้วยท่าทางจะใช้บุคคลสั่งงานเพียงบุคคลเดียว แต่ในการทดลองนี้เราจะใช้บุคคลผู้สั่งงานสองคนดังรูป 4.28

รูปที่ 4.28 โปรแกรมแสดงผลเมื่อมีบุคคลสั่งงานสองคน

ผลจากการทดลองให้มีบุคคลสั่งงานสองคน คือ ภาพจะเลือกจับบุคคลที่มีโครงสร้างของจุดครบตามที่กำหนดที่สุดเพียงบุคคลเดียวในเวลานั้นๆ ตัวอย่างเช่น รูปที่ 4.28 กล้องจะจับไปที่บุคคลที่เราทำการวงสีแดงไว้หุ่นยนต์ก็จะรับคำสั่งจากบุคคลนี้

4.3 ทดสอบการทำงานของส่วนควบคุมระดับล่าง

4.3.1 การทดสอบการทำงานของส่วนควบคุมช่วงล่าง

ทดสอบการป้อนสัญญาณ Pulse Width Modulation ให้กับมอเตอร์เนื่องจากการควบคุมมอเตอร์ทั้งสองข้างมีการป้อนสัญญาณ Pulse Width Modulation ไม่เท่ากัน เราจึงต้องทำการปรับสัญญาณ Pulse Width Modulation เพื่อให้มอเตอร์ทั้งสองวิ่งได้เท่ากัน

ตารางที่4.1 การปรับค่า Pulse Width Modulation สำหรับการเดินหน้า

ค่า PWM มอเตอร์ซ้าย	ผลจากการใส่ค่าPWM	ค่า PWM มอเตอร์ขวา	ผลจากการใส่ค่าPWM
100	หมุนช้าไปจนกระทั่งหยุดหมุน	60	หมุนช้า
120	หมุนช้า	100	หมุนเร็วขึ้นเล็กน้อย
130	หมุนช้า	120	หมุนเร็วขึ้นเล็กน้อย
150	หมุนเร็วขึ้น	160	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการ
200	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการและเร็วเท่ากันทั้งสองข้าง	160	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการและเร็วเท่ากันทั้งสองข้าง

จากตารางที่ 4.1 เป็นการใส่ค่า PWM ให้กับมอเตอร์ทั้งสองข้าง โดยมอเตอร์ทั้งสองข้างใช้ค่า PWM ไม่เท่ากันผู้ควบคุมจึงต้องทำการค่อยปรับค่าทั้งสองข้างเพื่อที่จะให้มอเตอร์ทั้งสองข้างวิ่งด้วยความเร็วเท่ากัน เพราะถ้าหากมอเตอร์ทั้งสองข้างวิ่งด้วยความเร็วไม่เท่ากันก็จะทำให้หุ่นยนต์วิ่งได้ไม่ตรง

ตารางที่4.2 การปรับค่า Pulse Width Modulation สำหรับการเดินถอยหลัง

ค่า PWM มอเตอร์ซ้าย	ผลจากการใส่ค่าPWM	ค่า PWM มอเตอร์ขวา	ผลจากการใส่ค่าPWM
200	หมุนเร็วไป	180	หมุนช้า
170	ด้านซ้ายหมุนช้ากว่าเล็กน้อย	200	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการ
180	ด้านซ้ายหมุนช้ากว่าเล็กน้อย	200	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการ
185	ด้านซ้ายหมุนช้ากว่าเล็กน้อย	200	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการ
190	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการและเท่ากันทั้งสองข้าง	200	หมุนได้เร็วตามที่ต้องการและเท่ากันทั้งสองข้าง

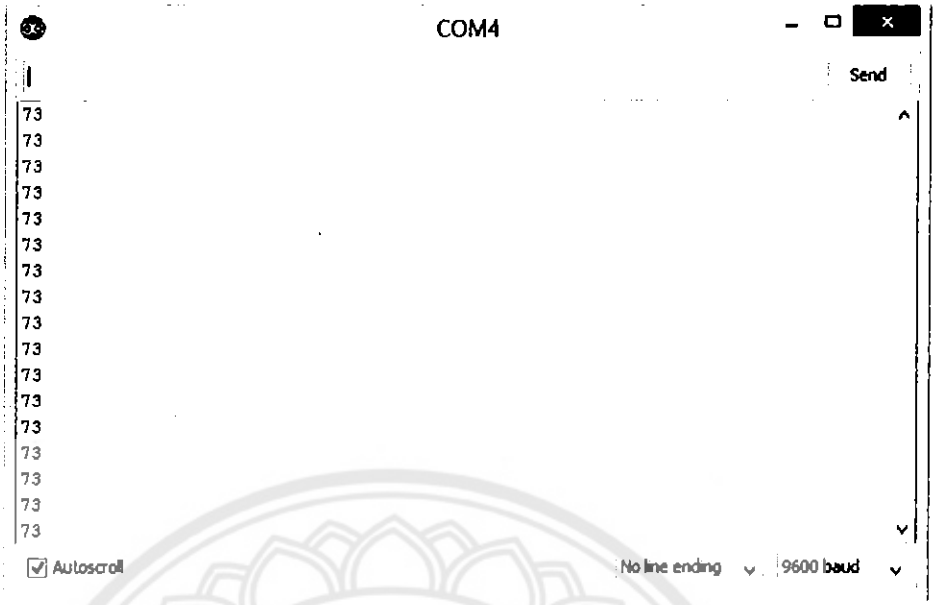
จากตารางที่ 4.2 เป็นการปรับค่า PWM ในการถอยหลัง ความเร็วของมอเตอร์ในการหมุนถอยหลังนั้นจะไม่เท่ากับการเดินหน้าจากตารางที่ 4.1 ผู้ควบคุมได้ปรับการใส่ค่า PWM แล้วแต่การถอยหลังจะใช้ค่าเดียวกันไม่ได้จะต้องทำการปรับใหม่

4.3.2 การทดสอบการทำงานของอัลทราโซนิกส์

ในการทดสอบจะมีการทดสอบการรับค่าของอัลทราโซนิกส์และการทดสอบเมื่ออัลทราโซนิกส์เจอวัตถุที่ใกล้กว่าค่าที่กำหนดไว้การทำงานของที่อัลทราโซนิกส์เมื่อเจอกับวัตถุที่ใกล้กว่าค่าที่กำหนด คือ จะต้องเช็คว่าค่าที่ใกล้กว่านั้นมีมากกว่าสิบค่าหรือไม่ ถ้ามีมากกว่าสิบค่าถึงจะทำการสั่งให้มอเตอร์หลบหลีกแต่ถ้ามีน้อยกว่าสิบค่าก็จะสั่งให้มอเตอร์ทำงานปกติที่ทำอยู่

รูปที่ 4.29 ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับวัตถุ

จากรูปที่ 4.29 เป็นระยะที่วัตถุวางห่างจากตัวหุ่นยนต์ผู้ควบคุมได้นำตลับเมตรมาวางแสดงระยะเพื่อทดสอบการรับค่าของเซนเซอร์อัลทราโซนิกส์ว่าค่าที่แสดงออกมาตรงกับระยะจริงที่ได้หรือไม่

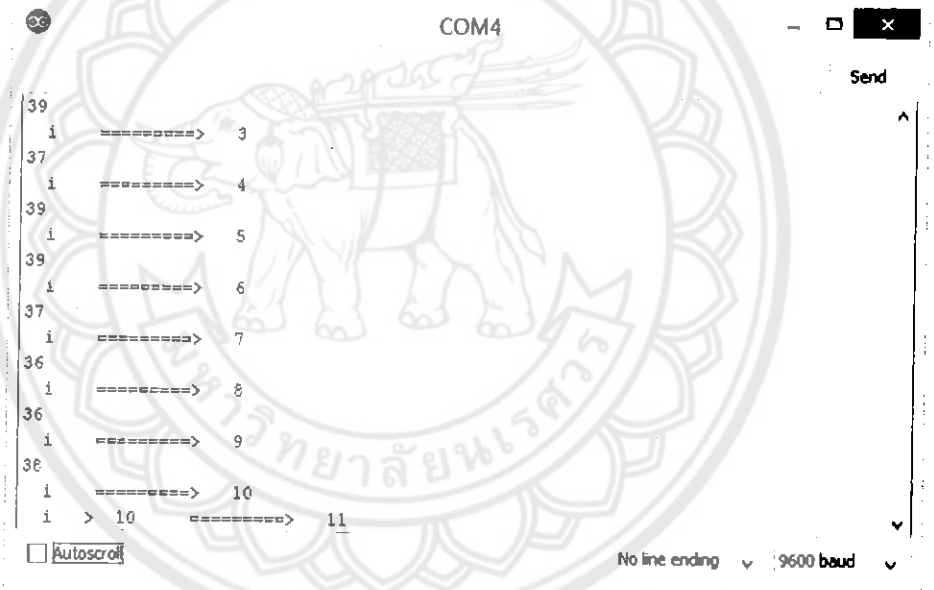


รูปที่ 4.30 ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับวัตถุที่อัลทราโซนิกส์จับได้

ภาพที่ 4.30 เป็นค่าที่เซนเซอร์อัลทราโซนิกส์วัดได้ จะมีหน่วยเป็นเซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับระยะที่วัตถุวางอยู่

รูปที่ 4.31 ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับวัตถุที่น้อยกว่า 40 cm

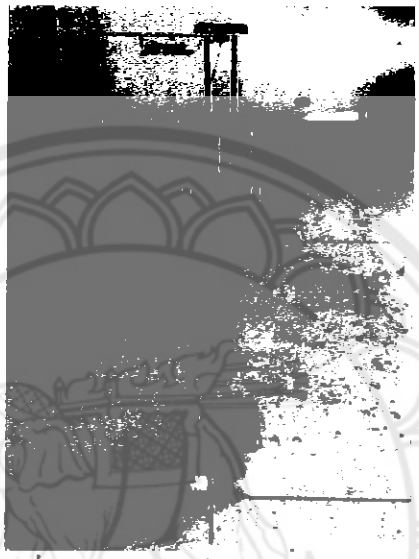
จากรูปที่ 4.31 เป็นระยะที่วัตถุวางห่างจากตัวหุ่นยนต์ ผู้ควบคุมได้นำตลับเมตรมาวางแสดงระยะเพื่อทดสอบการรับค่าของเซนเซอร์อัลทราโซนิกส์ว่าค่าที่แสดงออกมาตรงกับระยะที่ได้หรือไม่แต่ในรูปที่ 4.31 นี้เป็นการวางวัตถุที่อยู่ใกล้กว่า 40 เซนติเมตร ซึ่งทางผู้ควบคุมได้กำหนดไว้ว่าถ้าเซนเซอร์อัลทราโซนิกส์เจอวัตถุที่ระยะใกล้กว่า 40 เซนติเมตรให้เช็คว่าค่าที่น้อยกว่า 40 เซนติเมตรมีมากกว่า 10 ค่าหรือไม่ ถ้ามีมากกว่าสิบค่าก็ให้หุ่นยนต์ทำการหลบหลีก แต่ถ้ามีน้อยกว่า 10 ค่าก็ให้หุ่นยนต์ทำงานปกติที่ทำอยู่ เหตุผลที่ต้องตรวจสอบค่าที่มีน้อยกว่า 40 เซนติเมตร 10 ค่าเพราะว่าเซนเซอร์อัลทราโซนิกส์มีความถี่ของสัญญาณละเอียดมากถ้าเราไม่ตรวจสอบเป็น 10 ค่าก่อนในบางกรณีไม่มีวัตถุอยู่ในบริเวณนั้นเลยแต่เซนเซอร์อัลทราโซนิกส์ เจอค่าน้อยกว่า 40 เซนติเมตรเพียงค่าเดียวหุ่นยนต์ก็จะทำการหลบหลีก ทำให้การทำงานของหุ่นยนต์ผิดพลาดได้



รูปที่ 4.32 ระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับวัตถุที่น้อยกว่า 40 cm ที่อัลทราโซนิกส์จับได้

4.3.3 การทดสอบการหลบหลีกของหุ่นยนต์

จะเห็นว่าเมื่อเซนเซอร์อัลทราโซนิกส์ยังไม่สามารถจับระยะได้ตามที่กำหนด(ในที่นี้เรากำหนดไว้ 40 เซนติเมตร) จะไม่มีการกระทำใดๆ โดยปล่อยให้เป็นการทำงานตามคำสั่งของการควบคุมระดับบน ตัวหุ่นยนต์จะปฏิบัติดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 หุ่นยนต์วิ่งปกติยังไม่เจอวัตถุ

เมื่อหุ่นยนต์เดินมาถึงระยะทางที่กำหนดไว้ เซนเซอร์อัลทราโซนิกส์จะสามารถจับได้ดังรูปที่ 4.33 จากนั้นการควบคุมระดับล่างจะทำการส่งคำสั่งไปขัดการทำงานของการควบคุมระดับบน และส่งคำสั่งใหม่ไปยังมอเตอร์ เมื่อหุ่นยนต์ทำตามคำสั่งของการควบคุมระดับล่างเสร็จก็จะกลับไปทำงานของการควบคุมระดับบนต่อไป ตัวหุ่นยนต์จะปฏิบัติดังรูปที่ 4.34

รูปที่ 4.34 หุ่นยนต์หลบหลีกเมื่อเจอวัตถุ

จากการทดสอบทั้งส่วนควบคุมระดับบน และส่วนควมคุมระดับล่างแล้วพบว่าการทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วบท่าทางเป็นไปตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ คือหุ่นยนต์สามารถรับคำสั่งด้วยท่าทางได้ สามารถติดตามผู้สั่งงานและหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้โดยอัตโนมัติจากการทดสอบข้างต้นผู้ทดสอบได้รวบรวมข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น แนวทางในการแก้ไขปัญหาและแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางไว้แล้วในบทต่อจากนี้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองและข้อจำกัดของหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง และแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวที่ได้จากการทดลองในบทที่ 4

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอบหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางโดยใช้หลักการและทฤษฎีทางวิศวกรรม ทำให้โครงงานประสบความสำเร็จไปตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ จากการทดสอบการรับคำสั่งด้วยท่าทาง 5 ท่าทาง คือมีท่าทางการเริ่มต้นการทำงาน ท่าทางการหยุดการทำงาน ท่าทางการเลี้ยวซ้าย ท่าทางการเลี้ยวขวา และท่าทางการหมุนรอบหนึ่งรอบ ทุกท่าทางที่ได้สั่งการหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ตามที่กำหนดไว้ การทดสอบการติดตามก็ประสบความสำเร็จตามที่ได้กำหนดไว้คือเมื่อมีการสั่งเริ่มต้นการทำงานหุ่นยนต์ก็สามารถติดตามบุคคลผู้สั่งงานได้

ในส่วนของการทดสอบการควบคุมระดับล่างเป็นการปรับค่า Pulse Width Modulation เนื่องจากการควบคุมมอเตอร์ทั้งสองข้างใช้ค่า Pulse Width Modulation ไม่เท่ากันเราจึงต้องทำการปรับค่าเองเพื่อให้ได้ความเร็วมอเตอร์ที่ใกล้เคียงกันทั้งสองข้าง และมีการทดสอบการรับค่าของเซนเซอร์อัลทราโซนิกส์ที่ตรวจสอบระยะห่างระหว่างวัตถุกับตัวหุ่นยนต์ การทดสอบการควบคุมระดับล่างเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 ปัญหาในส่วนการควบคุมระดับบน

1. เมื่อต้องทำงานในบริเวณที่มีปริมาณแสงมากเกินไปจะทำให้กล้องไม่สามารถจับภาพได้

2. การใช้งานกล้อง Kinect นานเกินไปจะทำให้ตัวกล้องร้อนแล้วจะส่งผลให้โปรแกรมค้างต้องทำการรีเซ็ตเครื่องใหม่ทั้งหมด

5.2.2 ปัญหาในส่วนการควบคุมระดับล่าง

1. การจัดเก็บอุปกรณ์ยังไม่ได้มาตรฐานเท่าที่ควร

2. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดมีราคาสูงและเสียหายได้ง่าย

3. การสั่งซื้ออุปกรณ์แต่ละชนิดใช้เวลานานและมีค่าขนส่งสูง

4. การควบคุมมอเตอร์ให้หมุนด้วยความเร็วที่เท่ากันยังไม่ดีพอ

5. เซนเซอร์อัลทราโซนิกส์จะทำงานผิดพลาดเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง

5.3 แนวทางการแก้ปัญหา

5.3.1 การแก้ปัญหาในส่วนการควบคุมระดับบน

1. ต้องจำกัดพื้นที่ที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้

2. การทำงานจะต้องมีการพักช่วงให้กับกล้อง Kinect บ้าง หรือต้องอยู่ที่ที่มีอุณหภูมิไม่ร้อนจนเกินไป

5.3.2 การแก้ปัญหาในส่วนการควบคุมระดับล่าง

1. ทำการออกแบบการจัดเก็บอุปกรณ์ให้มั่นคงและได้มาตรฐาน

2. ก่อนทำการทดลองต้องศึกษาวิธีการใช้อุปกรณ์ให้เข้าใจก่อนทำการทดลองเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์

3. เนื่องจากการสั่งอุปกรณ์ต้องสั่งจากกรุงเทพมหานครทำให้การรออุปกรณ์หลายวันเพราะฉะนั้นหากต้องสั่งอุปกรณ์ควรสั่งก่อนหลายๆวัน

4. การควบคุมมอเตอร์ต้องใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ

5. ควรใช้เซนเซอร์อัลทราโซนิกส์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้

5.4 แนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทางเพิ่มเติม

1. มีการควบคุมมอเตอร์แบบป้อนกลับเพื่อให้มอเตอร์ทั้งสองข้างหมุนเท่ากัน

2. ใส่เซนเซอร์อัลทราโซนิกส์เพิ่มเติมเพื่อให้ตรวจจับวัตถุได้รอบตัวหุ่นยนต์

3. มีการสั่งงานด้วยเสียง

เอกสารอ้างอิง

[1]"kinect" .[ออนไลน์] .เข้าถึงได้จาก http://kinectasia.wordpress.com

[2]"kinect" .[ออนไลน์] .เข้าถึงได้จาก http://malenyabrego.wordpress.com/2012/10/22/sabias-que-kinect-para-windows-puede-escuchar-y-puede-verte/

[3]"kinect" .[ออนไลน์] .เข้าถึงได้จาก http://kinectasia.wordpress.com/2012/04/09/-2/

[4]นายศีลวัตร มะลิดิน,นายอภิชัย บุญมา .(2550). การพัฒนาหุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางและค้นหาเป้าหมาย อัตโนมัติ วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[5]Jarrett Webb, James Ashley. (2012). Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK

[6]"Arduino mega2560". [ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560

[7]Enrique Ramos Melgar, Ciriaco Diez, Przemek Jaworski . (2012) Aduino and Kinect Project Desing,Build,Blow Their Minds

[8]นายภูเบศ ประสาทชัย,นายธญา เติมลาภ. (2550) ระบบควบคุมแบบป้อนกลับและการวางตำแหน่งเชิงกลสำหรับหุ่นยนต์ วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[9]" USB" .[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%9A%E0%B8%B5

[10]"ไมโครคอลโทรลเลอร์ Arduino" .[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก : http://www.thainetbeans.com/arduino/start/start.php

[11]"Ultrasonic sensor" .[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก : http://www.tautvidas.com/blog/2012/08/distance-sensing-with-ultrasonic-sensor-and-arduino/

[12]"Ultrasonic arduino" .[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก http://arduino.cc/en/Tutorial/Ping?from=Tutorial.UltrasoundSensor

[13]" Subsumption Architecture" .[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก

http://en.wikipedia.org/wiki/Subsumption_architecture

[14]" Crosstalk Signal of Ultrasonic Sensor" .[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก

http://anchan.lib.ku.ac.th/kukr/bitstream/003/17356/1/KC4111027.pdf

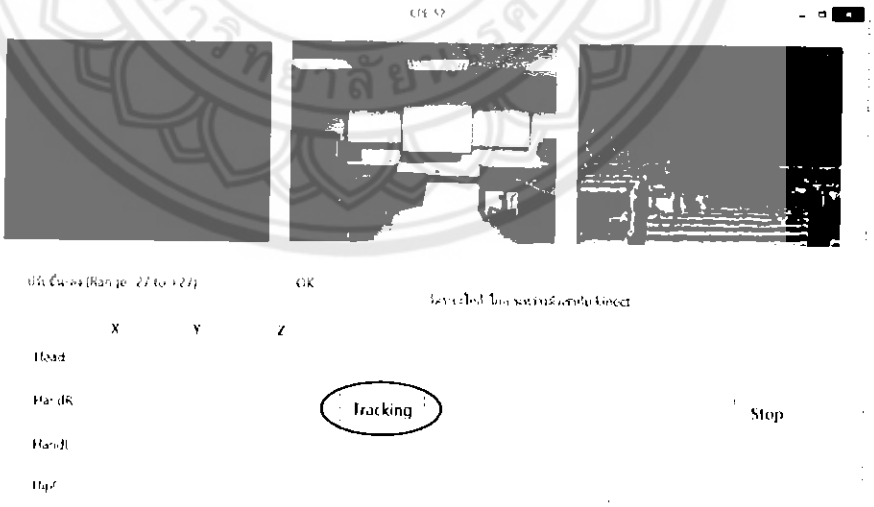
ภาคผนวก

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมต่างๆที่ต้องใช้ในควบคุมหุ่นยนต์ต้นแบบการสั่งงานด้วยท่าทาง

1. ดาวน์โหลดการติดตั้ง Kinect Windows SDK และดาวน์โหลดการติดตั้ง Windows Developer Toolkit ได้จาก http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/develop/developer-downloads.aspx

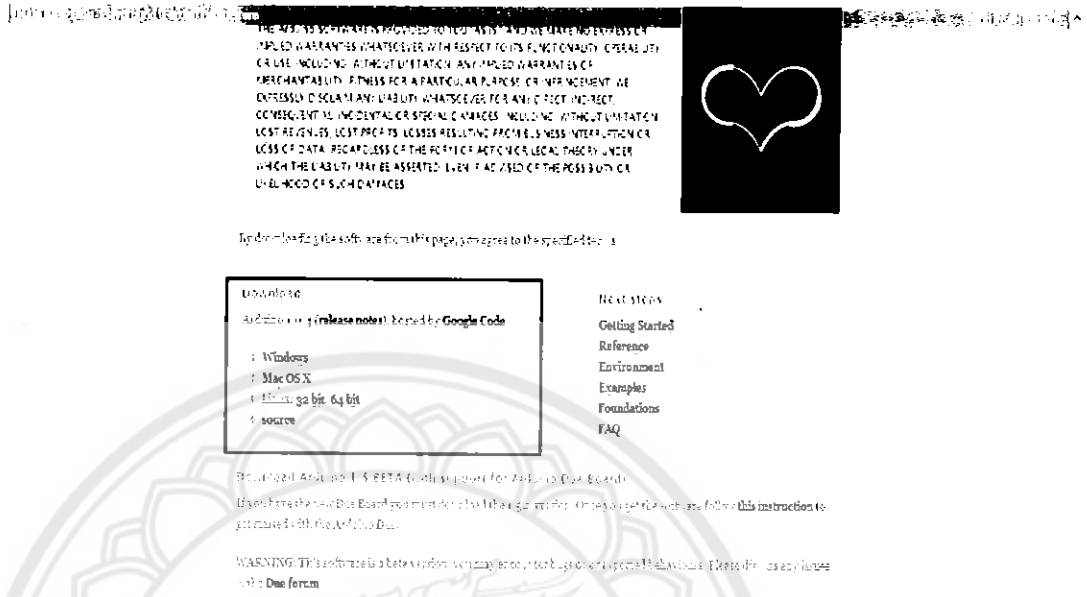
ทำการติดตั้งทั้งสองตัวลงในคอมพิวเตอร์

2. นำไฟล์ .exe ที่แนบไว้ในซีดีมารัน แล้วทดสอบต่อกับกล้อง Kinect หากต้องการแก้แก้ไขโปรแกรมจะต้อง ดาวน์โหลด Microsoft Visual Studio 2010 และ ติดตั้งให้เรียบร้อย แล้วนำโค้ดมารันก็จะสามารถแก้ไขโปรแกรมได้



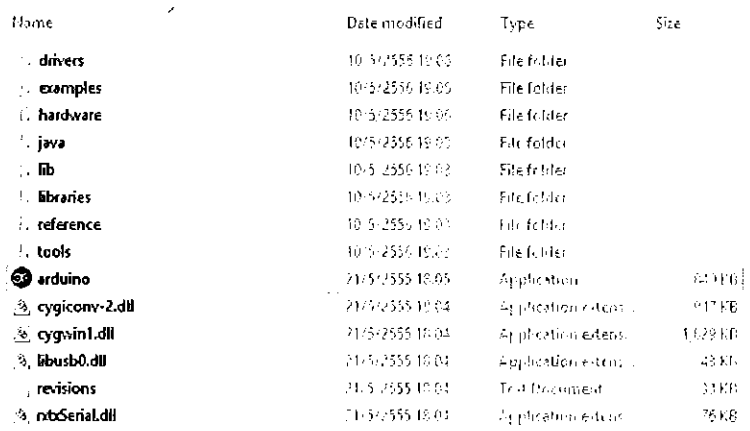
เป็นการทำงานได้ปกติของกล้อง Kinect

3. ดาวน์โหลด Arduino ได้จาก http://arduino.cc/en/Main/Software



เลือกโหลดได้ตามระบบปฏิบัติการที่เราใช้งานอยู่ พอดาวน์โหลดเสร็จแล้วจะได้ โฟลเดอร์ ดังนี้

ดับเบิ้ลคลิกที่โฟลเดอร์จะได้ดังนี้



ที่ไฟล์ arduino Appication สามารถใช้งานได้เลยไม่ต้องทำการติดตั้ง

4. เมื่อเสร็จแล้วก็สามารถนำไฟล์โปรแกรมส่วนล่างมารันการทำงานได้เลย **แต่ต้องตรวจสอบ** comport ด้วยว่าตรงกับในโปรแกรมหรือไม่การตรวจสอบ comport มีดังนี้ คลิกขาวที่ Mycomputer>>Manage>>Device Manage