สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ

A SEMI-AUTONOMOUS MOBILES ROBOT DEVELOPMENT

นายวีรพล อัศวรัตนจินดา

นายสัญญา สกุลทอง

นายสุนทร คำเอม

เลขหมู่.............................

เลขทะเบียน 62326

วัน,เดือน,ปี 16 ส.ค. 2549

.b 11621125

.i..............................

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A SEMI-AUTONOMOUS MOBILES ROBOT DEVELOPMENT

VEERAPON ASAVARATANAJINDA

SANYA SAKUNTHONG

SUNTHON KHAM-EM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ A SEMI-AUTONOMOUS MOBILES ROBOT DEVELOPMENT
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายวีรพล อัศวรัตนจินดา **รหัสประจำตัว** 46015458 นายสัญญา สกุลทอง **รหัสประจำตัว** 46015467 นายสุนทร คำเอม **รหัสประจำตัว** 46015472
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา	2548

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.พงษ์ชัย นิลาศ	พงษ์ชัย นิลาศ

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ A SEMI-AUTONOMOUS MOBILES ROBOT DEVELOPMENT
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายวีรพล อัศวรัตนจินดา **รหัสประจำตัว** 46015458 นายสัญญา สกุลทอง **รหัสประจำตัว** 46015467 นายสุนทร คำเอม **รหัสประจำตัว** 46015472
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พงษ์ชัย นิลาศ
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบ และสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ โดยสามารถใช้หุ่นยนต์นี้สำรวจหรือกู้ภัยภายในอาคาร รวมไปถึงบริเวณที่เป็นอันตราย นอกจากนั้นยังนำเสนอการเลือกใช้เซ็นเซอร์ทรานสดิวเซอร์ที่นำมาติดตั้งบนตัวหุ่นยนต์และศึกษาองค์ประกอบการทำงานของหุ่นยนต์ ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โปรแกรมแสดงการตรวจวัดอุณหภูมิโดยเซ็นเซอร์แบบอินฟราเรด โปรแกรมการตรวจสอบระยะทาง, ความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โปรแกรมแสดงภาพจากกล้องบนตัวหุ่นรวมถึงระบบการตัดสินใจแบบกึ่งอัตโนมัติด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Semi-Autonomous Mobiles Robot Development
Authers	Mr. Veerapon Asavaratanajinda
	Mr. Sanya Sakunthong
	Mr. Sunthon Kham-em
Thesis Advisor	Dr. Phongchai Nilas
Year	2005

ABSTRACT

This thesis is to study the design and development of a semi-autonomous mobile robot. The robot is able to use for indoor search and rescue mission or to work in hazardous area. The thesis presents the robot sensors and transducers as well as studies the robot operational system. It discusses programming of the robot mobility, the temperature sensor information, and the camera image program. The thesis also present the semi-autonomous behavior selection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก ดร. พงษ์ชัย นิลาศ ที่ได้ให้คำแนะนำและชี้แนะแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมมิได้คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ อันเป็นที่รักยิ่ง ที่คอยสนับสนุนในทุกๆด้าน และเป็นแรงบันดาลใจ ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้ที่มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษา	**I**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**II**
กิติกรรมประกาศ	**III**
สารบัญ	**IV**
สารบัญตาราง	**VIII**
สารบัญรูป	**IX**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 อุปกรณ์ตรวจจับและรับรู้	3
2.1.1 เซนเซอร์	3
2.1.2 ทรานสดิวเซอร์	3
2.1.3 อัลตร้าโซนิค	4
2.1.4 แสงอินฟราเรด	6
2.1.5 อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์	9
2.1.6 เอนโค๊ดเดอร์	15
2.1.7 การวัดอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	18
2.1.8 การวัดสนามแม่เหล็ก	21
2.1.9 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด	25
2.2 ระบบส่งกำลังและการควบคุม	27
2.2.1 มอเตอร์กระแสตรง	27
2.3 พื้นฐานการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	30
2.3.1 การขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 พื้นฐานการควบคุมทิศทาง 31
2.4 คอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ 32
2.4.1 คอมพิวเตอร์ 32
2.4.2 การทำงานของคอมพิวเตอร์ 33
2.4.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ 33
2.4.4 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ 36
2.4.5 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 37
2.4.6 คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx 37
2.4.7 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 38
2.4.8 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต 42
2.4.9 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต 44
2.4.10 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต 44
2.4.11 การอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต 45
2.4.12 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 45
2.5 การสื่อสารข้อมูล 48
2.5.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 49
2.5.2 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม I2C 51
2.5.3 โปรโตคอล TCP/IP 55
2.5.4 Wireless LAN 56
2.6 โปรแกรม Visual Basic 57
2.6.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม Visual Basic 58
2.6.2 ข้อกำหนดและคำสั่ง 60
2.6.3 การตัดสินใจ 63
2.6.4 การวนซ้ำ 64
2.6.5 โปรแกรมย่อย 65
2.6.6 ขอบเขตการใช้งานตัวแปร 66
2.6.7 ตัวแปรแบบอาร์เรย์ 67
2.6.8 ตัวดำเนินการในการประมวลผลข้อมูลทางคณิตศาสตร์ 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.9 ลำดับการประมวลผลข้อมูล	70
2.6.10 ทูลบ็อกซ์	70
2.6.11 Data Control	72
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างหุ่นยนต์	**73**
3.1 คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมควบคุม	73
3.1.1 คอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม	73
3.1.2 คอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์	73
3.1.3 ซอร์ฟแวร์ควบคุมการทำงาน	75
3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ CP-JR51AC2	83
3.2.1 แผนผังการทำงานของไมโครคอลโทรลเลอร์ CP-JR51AC2	84
3.3 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายแลนไร้สาย	86
3.3.1 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล ผ่านเครือข่ายแลนไร้สาย	86
3.3.2 ชุดรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย	86
3.4 การควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน	86
3.4.1 การควบคุมการขับเคลื่อน	86
3.4.2 การใช้งานแบบเปิด-ปิด และปรับความกว้างพัลส์ (PWM)	88
3.5 ส่วนอุปกรณ์ตรวจจับและรับรู้	89
3.5.1 โมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก	89
3.5.2 โมดูลตรวจจับระยะทางด้วยแสงอินฟราเรด GD2D12	92
3.5.3 อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบ Digital	94
3.5.4 Incremental Encoder	96
3.5.5 โมดูลเข็มทิศดิจิตอล	98
3.5.6 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด	100
3.6 กล้องและส่วนควบคุมกล้อง	101
3.6.1 กล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor	101
3.6.2 ส่วนการควบคุมกล้อง	103
3.7 แบตเตอรี่	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**106**
4.1 การทดลองอุปกรณ์ตรวจจับและรับรู้	106
4.2 การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ หุ่นยนต์	107
4.3 การทดลองควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Manual	109
4.4 การทดลองแสดงค่าสภาวะต่าง ๆ รอบ ๆตัว	109
4.5 การทดลองปรับเปลี่ยนพิกัดเริ่มต้นของหุ่นยนต์	110
4.6 การทดลองปรับทิศทางเริ่มต้นของหุ่นยนต์	111
4.7 การทดลองแสดงตำแหน่งของหุ่นยนต์แบบระบุพิกัดและแบบ Graphic	112
4.8 การทดลอง การแจ้งสถานะเมื่อมีระยะสิ่งกีดขวางเข้าใกล้ระยะที่กำหนด	112
4.9 การทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่แบบกำหนดระยะทาง	112
4.10 การทดลองการเลี้ยวแบบกำหนดองศา	113
4.11 การทดลองเคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ	114
4.12 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์	114
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ	**115**
5.1 สรุปผล	115
5.2 ปัญหา	115
5.3 ข้อเสนอแนะ	115
บรรณานุกรม	**117**

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	40
2.2 แสดงอักขระพิเศษที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบของข้อมูล	62
2.3 ตัวดำเนินการ AND	68
2.4 ตัวดำเนินการ OR	68
2.5 ตัวดำเนินการ XOR	68
2.6 ตัวดำเนินการ IMP	68
2.7 ตัวดำเนินการ EQV	69
2.8 ตัวดำเนินการ NOT	69
2.9 ตัวดำเนินการการเปรียบเทียบ	70
2.10 ลำดับของการคำนวณตัวดำเนินการ	71
2.11 ทูลบ็อกซ์ใน Visual Basic	71
3.1 การตัดสินใจในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้วย Ultrasonic	81
3.2 การตัดสินใจในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้วย Infrared	82
3.3 แสดงอุณหภูมิและค่า Digital Output	95
4.1 การทดลองวัดระยะทางด้วย Ultrasonic Module SRF-04	106
4.2 การทดลองวัดระยะทางด้วย Infrared Module GD2D12 ณ อุณหภูมิ 36.5°C	106
4.3 การทดลองวัดระยะทางด้วย Incremental Encoder	107
4.4 การทดลองวัดตำแหน่งทิศทางด้วย Compass Module	107
4.5 ทดสอบบนพื้นที่โล่งในแนวราบ ระยะ 10 เมตร ถึง 200 เมตร	108
4.6 ทดสอบในพื้นที่ทึบ ในแนวราบ ระยะ 10 เมตร ถึง 150 เมตร	108
4.7 ทดสอบในพื้นที่ที่ต่างระดับกัน	108
4.8 การทดลองการเคลื่อนที่แบบกำหนดระยะทาง	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบแยกตัวรับ-ตัวส่ง	7
2.2	แสดงวงจรเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบแยกตัวรับ-ตัวส่ง	7
2.3	แสดงเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบตัวรับ-ตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกัน	8
2.4	วงจรเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบตัวรับ-ตัวส่งอยู่ในตัว เดียวกัน	8
2.5	แสดงลำแสงเลเซอร์ของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์	10
2.6	แสดงDiagram การทำงานของอุปกรณ์ภายในอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์	10
2.7	แสดงอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบพกพา (Portable Infrared Thermometer)	11
2.8	แสดงแบบเทอร์โมเซ็นเซอร์ (Infrared Temperature Sensor)	11
2.9	แสดงอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบกล้อง (Camera Infrared Thermometer หรือ Thermal imager)	12
2.10	แสดงลักษณะพื้นที่ในการวัดต่างๆ	14
2.11	แสดงอัตราระยะห่างในการวัด	14
2.12	แสดงรูปจากอุปกรณ์ Thermal analyzer ในการตรวจสอบความร้อนของอุปกรณ์กีฬา	15
2.13	แสดงการแยกประเภทของเอนโค๊ดเดอร์ (ภาษาเยอรมัน)	16
2.14	แสดงหลักการทำงานของ Incremental encoder	17
2.15	แสดงหลักการทำงานของ Absolute encoder	17
2.16	แสดงสัญญาณเอาท์พุดที่ได้จาก Absolute encoder	18
2.17	แสดงสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N	19
2.18	แสดงไดโอดเซนเซอร์และเซนเซอร์ที่อยู่ในรูปของตัว IC	19
2.19	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับอุณหภูมิของไดโอด	20
2.20	แสดงการต่อแอมป์มิเตอร์เพื่ออ่านค่ากระแสจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิซึ่งอยู่ในรูป IC	20
2.21	แสดงตัวรับรู้ฮอลล์	21
2.22	การต่อตัวรับรู้ฮอลล์กับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงและโวลต์มิเตอร์	21
2.23	การวัดความเข้มของสนามแม่เหล็ก	22
2.24	ก-ค แสดงการเกิดปรากฏการณ์ฮอลล์	23
2.25	การวัดความต่างศักย์ฮอลล์ V_H	24
2.26	แสดงหลอดวิดิคอน (Vidicon Tube) ในขนาดต่างๆ	25
2.27	แสดงแผงรับรูปแบบ CCD (CHARGE COUPLE DEVICE)	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.28	โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง	27
2.29	แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	28
2.30	แสดงความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิล ของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่	29
2.31	มอเตอร์และล้อที่ติดตั้งทำให้หุ่นยนต์สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวาได้	30
2.32	การต่อวงจรเบื้องต้นสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์	31
2.33	ลักษณะโดยทั่วไปของคอมพิวเตอร์	32
2.34	แสดงขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์	33
2.35	อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์	36
2.36	โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx	39
2.37	โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Sxx	40
2.38	รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel	41
2.39	การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x	41
2.40	วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	43
2.41	วงจรพูลอัปภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	44
2.42	การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	46
2.43	การเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	47
2.44	การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	48
2.45	การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนล่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	48
2.46	ผังแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างบนระบบบัส I2C	51
2.47	แสดงวงจรเอาท์พุทของอุปกรณ์ในระบบบัส I2C	51
2.48	ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆ ในระบบบัส I2C	53
2.49	รูปแบบของข้อมูลอนุกรมที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บัส I2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิต	54
2.50	รูปแบบของข้อมูลอนุกรมที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บัส I2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 10 บิต	54
2.51	แสดงลำดับชั้นของสถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP	55
2.52	แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Visual Basic	58
2.53	แสดง Menu Bar	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.54 แสดง Tool Bar 58
2.55 แสดง Project Window เครื่องมือที่ใช้ควบคุมการทำงานของโปรเจ็กต์ 59
2.56 แสดงการกำหนดพรอพเพอร์ตี้ให้กับออบเจ็กต์ 59
2.57 แสดง Form Layout 59
2.58 แสดง Form Designer 60
2.59 แสดง Code Window 60
2.60 แสดงการกำหนดตัวแปร 62
2.61 แสดงการกำหนดค่าคงที่ 62
2.62 แสดงการกำหนดตัวแปรขึ้นเอง 63
3.1 คอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม 73
3.2 คอมพิวเตอร์บนตัวหุ่นยนต์ 74
3.3 แสดงแผนผังการทำงานของตัวหุ่นยนต์ 75
3.4 แสดงค่าจากเซนเซอร์ 76
3.5 แสดงส่วนควบคุมการเคลื่อนที่และปรับมุมกล้อง 76
3.6 แสดงส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ 77
3.7 แสดงสถานะของหุ่นและไมโครคอนโทรลเลอร์ 77
3.8 แสดงตำแหน่งเซนเซอร์วัดระยะวัตถุรอบตัวหุ่น และควบคุมความเร็วหุ่นยนต์ 77
3.9 ส่วนปรับตำแหน่งและทิศทางเริ่มต้นของหุ่นยนต์ 78
3.10 ส่วนแสดงสถานะในการติดต่อสื่อสารและเชื่อมต่อการสื่อสาร 78
3.11 ส่วนแสดงสิ่งกีดขวางรอบตัวหุ่นยนต์ 78
3.12 แสดงแผนผังการทำงานของคอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม 79
3.13 โปรแกรมควบคุมการทำงานบนหุ่นยนต์ 79
3.14 โปรแกรมควบคุมการทำงาน 80
3.15 แสดงแผนผังการทำงานของคอมพิวเตอร์บนตัวหุ่นยนต์ 80
3.16 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์บนตัวหุ่นยนต์ 81
3.17 แสดงแผนผังการทำงานของหุ่นยนต์ในโหมด semi-auto 82
3.18 แสดงบอร์ดบอร์ด ไมโครคอนโทรเลอร์ CP-JR51AC2 83
3.19 แสดงแผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดที่ 1 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.20 แสดงแผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดที่ 2 84
3.21 แสดงแผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดที่ 3 85
3.22 แสดงตำแหน่งการติดตั้งบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ CP-JR51AC2 85
3.23 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายแลนไร้สายและลักษณะการติดตั้ง 86
3.24 ลักษณะของ HMD10A 87
3.25 ตำแหน่งและรายละเอียดขั้วต่อ 87
3.26 การควบคุมมอเตอร์ด้วยการสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 88
3.27 แสดงลักษณะการติดตั้งชุดควบคุมแบบHMD10A 89
3.28 แสดงลักษณะโครงสร้างของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 90
3.29 แสดงขาสัญญาณของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 90
3.30 Timing Diagram แสดงการทำงานของโมดูล 91
3.31 ลักษณะการติดตั้งโมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก 91
3.32 แสดงโมดูลตรวจจับระยะทางด้วยแสงอินฟราเรด GD2D12 92
3.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Output และอุณหภูมิภายนอก 92
3.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Output และระยะทางที่ตรวจจับได้ 93
3.35 บล็อกการทำงานภายในของโมดูล 93
3.36 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง Infrared Module 93
3.37 แสดงตำแหน่งขาการใช้งาน 94
3.38 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ DS1621 95
3.39 แสดงส่วนตรวจจับของ Encoder และแผ่นจานหมุน Encoder 96
3.40 การต่อสายสัญญาณและวงจรการทำงานภายใน 97
3.41 ลักษณะแผ่นจานหมุน Encoder 97
3.42 แสดงตำแหน่งการติดตั้งส่วนตรวจจับของ Encoder และแผ่นจานหมุน Encoder 98
3.43 แสดงวงจรของบอร์ด ADX-CMPS03 98
3.44 แสดงรูปร่างและตำแหน่งของขาสำหรับต่อใช้งาน 99
3.45 แสดงตำแหน่งการติดตั้งโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 100
3.46 แสดงอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบพกพา 101
3.47 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.48 แสดงลักษณะตัวกล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor และ ตัวรับ-ตัวส่งสัญญาณภาพและเสียง 102
3.49 แสดงลักษณะการต่อใช้งานของกล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor 102
3.50 แสดงตำแหน่งการติดตั้งกล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor 103
3.51 แสดงตำแหน่งการติดตั้งตัวรับ-ตัวส่งสัญญาณภาพและเสียง 103
3.52 แสดงตำแหน่งการติดตั้งชุดควบคุมกล้อง 104
3.53 แสดงแบตเตอรี่ 104
3.54 แสดงตำแหน่งการติดตั้งแบตเตอรี่ 105
4.1 ส่วนแสดงสภาวะต่าง ๆ รอบ ๆตัว หุ่นยนต์ 109
4.2 พิกัดเริ่มต้นก่อนการปรับเปลี่ยน 110
4.3 ระบุพิกัดที่ แกน X 350 Cm และ แกนY 500 Cm 110
4.4 พิกัดของหุ่นยนต์จะถูกเปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่ป้อนไว้ 110
4.5 ทิศทางเริ่มต้นก่อนการปรับแต่ง 111
4.6 ชดเชยค่ามุมของหุ่นยนต์ 111
4.7 ทิศทางของหุ่นยนต์จะตรงกับผู้ควบคุม 111
4.8 แสดงเส้นทางการเคลื่อนที่และพิกัดของหุ่นยนต์ 112
4.9 แสดงสิ่งกีดขวางรอบตัวหุ่นยนต์ 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย

วิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีได้มีการประดิษฐ์หุ่นยนต์มาใช้ในงานอุตสาหกรรมและงานทั่วไปกันอย่างแพร่หลายซึ่งสามารถแบ่งหุ่นยนต์ได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ

- Fixed Robot คือ หุ่นยนต์ที่ฐานถูกยึดอยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้อย่างอิสระ เช่น แขนกล ซึ่งทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นต้น

- Mobile Robot คือ หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยฐานของหุ่นยนต์อาจจะมีล้อหรือระบบขับเคลื่อนติดอยู่และเป็นหุ่นยนต์ติดต่อแบบไร้สาย มักนำมาใช้ในงานที่เสี่ยงอันตรายต่อชีวิต ตัวอย่างเช่น งานกู้วัตถุระเบิด หรือ งานสำรวจที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้ด้วยตัวเอง โดยอาจมีปัญหามลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงานอันได้แก่ อุณหภูมิ รังสี ฝุ่นละออง สารเคมี เป็นต้น

เราสามารถใช้หุ่นยนต์ตรวจสอบในบริเวณที่อันตราย ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียชีวิต โดยที่เราจะนำข้อมูลจาก Sensor หรืออุปกรณ์สำรวจต่างๆหาผู้ประสบภัยก่อน แล้วทำการแจ้งตำแหน่งของผู้ประสบภัยมายังผู้ที่เข้าไปช่วยเหลือหรือหน่วยกู้ภัยว่าผู้ประสบภัยอยู่ ณ ตำแหน่งใด เพื่อที่จะเข้าไปช่วยเหลือได้ถูกต้องและลดอัตราความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้ประสบภัยและผู้ที่เข้าไปช่วยเหลือ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นการศึกษาออกแบบ และทำการสร้างหุ่นยนต์สำรวจที่จะทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติที่ควบคุมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย โดยอาศัยภาพจากกล้องอินฟาเรดแบบไร้สาย CCD Sensor เป็นตัวช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่และการสำรวจของหุ่นยนต์ Mobile Robot โดยมีโปรแกรมจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มาช่วยให้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการสำรวจพื้นที่อันจะนำไปสู่การพัฒนาหุ่นยนต์สำรวจ (Mobile Robot) ที่สามารถเข้าไปสำรวจหรือตรวจสอบพื้นที่ที่มีอันตรายหรือสถานที่ซึ่งมนุษย์หรือหน่วยกู้ภัยไม่สามารถเข้าไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้จะกล่าวถึง การควบคุมและสั่งงาน หุ่นยนต์สำรวจประเภท Mobile Robot จากเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย โดยการมองผ่านหน้าจอเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งอาศัยภาพจากกล้องอินฟาเรดแบบไร้สาย CCD Sensor ที่ติดอยู่บนตัวหุ่นยนต์ส่งมายังเครื่องรับโทรทัศน์และมองลักษณะการเคลื่อนที่จากโปรแกรมจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ ที่เขียนขึ้นผ่านจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนของการควบคุมการสั่งงานโดยการส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านเข้าสู่กระบวณการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังตัวหุ่นยนต์ซึ่งบนตัวหุ่นยนต์จะมี Embedded Computer คอยทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาและทำการประมวณผลเป็นคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่สำรวจหรือการตรวจสอบหาระยะห่างของวัตถุกับตัวหุ่นยนต์ ณ ตำแหน่งต่างๆ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

สำหรับปริญญานิพนธ์นี้ เริ่มจากการศึกษาถึงองค์ประกอบในการตัดสินใจของตัวหุ่นยนต์ ซึ่งได้แก่อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณต่างๆ และถือเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ตัวหุ่นยนต์สามารถตัดสินใจได้ ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางแบบ Ultrasonic และ Infrared จากนั้นก็ทำการศึกษาโครงสร้างและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และ Embedded Computer โปรแกรม Visual Basic 6.0 เพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์สำรวจและศึกษาส่วนต่างๆ เพื่อที่จะใช้เป็นองค์ประกอบในการทำงานของหุ่นยนต์ เช่น การทำงานของกล้องอินฟาเรดแบบไร้สาย CCD Sensor เพื่อนำภาพที่ได้ไปช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สำหรับส่วนอื่นๆ อีกหลายส่วนนั้นจะขอกล่าวรายละเอียดในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุปกรณ์ตรวจจับและรับรู้

2.1.1 เซนเซอร์ (Sensor)

เซนเซอร์หรือตัวตรวจรู้ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจจับหรือรับรู้ปริมาณของตัวแปรต่างๆ เพื่อป้อนให้กับระบบ อุปกรณ์เซนเซอร์นั้นจัดเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากไม่เฉพาะแต่การควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมให้ทำงานแบบอัตโนมัติ ในเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรมก็จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการตรวจจับและระยะทางการเคลื่อนที่ ความสว่าง ความร้อน ความดัน การไหล ระดับ ความหนาแน่น ฯลฯ โดยสัญญาณทางด้านเอาท์พุทที่ได้จากการจับของอุปกรณ์เซนเซอร์ที่อยู่ในรูปของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ขึ้นอยู่กับความต้องการของระบบ หรืออุปกรณ์ที่ต่อร่วม คือ สัญญาณอนาล็อค (Analog Signal) สัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) และสัญญาณไบนารี่ (Binary Signal)

2.1.2 ทรานสดิวเซอร์ (Transducer)

ทรานสดิวเซอร์หรือตัวแปลง หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงพลังงานจากรูปแบบหนึ่งเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง อุปกรณ์เซนเซอร์มักจะครอบคลุมไปถึงอุปกรณ์เซนเซอร์ด้วยเนื่องจากการที่ทรานสดิวเซอร์จะทำการแปลงพลังงานใดๆ นั้นจะต้องมีการรับรู้หรือตรวจจับปริมาณของตัวแปรที่ต้องการเปลี่ยนรูปพลังงานเสียก่อนนั้นคือตรวจรู้แล้วจึงทำการแปลง ดังนั้นอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์จึงประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่รับพลังงาน (Sensing Part) และส่วนที่เปลี่ยนพลังงาน (Transduction Part) แต่เมื่อพิจารณาถึงอุปกรณ์เซนเซอร์แล้วไม่ได้หมายความว่าอุปกรณ์เซนเซอร์ทุกตัวจะเป็นทรานสดิวเซอร์ เนื่องจากอุปกรณ์เซนเซอร์มีหน้าที่แค่ตรวจรู้เท่านั้นไม่ได้ทำการเปลี่ยนรูปของสัญญาณที่ได้เป็นพลังงานรูปแบบอื่น ขณะใช้งานทรานสดิวเซอร์จะให้ผลตอบสนองทางด้านเอาท์พุท ที่สามารถนำไปใช้งานได้เมื่อมีการวัดปริมาณตัวแปรทางด้านอินพุตที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปริมาณทางกายภาพหรือเชิงกล คุณสมบัติหรือสภาวะ แต่ที่จริงแล้วพลังงานคือรูปแบบหนึ่งของข้อมูล โดยที่การตอบสนองนั้นอาจเป็นรูปแบบเชิงกลทางไฟฟ้าแม่เหล็ก แสง สี เคมี เสียง ความร้อน นิวเคลียร์ หรือเป็นการรวมกันระหว่างตัวแปร 2 ชนิด หรืออาจมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 อัลตร้าโซนิค (Ultrasonic)

อัลตร้าโซนิค (Ultrasonic) หมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงสุดเพียงแค่ประมาณ 15 กิโลเฮิรตซ์ เท่านั้น แต่คนที่อายุยังน้อยๆ อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ขึ้นไป

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตร้าโซนิคมาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ซึ่งทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ โดยเจาะจงเรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลงถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ให้กำเนิดคลื่นความถี่เสียงนั้น เช่น คลื่นความถี่ 300 เฮิรตซ์ ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมาย คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 ม.ม. เท่านั้น ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ทำให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากคลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียกว่ามีทิศทางนั้นเอง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิค ทำให้เราสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง ซึ่งในโครงงานเครื่องวัดระยะทางได้นำมาประยุกต์ใช้ใช้เป็นเซ็นเซอร์วัดระยะทาง เพื่อให้สามารถรับรู้ตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการจะวัด ดังนั้นจึงสามารถรู้ระยะห่างของวัตถุเหล่านี้ได้โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและแสดงผลออกมาเป็นระยะทาง อย่างไรก็ตามการใช้คลื่นอุลตร้าโซนิคมาเป็นตัวเซนเซอร์ ในการส่งคลื่นผ่านทางอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) อาจจะมีข้อจำกัดอยู่บ้างเนื่องจากทิศทางของตัวทรานสดิวเซอร์กับวัตถุเป้าหมายที่เป็นตัวสะท้อนคลื่นอัลตร้าโซนิคให้กลับมากระทบกับทรานสดิวเซอร์ตัวรับ เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงปัญหา จึงเกิดขึ้นกับในรูปความเป็นจริงวัตถุเป้าหมายไม่ได้อยู่ในแนวตั้งฉากกับระนาบทรานสดิวเซอร์เสมอไปจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะวัดระยะทางไม่ได้ นอกจากนี้ความถี่รีโซแนนซ์ของทรานสดิวเซอร์ก็ไม่อาจมองข้ามไปได้เพราะว่าทรานสดิวเซอร์ จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความถี่นี้เท่านั้น

2.1.3.1 ลักษณะและการใช้งานทั่วไปของอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิค ทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเรื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic Remote Control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำล้นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งในอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่นถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 กิโลเฮิรตซ์ และก็มีการใช้กันในหลายๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานกลโดยการสั่นไปมาทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอุลตร้าโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นได้นั้น มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า อัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ในปัจจุบันอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบด้วยกันขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่ Magneto stric-tive transducer ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนี้อยู่ และแบบ Electrostrictive transducer ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกล

2.1.3.2 ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอีเล็กทริก

ภายในอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอีเล็กทริก แบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันซึ่งได้รับการพัฒนากันมาในระดับหนึ่งแล้วจะประกอบด้วย ชิ้นสารเซรามิคสี่เหลี่ยมซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้ง 2 ชิ้นประกบกันอยู่ โดยวางให้ขั้วไดโพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศทางตรงกันข้ามกัน ชิ้นสารเซรามิคถูกยึดติดภายในตัวถังอย่างดีเพื่อไม่ให้การสั่นขณะที่มันทำงานอยู่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากภายนอก ตัวถังมักจะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร ด้านหน้าทำเป็นช่องเปิดมีตะแกรงติดอยู่เพื่อให้คลื่นอุลตร้าโซนิคเข้ามาหรือออกจากช่องเปิดได้สะดวก ถ้าตัวถังทำมาจากโลหะก็ควรต่อตัวถังลงกราวด์เพื่อทำหน้าที่ชีลด์ เมื่อมีสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมขั้วทั้งสองของชิ้นสารเซรามิคจะทำให้ชิ้นสารโก่งงอมากหรือน้อย หรือในทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณนั้นๆ ทำให้เกิดการกดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียวกับสัญญาณออกไป โดย ทั่วไปกำลังเอาท์พุต ที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปแต่กำลังเอาท์พุตจะสูงที่ค่าประมาณนี้ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณตรงกับความถี่รีโซแนนซ์ ซึ่งเป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิคนั้น ส่วนที่ความถี่อื่นๆ กำลังเอาท์พุตจะลดลงมากกว่านี้ ในทำนองกลับกัน เมื่อมีคลื่นเสียงมีความถี่ตรงกับความถี่รีโซแนนซ์ของชิ้นสารเซรามิคเข้ามาจะทำให้ชิ้นสารโก่งงอไปมาและเกิดสัญญาณแรงดัน ซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นมาคร่อมขัวทั้งสองของตัวมันเองได้ คุณสมบัติโดยทั่วไปของอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอีเล็คทริก ก็คือมีค่าความต้านทานไฟตรงสูงมาก อาจสูงถึง 100 เมกกะโอห์ม เรียกว่าถ้าเอามัลติมิเตอร์ธรรมดามาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูงๆ เข็มจะไม่เคลื่อนเลย แต่ขณะที่ทำงานความต้านทานทางด้านไฟสลับจะลดลง

2.1.3.3 ตัวรับและตัวส่ง

ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอีเล็คทริกที่ใช้สารเซรามิค (หรือที่ผู้ผลิตบางรายเรียกว่าอุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ แบบเซรามิค) จะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่ง (Transmitter) และตัวรับ (Receiver) ตัวส่ง คือ อุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวมันให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอุลตร้าโซนิค หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้ายๆ กับเป็นลำโพงส่วนตัวรับ คือ อุลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอุลตร้าโซนิค ที่มาตกกระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าหน้าที่ของตัวรับจึงคล้ายๆ กับเป็นไมโครโฟน

สิ่งที่ควรรู้ขั้นต้นเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานมีดังนี้

- ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทก หรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในไม่ให้เสียหาย โครงทรานสดิวเซอร์ที่ขายกันโดยทั่วไป จะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกินกว่า 20 Vrms ดังนั้นขนาดสัญญาณที่จะป้อนให้กับตัวทรานสดิวเซอร์ก็ควรจะอยู่ภายในขีดจำกัดนี้

- ความถี่รีโซแนนซ์ (ความถี่ที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิรูปสูงสุด) ของทรานสดิวเซอร์ 40 กิโลเฮิรตซ์ ที่มีขายโดยทั่วไปจะผิดพลาดไปไม่เกิน ±1 กิโลเฮิรตซ์ และมีแถบความถี่ (Bandwidth) ประมาณ 40.5 กิโลเฮิรตซ์ แถบความถี่สำหรับตัวส่ง และมีแถบความถี่ประมาณ 50 กิโลเฮิรตซ์ สำหรับตัวรับ จะเห็นว่าความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าของตัวส่งอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้

- อุณหภูมิใช้งานควรอยู่ในช่วง -20 ถึง +60 องศาเซลเซียส

2.1.4 แสงอินฟราเรด (Infrared)

แสงอินฟราเรด คือ แสงปกติที่มีสีเฉพาะตัวที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นแสงนี้ได้ เนื่องจากความยาวคลื่นของแสงอยู่ที่ 950 นาโนเมตร ซึ่งน้อยกว่าแสงที่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งเป็นเหตุผลที่ให้เลือกใช้แสงอินฟราเรด เพราะเราต้องการใช้แต่ไม่ต้องการที่จะเห็นแสงอินฟราเรด

แหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดมีมากมาย แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดที่สว่างที่สุด แต่ก็ยังมีแหล่งกำเนิดอีกหลายแหล่ง เช่น แสงจากหลอดไฟ แสงเทียน หรือแม้แต่ร่างกายของเรา ตามหลักความจริงแล้วทุกสิ่งทุกอย่างที่แผ่ความร้อนได้มากมาย แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดที่สามารถแผ่รังสีอินฟราเรดได้เช่นกัน

การประยุกต์ใช้คลื่นอินฟราเรดจะเป็นการประยุกต์ใช้ในการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless communication) ในการควบคุมเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยการส่งสัญญาณไปทาง LED (Light emitting diode) โดยตัวส่ง (transmitter) หรือ laser diode และจะมีตัวรับ (receiver) และทำการเปลี่ยนข้อมูลให้กลับไปเป็นเหมือนข้อมูลเริ่มแรก เทคโนโลยีอินฟราเรดมีความโดดเด่นเพราะกำลังได้รับการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางเช่น

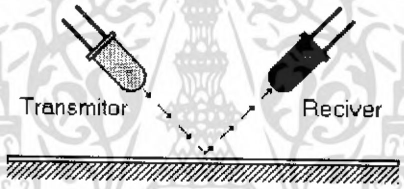
- ระบบล็อครถยนต์ (car locking system) ที่กดปุ่มล็อครถอยู่ทุกวันก็ใช้คลื่นอินฟราเรด
- mouse, keyboards, floppy disk drives, printer
- ระบบฉุกเฉิน (Emergency response system)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การควบคุมภายในอาคาร หน้าต่าง ประตู ไฟฟ้า ผ้าม่าน เตียงนอน วิทยุ หูฟังแบบไร้สาย (Headphones) โทรศัพท์แบบไร้สาย ประตูโรงรถ
- ระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคาร บ้านเรือน (Home security systems)
- เครื่องเล่น vcd, cd และทีวี

2.1.4.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับแบบแสงอินฟาเรด แบบที่ 1

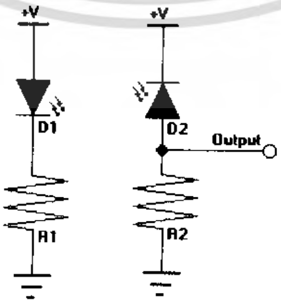
แสงอินฟาเรด คือแสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีแดง ดังนั้นจึงไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาของมนุษย์ ซึ่งคุณสมบัตินี้เองจึงทำให้เซ็นเซอร์ชนิดที่ใช้แสงอินฟาเรดเป็นที่นิยมนำมาใช้กันมากโดยจะอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ส่งแสงเป็นแหล่งกำเนิดปล่อยแสงออกไป และเมื่อแสงกระทบกับวัตถุด้านหน้า มันก็จะสะท้อนแสงกลับมาเข้าที่ตัวรับแสง ส่วนอัตราของการสะท้อนกลับนั้นขึ้นอยู่กับสีและความมันของวัตถุที่สะท้อน เช่น สีดำจะมีอัตราการสะท้อนกลับน้อยกว่าสีขาว หรือรูปพื้นผิวที่มีความราบเรียบเป็นมันวาวจะสามารถสะท้อนแสงได้ดีกว่า พื้นผิวที่มีลักษณะด้าน และขรุขระ เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แสดงเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบแยกตัวรับ-ตัวส่ง

วงจรภาคส่ง จะประกอบไปด้วย LED infrared ตัวส่ง D1 ทำงานร่วมกับค่าความต้านทาน R1 ที่มีหน้าที่จำกัดกระแสให้กับ LED ตัวส่ง ไม่ให้เสียหาย

วงจรภาครับ จะประกอบด้วย LED infrared ตัวรับ D2 และค่าความต้านทาน R2 สำหรับการใช้งาน LED ตัวรับ ให้นำกระแส เราจะต้องต่อแบบ Reverse เมื่อไม่มีแสงมาตกกระทบที่ตัวมัน

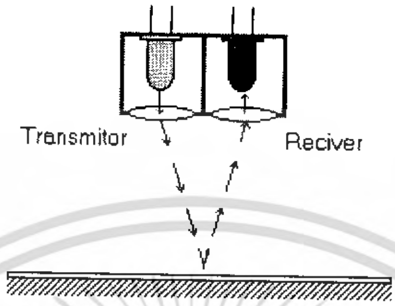


รูปที่ 2.2 แสดงวงจรเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบแยกตัวรับ-ตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

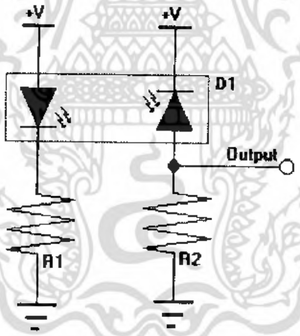
2.1.4.2 เซ็นเซอร์ตรวจจับแบบแสงอินฟาเรด แบบที่ 2

เซ็นเซอร์ตัวนี้ใช้หลักการของการสะท้อนกลับของแสงอินฟาเรด เช่นเดียวกันกับแบบแรกแต่ต่างกันตรงตัวเซ็นเซอร์ที่จะนำมาใช้นั้นจะรวมเอาตัวรับแสงและตัวส่งแสง รวมอยู่ในตัวถังเดียวกัน ซึ่งเป็นการสะดวกในการนำมาใช้งานเพราะเราไม่ต้องมาจัดระยะห่างเอง ไม่ต้องมาจัดมุมสะท้อนเองเพราะทุกอย่างนั้นได้ถูกจัดการมาจากโรงงานผลิตเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2.3 แสดงเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบตัวรับ-ตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกัน

สำหรับเซ็นเซอร์ชุดนี้นั้นได้นำเอาตัวรับและตัวส่งรวมเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน แล้วแยกขาออกมา 4 ขานอกตัวถัง คือ ตัวส่ง 2 ขาและตัวรับ 2 ขา ดังนั้นการใช้งานเราจะใช้งานเหมือนแบบที่ 1 เพียงแต่คราวนี้เราไม่ต้องมาจัดระยะห่างของตัวรับและตัวส่งให้ลำบากเหมือนแบบแรก



รูปที่ 2.4 วงจรเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรดโดยใช้ LED แบบตัวรับ-ตัวส่งอยู่ในตัว เดียวกัน

ข้อดีของคลื่นอินฟราเรด

- ใช้พลังงานน้อย จึงนิยมใช้กับเครื่อง laptops, โทรศัพท์
- แผงวงจรควบคุมราคาต่ำ (Low circuitry cost) เรียบง่ายและสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นได้อย่างรวดเร็ว
- มีความปลอดภัยในการเรื่องข้อมูลสูง ลักษณะการส่งคลื่น (Directionality of the beam) จะไม่รั่วไปที่เครื่องรับตัวอื่นในขณะที่ส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กฎข้อห้ามระหว่างประเทศของ IrDA (Infrared Data Association) ค่อนข้างน้อยสำหรับนักเดินทางทั่วโลก

- คลื่นแทรกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงมีน้อย (high noise immunity)

ข้อเสียของอินฟราเรด

- เครื่องส่ง (transmitter) และเครื่องรับ (receiver) ต้องอยู่ในแนวเดียวกัน คือต้องเห็นว่าอยู่ในแนวเดียวกัน

- คลื่นจะถูกกันโดยวัตถุทั่วไปได้ง่ายเช่น คน กำแพง ต้นไม้ ทำให้สื่อสารไม่ได้

- ระยะทางการสื่อสารจะมีประสิทธิภาพตกลงถ้าระยะทางมากขึ้น

- สภาพอากาศ เช่นหมอก แสงอาทิตย์แรงๆ ฝนและมลภาวะมีผลต่อประสิทธิภาพการสื่อสาร

- อัตราการส่งข้อมูลจะช้ากว่าแบบใช้สายไฟทั่วไป

2.1.5 อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ (Infrared Thermometer)

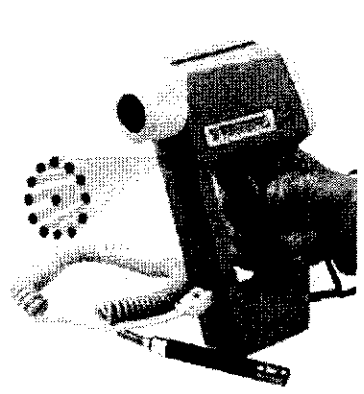
อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิที่ช่วยให้การทำงานเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ในปัจจุบันอุปกรณ์นี้ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่การใช้งานในอุตสาหกรรมหนักอย่าง เช่น การถลุงเหล็กไปจนถึงการวัดอุณหภูมิที่ละเอียดอ่อนอย่างอุณหภูมิของร่างกาย

การวัดอุณหภูมิโดยสัมผัสกับวัตถุโดยตรงนั้นเป็นวิธีที่ง่าย แต่ถ้าวัตถุนั้นมีพื้นผิวที่ยากต่อการสัมผัส เช่น มีการเคลื่อนไหว มีการสั่นอยู่ตลอดเวลา อุณหภูมิสูงมาก มีพิษ หรือต้องระวังการปนเปื้อนแล้วการวัดอุณหภูมิก็จะทำได้ยากซ้ำยังต้องระมัดระวังความเสียหายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ในการวัด เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรดจึงถูกนำมาใช้ตามอุตสาหกรรมและการใช้งานต่างๆ ซึ่งมีความเหมาะสมกว่า

2.1.5.1 การทำงานของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

องค์ประกอบพื้นฐานของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ประกอบด้วย เลนส์สำหรับสะสมพลังงานที่แผ่ออกมาจากวัตถุ detector ซึ่งเปลี่ยนพลังงานเป็นสัญญาณไฟฟ้า ตัวปรับสัญญาณสามารถปรับดัชนีการแผ่รังสีของวัตถุที่จะวัดแต่ละชนิด และวงจรชดเชยอุณหภูมิแวดล้อมสำหรับวัดอุณหภูมิต่างๆ ที่เปลี่ยนไป

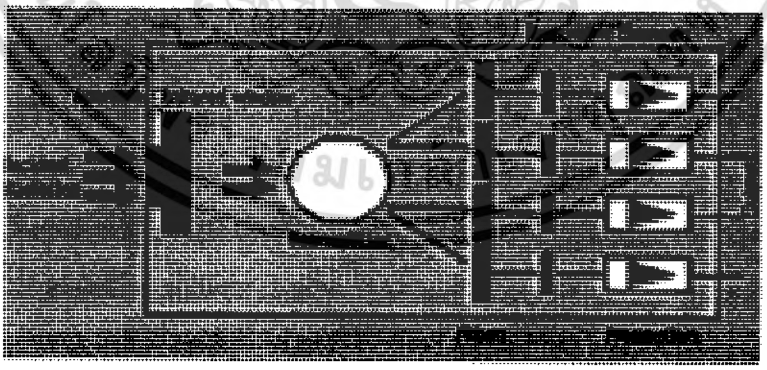
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงลำแสงเลเซอร์ของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

เมื่อกดสวิตซ์เพื่อวัดอุณหภูมิ ลำแสงเลเซอร์จะถูกยิงออกมาและวัดระยะทางของวัตถุเป้าหมาย พื้นที่วงกลมปลายทางของลำแสงจะเป็นบริเวณที่เลนส์รับพลังงานอินฟราเรด ที่วัตถุแผ่ออกมา (ความยาวคลื่นของพลังงานที่ detector ตอบสนองได้ดีจะอยู่ในช่วงของสเปคตรัมที่ 8-14 μm) พลังงานที่มากระทบเลนส์จะถูกโฟกัสลงสู่ Thermal detector พลังงานนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งจะถูกขยายสัญญาณ และแปลงผลเป็นอุณหภูมิที่วัดได้อย่างรวดเร็ว

โดยอุณหภูมิที่วัดได้จาก Detector นี้จะอยู่ในช่วงศูนย์องศาสัมบูรณ์ขึ้นไป รังสีอินฟราเรตจะเดินทางเป็นเส้นตรงจากแหล่งกำเนิดไป สะท้อนและดูดกลืนพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ในเส้นทาง ในกรณีที่วัตถุเป็นของแข็งที่ทึบแสง พลังงานจะปะทะกับพื้นผิวของวัตถุแล้วสะท้อนกลับและดูดซับไว้บางส่วน ส่วนวัตถุที่มีความโปร่งแสงอย่าง แก้ว พลาสติกใส หรือก๊าซ การสะท้อนกลับและการแผ่รังสีของพลังงานส่วนหนึ่งจะเกิดขึ้นอยู่ภายในวัตถุและทะลุผ่านออกไปได้



รูปที่ 2.6 แสดงDiagram การทำงานของอุปกรณ์ภายในอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 ชนิดของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

- แบบพกพา (Portable Infrared Thermometer) อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบพกพาเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะใช้งานง่ายและพกพาสะดวกเพียงกดสวิตซ์และเล็งบริเวณที่จะวัดอุณหภูมิ อุปกรณ์จะแสดงอุณหภูมิขึ้นมาเป็นตัวเลขในหน่วยที่เราต้องการเป็นองศาฟาเรนไฮต์หรือองศาเซลเซียส

รูปที่ 2.7 แสดงอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบพกพา (Portable Infrared Thermometer)

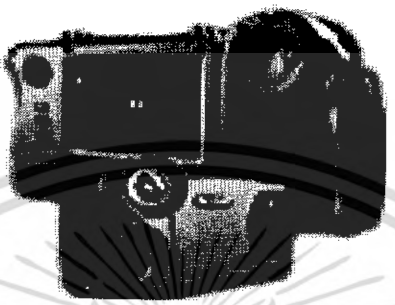
- แบบเซ็นเซอร์ (Infrared Temperature Sensor) ตามปกติเทอร์โมเซ็นเซอร์พวกนี้จะต่อตรงกับเครื่องวิเคราะห์หรือคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกผลอย่างต่อเนื่อง มักใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมที่มีการทำงานอย่างต่อเนื่องจึงใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ติดตั้งไว้อย่างถาวร

รูปที่ 2.8 แสดงแบบเทอร์โมเซ็นเซอร์ (Infrared Temperature Sensor)

- แบบกล้อง (Camera Infrared Thermometer หรือ Thermal imager) ด้วยหลักการเดียวกัน Detector จะจับความแตกต่างของอุณหภูมิแล้วแสดงเป็นรูปขาวดำหรือสีต่างๆ ซึ่งสามารถบันทึกผลอุณหภูมิที่แตกต่างกันตามสีที่ปรากฏได้ด้วยซอฟต์แวร์ที่มากับอุปกรณ์ การใช้ประโยชน์ของกล้องอินฟราเรดนี้ สามารถใช้ในงานสำรวจ วิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับความร้อนในพื้นที่ต่างๆ เช่น ทดสอบความร้อนที่เกินขีดจำกัดของแหล่งพลังงาน ฉนวน ตัวนำไฟฟ้า หาการรั่วไหลตามจุดเชื่อมต่อของความร้อนตามท่อต่างๆ ใช้ในวิศวกรรมโยธาเกี่ยวกับการหาข้อผิดพลาดทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาปัตยกรรม เช่น รอยแตกร้าวของผนังที่ทำให้ความร้อนรั่วไหลเข้ามาหรือการรั่วซึมของน้ำฝนจากหลังคาอาคาร นอกจากนี้กล้องอินฟราเรดยังถูกใช้ในการทหารเพื่อจับภาพวัตถุที่มีความร้อนในที่มืดหรือ ใช้ในงานกู้ภัย เช่น ช่วยผู้ประสบภัยในอัคคีภัย ซึ่งในสภาพแวดล้อมมีควันมากทำให้มองไม่เห็นผู้ที่ติดอยู่ภายในอาคาร



รูปที่ 2.9 แสดงอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบกล้อง (Camera Infrared Thermometer หรือ Thermalimager)

2.1.5.3 ข้อดีและข้อเสียของอินฟาเรดเทอร์โมมิเตอร์

ข้อดี

- ให้ผลที่รวดเร็ว detector ที่มีความไวในการตอบสนองสูง การวัดอุณหภูมิทั่วไปนั้นใช้เวลาเพียงเสี้ยววินาที ในขณะที่เทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัสตามปกติต้องใช้เวลานานในการดูดซับและคายอุณหภูมิในแต่ละครั้ง

- สามารถวัดอุณหภูมิในระยะไกลได้ ระยะที่อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์สามารถวัดอุณหภูมิได้อยู่ที่ 1-40 ฟุต ซึ่งบางรุ่นสามารถอยู่ห่างเป้าหมายที่จะวัดได้ไกลถึง 300 ฟุต การวัดอุณหภูมิระยะไกลจะช่วยเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิของวัตถุซึ่งเข้าถึงได้ยากหรือเสี่ยงอันตรายหากเข้าไปใกล้ๆ

- ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับคุณสมบัติการนำความร้อน ในการวัดอุณหภูมิของวัตถุต่างๆ เช่น แก้ว ไม้ และวัตถุที่บางมากๆ ดังที่มีในเทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัส

- มีความปลอดภัยในการวัดอุณหภูมิของวัตถุที่มีการเคลื่อนไหว และมีการสั่นอยู่ตลอดเวลา ทาสีไว้แล้วยังไม่แห้ง อุณหภูมิสูงมาก มีพิษ ต้องระวังการปนเปื้อนและการเสียหาย มีพื้นที่แคบซึ่งยากที่จะเข้าถึง เช่น ไมโครโพรเซสเซอร์ที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

- วัดอุณหภูมิภายในวัตถุไม่ได้
- มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและดูแลรักษาสูงกว่าเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา

2.1.5.4 ความคลาดเคลื่อนและการแก้ไข

ปกติแล้วความแม่นยำในการวัดผลของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ จะอยู่ในช่วง ±1– ±3% ความคลาดเคลื่อนในการวัดนั้นมักจะมาจากการสะท้อนของแสงจากแหล่งกำเนิด ค่าการแผ่รังสีของวัตถุต่างๆ สามารถดูได้จากตารางดัชนีการแผ่รังสีของวัตถุ โดยทั่วไปแล้วค่าการเปล่งรังสีค่าของวัตถุส่วนใหญ่และสีหรือพื้นผิวที่มีการออกซิไดซ์จะอยู่ที่ 0.95 ส่วนวัตถุดำจะมีดัชนีการแผ่รังสีเป็น 1 อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์บางรุ่นนั้นมีฟังก์ชั่นในการปรับเปลี่ยนการเปล่งรังสีได้ทำให้การวัดอุณหภูมิมีความแม่นยำมากขึ้น ข้อควรปฏิบัติในการการลดความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหภูมิมีดังนี้

- การวัดอุณหภูมิของวัตถุที่พื้นผิวมีความแวววาวมาก เช่น แก้วหรือ พลาสติกใส ควรลดแสงส่วนที่สะท้อนกลับมา โดยใช้มาสกิ้งเทปหรือสีดำที่ไม่เป็นเงาทาปิดทับไว้ ทิ้งไว้ระยะหนึ่งเทปหรือสีที่ทาไว้จะได้รับการแผ่ความร้อนจนมีอุณหภูมิเดียวกับวัตถุที่อยู่ข้างใต้ การวัดอุณหภูมิที่ผิวของเทปหรือสีนี้จะได้อุณหภูมิที่แท้จริง

- การวัดอุณหภูมิภายในหลุมหรือรูที่เจาะเข้าไปในวัตถุ (มีความลึกเป็น 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของลำแสงที่ใช้เล็ง) ในหลุมที่มืดจะมีคุณสมบัติคล้ายกับวัตถุดำซึ่งมีดัชนีการแผ่รังสีเป็น 1 การวัดอุณหภูมิในหลุมจึงควรปรับดัชนีการแผ่รังสีเป็น 1 เพื่อให้อุปกรณ์แสดงอุณหภูมิที่ถูกต้องของวัตถุ

- การวัดอุณหภูมิจะคลาดเคลื่อนได้ หากสิ่งแวดล้อมนั้นมีฝุ่นหรือควันมาก

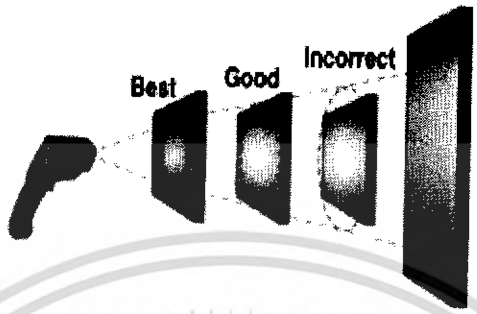
- สำหรับวัตถุที่อุณหภูมิต่ำ ควรนำวัตถุที่จะวัดออกจากห้องเย็นหรือสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เพราะไอเย็นจากเครื่องทำความเย็นจะรบกวนการแผ่รังสีของวัตถุ ถ้าให้เวลาวัตถุปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมในเวลาที่ไม่นานเกินไป ความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิจะยังคงอยู่

- การใช้อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ในการอ่านค่าอุณหภูมิภายในของเหลว เช่น ซุปหรือซอส ให้คนของเหลวนั้นให้ทั่วก่อนแล้ววัดอุณหภูมิที่ผิวหน้า โดยระมัดระวังเทอร์โมมิเตอร์ให้อยู่ห่างจากไอน้ำซึ่งอาจควบแน่นเป็นหยดน้ำเกาะผิวหน้าเลนส์ทำให้อุปกรณ์อ่านผลคลาดเคลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

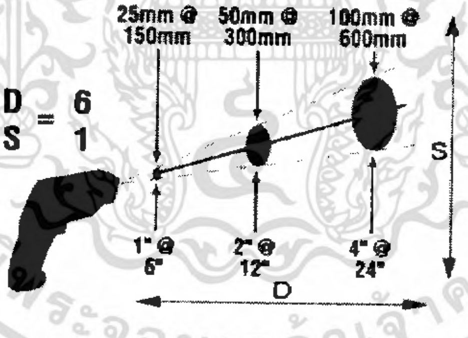
2.1.5.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการอ่านค่าของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

พื้นที่ในการวัด ต้องแน่ใจว่าพื้นที่ของเป้าหมายมีขนาดใหญ่กว่าจุดของลำแสงที่ยิงออกไป โดยจุดของลำแสงที่ปรากฏบนวัตถุนั้นควรมีขนาดเล็กกว่าเป้าหมายอย่างน้อยสองเท่า หากเป้าหมายเล็กกว่าผู้ใช้ควรย้ายเครื่องวัดเข้าไปใกล้เป้าหมายให้มากขึ้น



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะพื้นที่ในการวัดต่างๆ

อัตราระยะห่าง ความละเอียดของการมองเห็นถูกกำหนดด้วยอัตราส่วนของระยะห่าง (Distance) จากเครื่องมือสู่วัตถุ ซึ่งเปรียบเทียบด้วยขนาด (Size) ของวัตถุที่จะวัด (D : S) สรุปคือยิ่งใกล้ยิ่งแม่นยำ เพราะการวัดเป้าหมายที่มีพื้นที่เล็กจะมีการรบกวนจากอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่ไม่ต้องการน้อยกว่า



รูปที่ 2.11 แสดงอัตราระยะห่างในการวัด

2.1.5.6 การใช้งานของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

นอกจากวัดอุณหภูมิได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุแล้ว อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ยังอ่านผลได้อย่างรวดเร็วช่วยให้ติดตามอุณหภูมิที่ควบคุมได้ทันเวลา การควบคุมอุณหภูมินั้นมีความสำคัญมากโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งใช้ความร้อนในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เช่น ในการให้ความร้อนแก่น้ำตาลสำหรับทำขนม อุณหภูมิที่ต่างกันเพียงเล็กน้อยจะทำให้คุณสมบัติของน้ำตาลเปลี่ยนไป โดยที่ 220°F (104°C) น้ำตาลไอซิ่งจะคลายตัวอยู่ในสถานะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนลงเป็น softball stage, ที่ 320°F (160°C) คาราเมลจะกลายเป็นตังเมที่ใช้ตกแต่งขนมได้ และที่ 350°F (177°C) น้ำตาลก็จะไหม้ นอกจากนี้อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบและควบคุมคุณรูปในกระบวนการต่างๆ ได้อีก เช่น

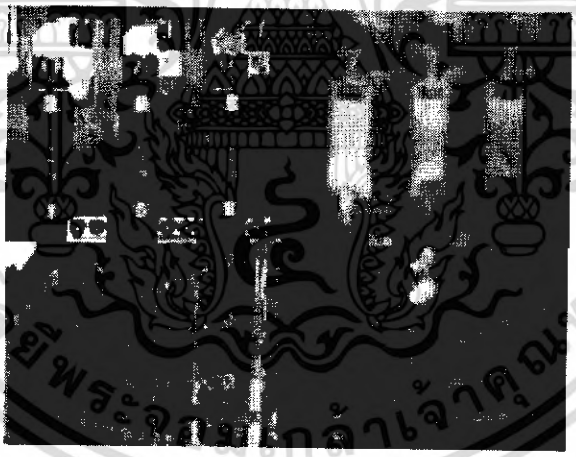
- ตรวจสอบการรั่วไหลของความร้อนหรือความเย็นในจุดต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพความปลอดภัย และการประหยัดพลังงานของระบบควบคุมอุณหภูมิในอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตู้เย็น ห้องเย็น ตู้อบ boiler เตาหลอม

- ตรวจสอบความปลอดภัยและการกระจายของอุณหภูมิภายในเตาอบ เตาหุงต้ม เตาทอดอาหาร และเครื่องล้างจาน

- ตรวจสอบสภาวะแวดล้อม เช่น การสำรวจภูเขาไฟ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของลาวาด้วยกล้อง Thermal imager

- วัดอุณหภูมิภายในส่วนที่ยากจะเข้าถึง เช่น รูที่เจาะเข้าไปในวัตถุ วัดอุณหภูมิในร่างกายอย่างรูหู

- ตรวจสอบอุณหภูมิของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมหนัก เพื่อควบคุมการทำงาน วิเคราะห์การทำงานและการดูแลรักษาที่ควรปฏิบัติ



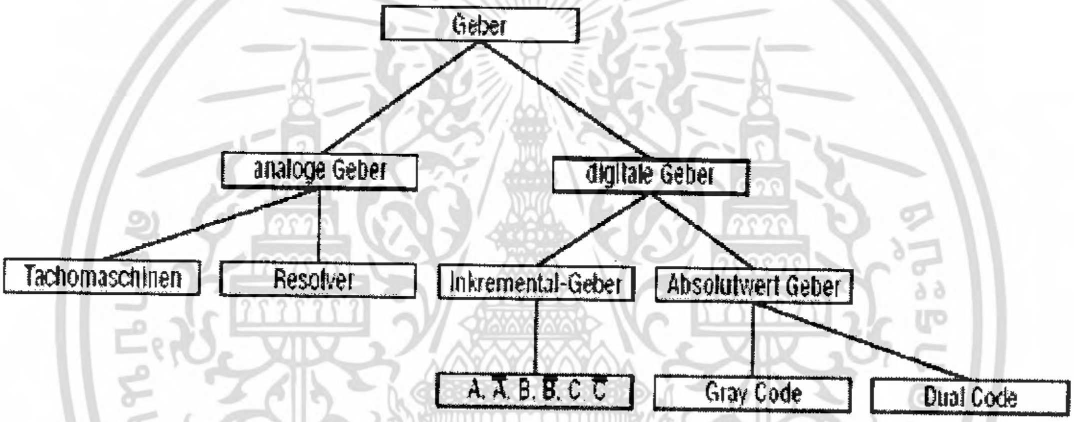
รูปที่ 2.12 แสดงรูปจากอุปกรณ์ Thermal analyzer ในการตรวจสอบความร้อนของอุปกรณ์กีฬา

2.1.6 เอนโค๊ดเดอร์ (Encoder)

เอนโค๊ดเดอร์จะทำหน้าที่เสมือนกับผู้ตรวจการ โดยจะทำหน้าที่ตรวจวัดความเร็ว(speed) ทิศทางการหมุนของมอเตอร์(Direction of Rotation) และตำแหน่งเพลาของโรเตอร์ (shaft position) แล้วรายงานผลกลับไปยังคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมให้ทรานซิสเตอร์กำลังในวงจรกำลังของชุดขับเคลื่อนเซอร์โวเกิดการตัด-ต่อกระแสไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับตำแหน่งของโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบทบาทของเอนโค๊ดเดอร์ซึ่งทำหน้าที่ตรวจวัดความเร็ว(speed) และตำแหน่ง (position) ของมอเตอร์ จึงทำให้อุปกรณ์ชนิดนี้ถูกเรียกชื่อตามบทบาทและหน้าที่ว่า speed sensor หรือไม่ก็เรียกว่า shaft Position Sensor (ซึ่งมักนิยมเรียกในระบบเซอร์โว) โดยประกอบด้วยชนิดต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.13 เอนโค๊ดเดอร์ (Geber = Encoder) สามารถแยกประเภทตามหลักการได้ 2 กลุ่ม คือชนิดที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำหรือเรียกว่าอะนาลอก เอนโค๊ดเดอร์ (Analog Geber = Analog Encoder) และชนิดที่ทำงานโดยอาศัยหลักการดิจิตอล (digital Geber = digital Encoder) ชนิดที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำหรือเรียกว่าอะนาลอกจะประกอบด้วย เทคโคเจนเนอเรเตอร์ (TachoMaschinen = TachoGenerator) และ รีโซลเวอร์ (Resolver) ส่วนชนิดที่ทำงานโดยอาศัยหลักการออพติคอล หรือแบบดิจิตอลจะแยกเป็นแบบ incremental encoder และ absolute encoder ซึ่งแต่ละชนิดมีหลักการทำงานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.13 แสดงการแยกประเภทของเอนโค๊ดเดอร์ (ภาษาเยอรมัน)

ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะชนิดที่ทำงานโดยอาศัยหลักการออพติคอล หรือแบบดิจิตอลซึ่งเป็นแบบที่นำมาใช้ในโครงงานนี้ คือ

2.1.6.1 Increment Encoder

Incremental encoder ทำงานโดยอาศัยหลักการอาศัยหลักการออพติคอล บ่อยครั้งจึงถูกเรียกตามหลักการว่า Optical encoder หรือบางกรณีก็จะถูกเรียกว่า digital encoder ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.16

โครงสร้างจะประกอบด้วยตัวกำเนิดแสง ตัวจับแสงซึ่งถูกคั่นกลางด้วยแผ่นจานกลมๆ ที่มีการทำรูเจาะไว้รอบๆ แผ่น (จำนวนรูจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของ incremental encoder) และหน้ากากแยกช่องของสัญญาณพัลส์ A ,B และ Z สัญญาณพัลส์ที่ได้จากเอนโคดเดอร์ชนิดนี้จะประกอบด้วย 3 แทรค (tracks) คือ A ,B และ Z ดังรูปพัลส์ที่เกิดจาก แทรค A และ B จะเกิดการ

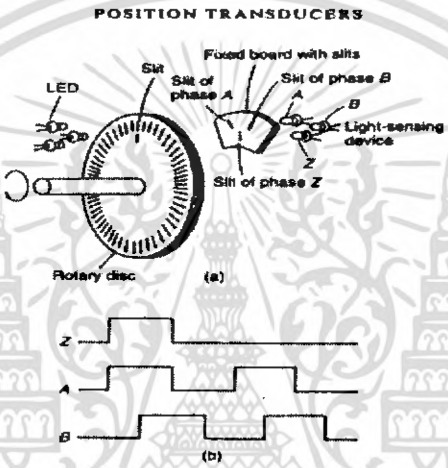
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เหลื่อมกันมีความต่างเฟสกัน 90 องศา เพื่อทำหน้าที่รายงานผลของความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้คอนโทรลเลอร์ ดังนี้

กรณีพัลส์ A เกิดขึ้นก่อน B คอนโทรลเลอร์จะรับรู้ว่ามอเตอร์กำลังหมุนด้วยทิศทางตามเข็มนาฬิกาแต่ถ้าหากพัลส์ B เกิดขึ้นก่อน A คอนโทรลเลอร์จะรับรู้ว่ามอเตอร์กำลังหมุนด้วยทิศทางทวนเข็มนาฬิกาส่วนแทรค Z หรือพัลส์อ้างอิง จะเกิดขึ้น1พัลส์ในการหมุน 1 รอบ ทำหน้าใช้อ้างอิงตำแหน่งของโรเตอร์

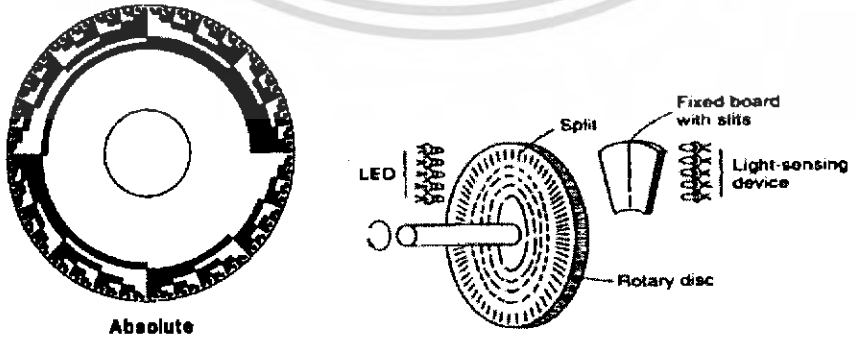
Incremental encoder โดยทั่วไปจะไม่นิยมใช้กับระบบของเซอร์โวที่มีการควบคุมตำแหน่ง เนื่องจากไม่สามารถจำตำแหน่งเดิมได้กรณีที่มีการปิดเครื่องหรือไฟดับ ซึ่งจะต้องทำการหาจุดอ้างอิงใหม่ทุกครั้ง



รูปที่ 2.14 แสดงหลักการทำงานของ Incremental encoder

2.1.6.2 Absolute Encoder

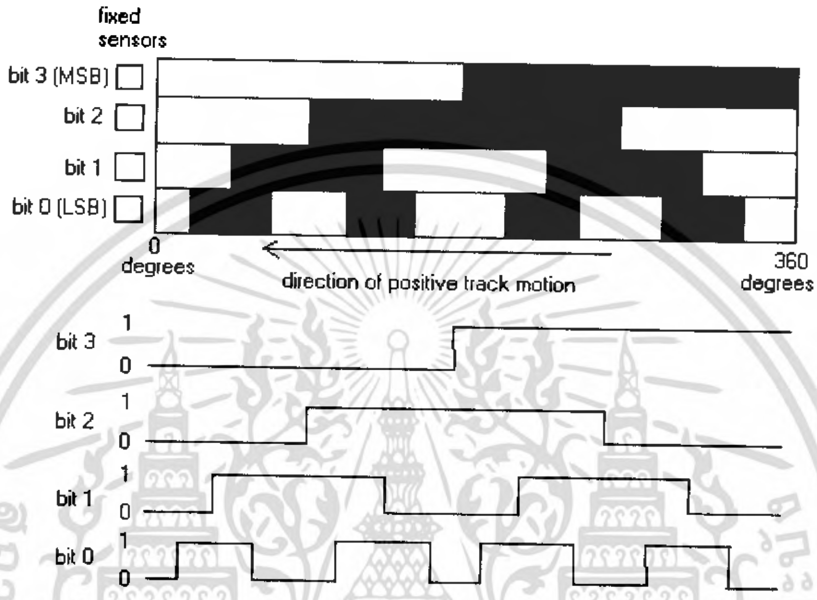
Absolute encoder เป็นดิจิตอล เอนโคดเดอร์ อีกชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการออพติคอล คล้ายกับ incremental encoder โดยประกอบด้วยตัวกำเนิดแสง ตัวจับแสง และจานเข้ารหัส



รูปที่ 2.15 แสดงหลักการทำงานของ Absolute encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปล... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62326

Absolute encoder มีโครงสร้างแผ่นดิสก์พิเศษซึ่งมีลักษณะเป็น Gray Scales ความละเอียดตำแหน่งของ Absolute encoder จะขึ้นกับจำนวนบิท Absolute encoder จะให้ข้อมูลตำแหน่งค่อนข้างละเอียดและสามารถรายงานบอกตำแหน่งได้ทุกๆ จุดที่โรเตอร์หมุนเคลื่อนที่ไป ไม่มีปัญหาเรื่องจุดอ้างอิงกรณีที่ไฟดับหรือปิดเครื่องแต่จะไม่ทนต่อสภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรม เช่น การสั่นสะเทือนและฝุ่นควัน นอกจากนั้นจานเข้ารหัสยังเปราะและแตกง่าย



รูปที่ 2.16 แสดงสัญญาณเอาท์พุตที่ได้จาก Absolute encoder

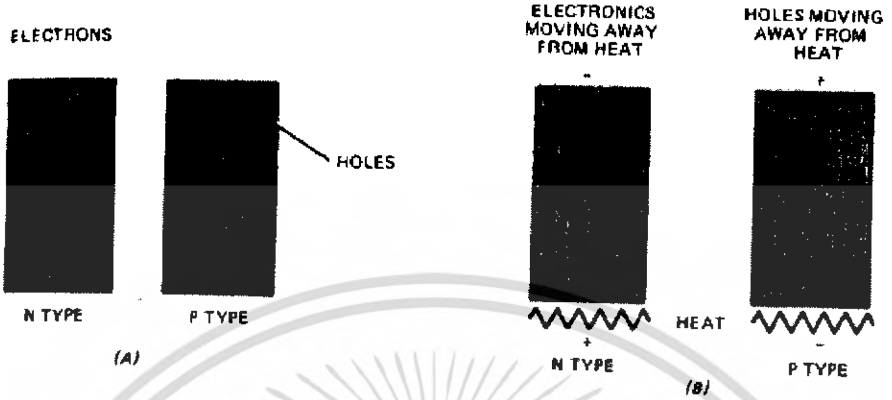
2.1.7 การวัดอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เมื่อไม่นานมานี้สารกึ่งตัวนำได้ถูกนำมาใช้ในงานตรวจวัดอุณหภูมิกันมากขึ้น โดยสารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาใช้ก็คือ สารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ดังแสดงในรูปที่ 2.17 (A) สารกึ่งตัวนำชนิด N จะมีซึ่งจำนวนของอิเล็กตรอนอิสระอยู่ สำหรับสารกึ่งตัวนำชนิด P นั้นจะขาดซึ่งอิเล็กตรอนในที่นี้หมายถึงการมีโฮล (hole) อยู่นั่นเอง เมื่อให้ความร้อนกับสารกึ่งตัวนำชนิด N อิเล็กตรอนจะเกิดการปั่นป่วนและเคลื่อนที่ไปรวมกันอยู่ทางด้านบนที่ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นที่ปลายด้านนี้จะมีอิเล็กตรอนรวมตัวกันอยู่มากกว่าทางด้านที่มีอุณหภูมิสูงกว่า นั่นคือจะกลายเป็นขั้วลบเมื่อเทียบกับปลายด้านร้อน สำหรับสารกึ่งตัวนำชนิด P นั้น เมื่อได้รับความร้อน โฮลจะเคลื่อนที่ไปรวมตัวกันอยู่ทางด้านบนหรือด้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเช่นเดียวกับสารกึ่งตัวนำชนิด N เนื่องจาก โฮลนั้นแสดงถึงการขาดอิเล็กตรอนจึงเกิดขั้วบวกขึ้นที่ปลายข้างที่ไม่ได้รับความร้อน

ในรูปที่ 2.17 (B) แสดงให้เห็นว่าสารกึ่งตัวนำชนิด N จะกลายเป็นขั้วลบที่ปลายด้านที่อุณหภูมิต่ำกว่าและเป็นบวกที่ปลายด้านที่ได้รับความร้อน เช่นเดียวกับสารกึ่งตัวนำชนิด P

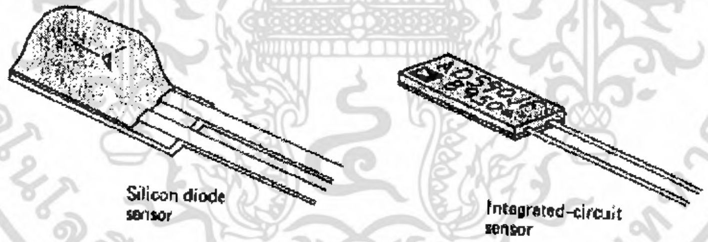
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วบวกจะอยู่ที่ด้านอุณหภูมิต่ำกว่า ส่วนขั้วลบจะอยู่ที่ปลายด้านที่ได้รับความร้อนและหากเรานำเอาสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิดมาต่อเข้าด้วยกันแล้วก็จะทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนขึ้น เมื่อสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิดได้รับความร้อน



รูปที่ 2.17 แสดงสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N

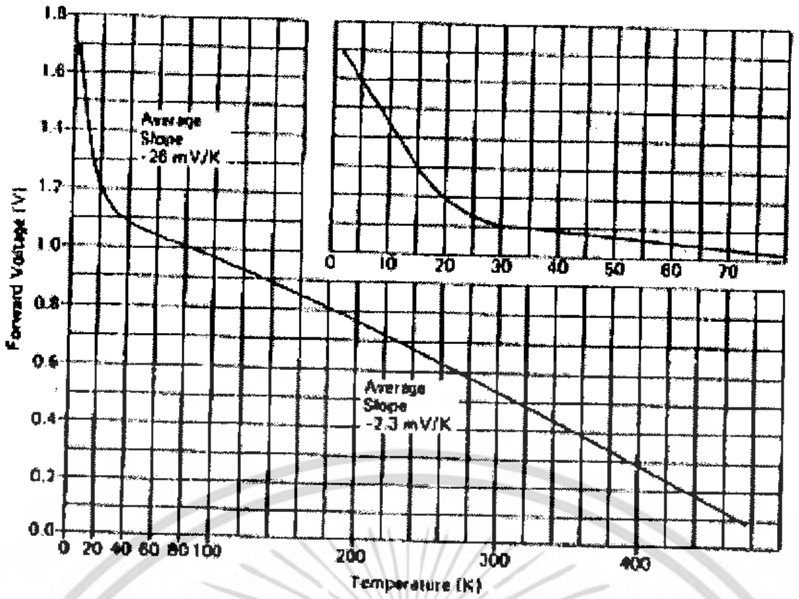
อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของไดโอดเซนเซอร์และเซนเซอร์ที่อยู่ในรูปของตัว IC ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ส่วนมากจะใช้วัดอุณหภูมิอยู่ในช่วง -50°C ถึง 150°C และโครงสร้างภายนอกจะมีขนาดที่เล็ก ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงไดโอดเซนเซอร์และเซนเซอร์ที่อยู่ในรูปของตัว IC

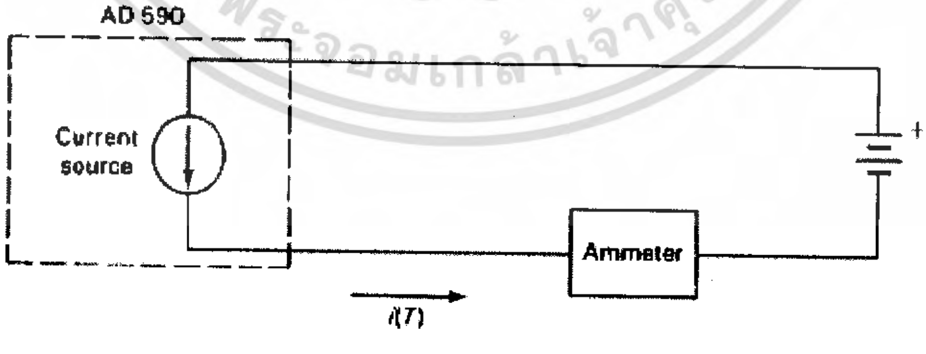
ไดโอดเซนเซอร์ เมื่อมีการปรับแต่งคุณสมบัติให้เหมาะสมจะให้ค่าความถูกต้องและความแม่นยำที่สูงและหากจ่ายไฟให้กับไดโอดโดยตรง (forward bias) แล้ววัดแรงดันตกคร่อมที่ตัวไดโอดแรงดันจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงให้เห็นได้ด้วยรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับอุณหภูมิของไดโอด

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิซึ่งอยู่ในรูป IC จะใช้ซิลิกอนทรานซิสเตอร์ (silicon transistor) เป็นตัวสร้างกระแสทางด้านเอาต์พุตซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ แหล่งจ่ายแรงดันที่มีค่าอยู่ในช่วง 4 ถึง 30 โวลต์ จะถูกจ่ายให้กับเซนเซอร์และกระแสที่ไหลในวงจรสามารถสังเกตได้จากแอมป์มิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.20 ตัวอย่างหนึ่งของเซนเซอร์แบบนี้ก็คือ AD590 เป็นอุปกรณ์ที่ให้กระแสในหน่วยไมโครแอมป์ต่ออุณหภูมิสัมบูรณ์ในหน่วยเคลวิน เช่น 298 μA ที่อุณหภูมิ 298°K หรือ 25°C เนื่องจากอุปกรณ์เป็นแหล่งจ่ายกระแสที่แปรผันไปตามอุณหภูมิ ดังนั้นจึงมีความไวต่อสัญญาณรบกวนภายนอกรวมทั้งค่าผิดพลาดที่เกิดจากจุดต่อสาย ในการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์แบบนี้จึงต้องมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการชดเชยอุณหภูมิด้วย



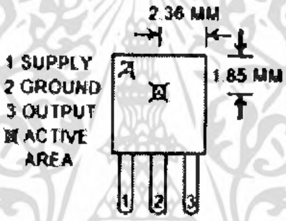
รูปที่ 2.20 แสดงการต่อแอมป์มิเตอร์เพื่ออ่านค่ากระแสจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิซึ่งอยู่ในรูป IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 การวัดสนามแม่เหล็ก

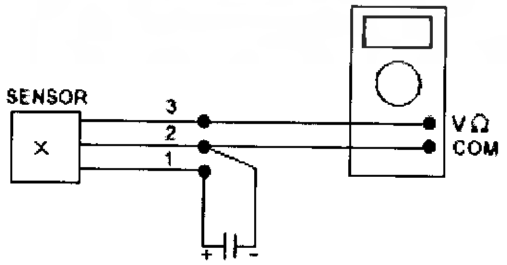
แม่เหล็ก (magnet) เป็นสิ่งที่สามารถดูวัสดุบางชนิดได้ เช่น เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์ เป็นต้น การที่แม่เหล็กดูดสารบางอย่างได้ เนื่องจากมีสนามแม่เหล็ก (magnetic field) ในบริเวณโดยรอบแม่เหล็ก เราสามารถตรวจสอบว่าบริเวณใดมีสนามแม่เหล็กหรือไม่ โดยใช้เข็มทิศ แต่เราไม่สามารถทราบได้ว่ามีค่าเท่าใด นักวิทยาศาสตร์พยายามวัดสนามแม่เหล็กด้วยวิธีการต่างๆ แต่ในปัจจุบันเราสามารถวัดสนามแม่เหล็กได้สะดวกและรวดเร็วโดยใช้ตัวรับรู้ฮอลล์ (Linear Hall sensor) ซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักการของปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall effect) ตัวรับรู้ฮอลล์เป็นวงจรรวมที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ซึ่งเป็นสัดส่วนตรงกับความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ผ่านในแนวดิ่ง เมื่อนำตัวรับรู้ฮอลล์ไปต่อกับโวลต์มิเตอร์ แล้วนำไปวางใกล้บริเวณที่มีสนามแม่เหล็กก็จะทำให้ทราบค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กได้

2.1.8.1 ตัวรับรู้ฮอลล์ (Linear Hall sensor)



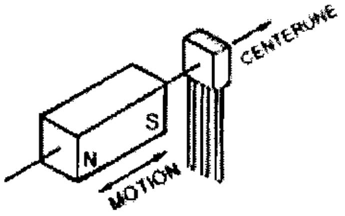
รูปที่ 2.21 แสดงตัวรับรู้ฮอลล์

เมื่อต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงหรือเซลล์ไฟฟ้า 4.5-6 โวลต์ เข้ากับขา 1 และขา 2 และต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับขา 2 และขา 3 ดังรูปที่ 2.22 โวลต์มิเตอร์จะแสดงค่าประมาณ 2.5 โวลต์ ค่านี้เป็นความต่างศักย์ขณะที่ไม่มีสนามแม่เหล็ก เรียกว่า offset voltage ค่านี้อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยขึ้นอยู่กับโวลต์เตจของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่ต่อกับขา 1 และขา 2 แต่จะมีค่าประมาณครึ่งหนึ่งของโวลต์เตจของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง



รูปที่ 2.22 การต่อตัวรับรู้ฮอลล์กับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงและโวลต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 การวัดความเข้มของสนามแม่เหล็ก

เมื่อนำแม่เหล็กเข้าใกล้ Active area ของตัวรับรู้ฮอลล์ ความต่างศักย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับทิศของสนามแม่เหล็ก กล่าวคือถ้านำขั้วใต้เข้าใกล้ความต่างศักย์จะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ถ้านำขั้วเหนือเข้าใกล้ความต่างศักย์จะมีค่าลดลง ความต่างศักย์ที่เปลี่ยนไปมีความสัมพันธ์กับความเข้มของสนามแม่เหล็กหรือความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (magnetic flux density) ดังนี้

$$B = (V_{out\,(B)} - V_{out\,(O)})\,S^{-1}$$

เมื่อ

$V_{out\,(O)}$ เป็นความต่างศักย์ขณะไม่มีสนามแม่เหล็ก

$V_{out\,(B)}$ เป็นความต่างศักย์ขณะมีสนามแม่เหล็ก

S เป็นสัมประสิทธิ์ความไว มีหน่วยเป็นโวลต์ต่อเทสลา (V/T)

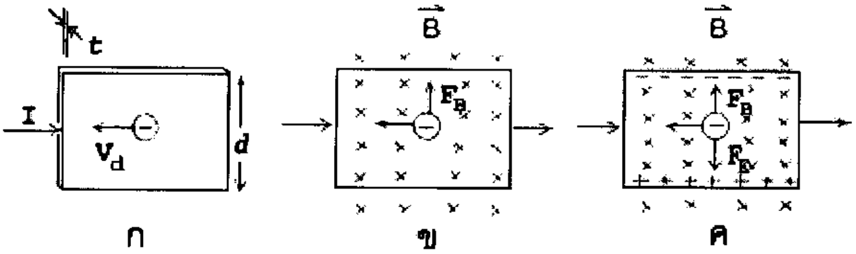
B เป็นความเข้มของสนามแม่เหล็ก หรือความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเทสลา (T)

ตัวรับรู้ฮอลล์สามารถวัดสนามแม่เหล็กในบริเวณใกล้แม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบริเวณปลายโซเลนอยด์และสนามแม่เหล็กใกล้เส้นลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้

2.1.8.2 ปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall Effect)

ใน ค.ศ. 1879 เอ็ดวิน ฮอลล์ (Edwin Hall) นักศึกษามหาวิทยาลัยจอห์น ฮอพคินส์ ซึ่งในขณะนั้นมีอายุ 24 ปี ได้พบว่า เมื่อนำแผ่นตัวนำบางที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านไปวางไว้ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก พาหะประจุ (charge carriers) ในตัวนำสามารถเบนไปจากแนวทางเดิมได้ และการเบนนี้มีผลทำให้เกิดสนามไฟฟ้าในตัวนำบางในทิศตั้งฉากกับทั้งกระแสไฟฟ้าแลสนามแม่เหล็ก การค้นพบนี้เรียกว่า ปรากฏการณ์ฮอลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ก-ค แสดงการเกิดปรากฏการณ์ฮอลล์

รูป 2.24 ก แสดงแผ่นตัวนำบางที่มีความกว้าง d หนา t และมีกระแสไฟฟ้า (conventional current) I ผ่านในทิศจากด้านซ้ายไปด้านขวา พาหะประจุคืออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ (ด้วยอัตราเร็วลอยเลื่อน V_d) ในทิศตรงข้ามกับกระแสไฟฟ้า I จากด้านขวาไปด้านซ้าย

รูป 2.24 ข เมื่อใส่สนามแม่เหล็ก B ในทิศพุ่งเข้าหาและตั้งฉากกับระนาบแผ่นตัวนำบางหรือกระดาษ จะเกิดแรงแม่เหล็ก F_B กระทำกับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนเบนไปทางขอบด้านบนของแผ่นตัวนำบาง

รูป 2.24 ค เมื่อเวลาผ่านไปจะมีอิเล็กตรอนถูกผลักไปที่ขอบด้านบนจำนวนมาก ส่วนขอบด้านล่างจะเกิดประจุไฟฟ้าบวกจำนวนมากเช่นกัน การที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันที่ขอบทั้งสองทำให้เกิดสนามไฟฟ้า เรียกว่า สนามไฟฟ้าฮอลล์ (hall field) E_H ในแผ่นตัวนำบางมีทิศจากขอบด้านล่างไปขอบด้านบน สนามไฟฟ้าจะทำให้เกิดแรงไฟฟ้า F_E กระทำกับอิเล็กตรอนซึ่งจะทำให้อิเล็กตรอนถูกผลักไปทางขอบด้านล่าง เมื่อแรงไฟฟ้าและแรงแม่เหล็กมีขนาดเท่ากัน อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ในทิศไปทางซ้ายโดยไม่เบี่ยงเบน สนามไฟฟ้าที่เกิดในแผ่นตัวนำบางมีความสัมพันธ์กับความต่างศักย์หรือโวลต์เดจ V ดังนี้

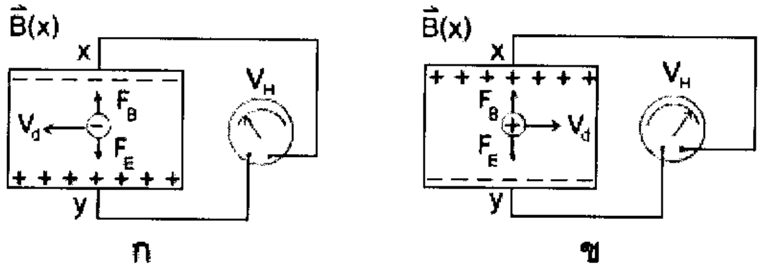
$$E_H = \frac{V}{d} \qquad ......(1)$$

ความต่างศักย์หรือโวลต์เดจที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ความต่างศักย์ฮอลล์ (hall potential difference หรือ hall voltage) V_H พบว่า ความต่างศักย์ฮอลล์มีค่ามากที่สุดเมื่อแผ่นตัวนำบางทำมาจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน และเจอร์เมเนียม ส่วนตัวนำไฟฟ้าที่ดี ความต่างศักย์ฮอลล์จะมีค่าน้อยกว่ามาก (พิจารณาได้จากสมการ (7) หรือสมการ (8) ในตอนท้าย)

จากสมการ (1) จะได้ว่า

$$V_H = E_H d \qquad ......(2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 การวัดความต่างศักย์ฮอลล์ V_H

เราสามารถวัด V_H โดยต่อ มิลลิโวลต์มิเตอร์เข้ากับจุด x และจุด y ดังรูป 2.25 ก สภาพขั้วของ V_H ทราบได้จากเครื่องหมายที่อ่านได้จาก มิลลิโวลต์มิเตอร์

จากรูป 2.25 ก พาหะประจุคืออิเล็กตรอนจึงมีประจุลบ ถ้าพาหะประจุมีประจุบวก ทิศของ V_d และ E_H จะตรงข้ามกับในรูป 2.25 ก แต่ทิศของ F_B และ E_E ยังคงเดิม ดังแสดงในรูป 2.25 ข ทำให้ประจุบวกถูกผลักไปที่ขอบด้านขวา ส่วนประจุลบถูกผลักไปที่ขอบด้านซ้ายและสภาพขั้วของ V_H จะตรงข้ามกับกรณีที่พาหะประจุมีประจุลบ

จากรูป 2.24 ค ขณะที่แรงแม่เหล็กและแรงไฟฟ้ามีขนาดเท่ากัน จะได้

$$(-e)E_H = (-e)V_dB \quad ......(3)$$

$$E_H = V_dB$$

จากสมการ (2) จะได้

$$V_H = E_Hd$$

$$V_H = V_dBd \quad ......(4)$$

เนื่องจากอัตราเร็วลอยเลื่อน V_d มีค่า

$$V_d = \frac{I}{neA} \quad ......(5)$$

เมื่อ n คือจำนวนพาหะประจุต่อลูกบาศก์เมตร (หรือความหนาแน่นของพาหะประจุ) และ A คือพื้นที่หน้าตัดของแผ่นตัวนำบาง

แทนสมการ (5) ลงในสมการ (4) จะได้

$$V_H = \frac{IBd}{neA} \quad ......(6)$$

เนื่องจาก $t = \frac{A}{d}$ คือความหนาของแผ่นตัวนำบาง ดังนั้น

$$V_H = \frac{IB}{net} \quad ......(7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการ (7) เขียนได้ใหม่เป็น

$$B = neti^{-1} V_H \quad ......(8)$$

ปริมาณ $V_H I$ และ t ในสมการ (8) หาได้จากการวัด ส่วนค่า n ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำหัววัด วัสดุที่เป็นสารกึ่งตัวนำจะมีจำนวนพาหะประจุน้อยกว่าตัวนำไฟฟ้าที่ดีแต่ก็ยังมีค่ามากพอที่จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่สามารถวัดได้ ส่วนฉนวนมีจำนวนพาหะประจุน้อยมากแต่ก็ยอมให้กระแสไฟฟ้าปริมาณเล็กน้อยผ่าน จากการศึกษาพบว่า สารกึ่งตัวนำที่เจือสิ่งเจือปนมีค่า $n \cong 10^{22} m^{-3}$ และโลหะทั่วไปมีค่า $n \cong 10^{28} m^{-3}$ ดังนั้น เราจึงสามารถหาความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ไม่ทราบค่าจากสมการ (8) ได้

ความเข้มของสนามแม่เหล็กมีหน่วยในระบบเอสไอเป็นเทสลา (tesla) แทนด้วยสัญลักษณ์ T หน่วยเดิมของความเข้มของสนามแม่เหล็กคือ เกาส์ (gauss) แทนด้วยสัญลักษณ์ G โดยที่ $1T = 10^4 G$

2.1.9 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV Camera)

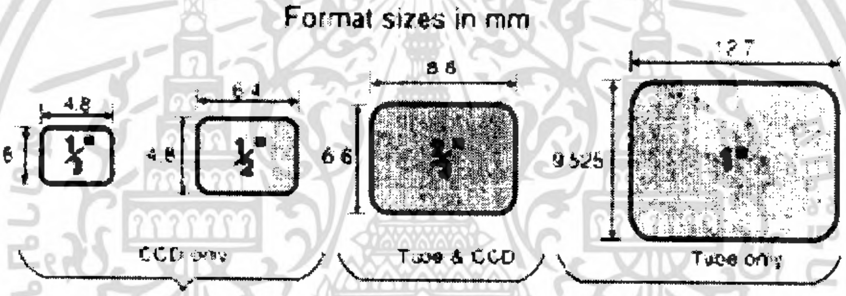
กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV Camera) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณภาพ ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยมีอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งเป็นตัวรับรูปในอดีตใช้หลอดเป็นตัวรับภาพ หรือ สร้างภาพเรียกว่า หลอดวิดิคอน (Vidicon Tube) เริ่มตั้งแต่ขนาด 1 นิ้ว, 2/3 นิ้ว และ 1/2 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.29 ต่อมาได้มีการพัฒนา เป็น แผ่นรับภาพ หรือ CCD (Charge Coupled Device) เริ่มตั้งแต่ ขนาด 2/3 นิ้ว , 1/2 นิ้ว , 1/3 นิ้ว , 1/4 นิ้ว ยังไม่สิ้นสุด

รูปที่ 2.26 แสดงหลอดวิดิคอน (Vidicon Tube) ในขนาดต่างๆ

กล้องโทรทัศน์วงจรปิด มีทั้งขาว/ดำ (Monochrome) และสี (Color) ความสามารถในการทำงาน หรือ การใช้งานจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความต้องการของงานตามแต่วัตถุประสงค์ในการเลือกใช้งาน เช่น ความไวแสง (Sensitivity) หมายถึงปริมาณแสงน้อยที่สุดที่จะสามารถมองเห็นภาพได้ กล้องโทรทัศน์วงจรปิดจะสามารถรับภาพได้จะต้องมีแสงส่องไปที่วัตถุนั้นและสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมาจากวัตถุนั้นกล้องแต่ละรุ่นแต่ละผู้ผลิต จะมีความไวแสงแตกต่างกันไปดังนั้นในการเปรียบเทียบความไวของกล้องแต่ละกล้อง ควรจะเปรียบเทียบที่มาตราฐานเดียวกัน เช่น กล้องตัวหนึ่งที่ 30 IRE F1.2 มีความไวแสง 0.64 Lux แต่เมื่อไปเทียบที่ 50 IRE F1.2 จะมีความไวแสงเป็น 2.0 Lux เป็นต้น ความคมชัดของภาพ (Resolution) กล้องที่ใช้งานโดยทั่วไปจะมีความคมชัดของภาพที่ 330 เส้น สำหรับกล้องสีที่ 380 เส้น สำหรับกล้องขาว/ดำ แต่การใช้งานในบางกรณีก็มีความจำเป็นที่ต้องการกล้องที่ให้รายละเอียดของภาพสูงกว่าปกติ จึงต้องเลือกใช้กล้องที่มีความคมชัดของภาพสูง (High Resolution) เช่น 480 เส้นสำหรับกล้องขาว/ดำ หรือ 480 เส้นสำหรับกล้องสี เป็นต้น ปัจจุบันกล้องโทรทัศน์วงจรปิดจะใช้แผงรับรูปแบบ CCD (CHARGE COUPLE DEVICE) ซึ่งเป็นอุปกรณ์เซมิคอนดัคเตอร์ประเภทหนึ่งในกล้องราคาถูกจะไม่มีหน่วยประมวลผลภาพ และหน่วยความจำ ซึ่งเรียกว่าส่วนประมวลผลภาพดิจิตอล (DSP : Digital Image Signal Processing) ซึ่งจะทำให้กล้องที่ไม่มีหน่วยประมวลผล DSP อยู่จะซีดจาง และความคมชัดลดลง เมื่อใช้งาน ผ่านไปช่วงหนึ่ง



รูปที่ 2.27 แสดงแผงรับภาพแบบ CCD (CHARGE COUPLE DEVICE)

นอกจากนี้ยังมีกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบอื่นๆ อีกที่สามารถจะเลือกใช้ให้เหมาะกับความต้องการ เช่น กล้องโดม (Dome Camera) จะเป็นกล้องที่มีลักษณะภายนอก (ตัวกล้อง) เป็นภาพทรงกลม บางชนิดหมุนได้รอบตัว ก้ม-เงยได้กำลังเป็นที่นิยมใช้งานในขณะนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดตั้งภายในอาคาร โดยนำไปติดไว้กับฝ้าหรือผนังอาคาร ดูเรียบร้อยสวยงาม มีขนาดกะทัดรัด ไม่มีอุปกรณ์ต่อพ่วงให้ดูรกรุงรัง การติดตั้งง่ายและยังเป็นการพรางตาสำหรับคนทั่วไปว่าที่นี่มีกล้องโทรทัศน์วงจรปิด โดยทั่วไปแล้วจะถูกแบ่งง่ายๆ ออกเป็นสองชนิดคือ กล้องสี และกล้องขาวดำซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้และสถานที่ในการติดตั้งซึ่งต้องประกอบไปด้วย ลักษณะของการใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9.1 กล้องสี

กล้องสี ควรใช้งานกับสถานที่ที่มีแสงสม่ำเสมอ เช่น ซูปเปอร์มาเก็ต, มินิมาร์ท, ร้านทอง ฯลฯ เป็นต้น จากกลุ่มที่ยกตัวอย่างให้เห็นนั้นมีความเหมาะสมกล่าวคือกล้องสีสามารถแยกแยะรายละเอียดหรือสีของสิ่งของได้ดี และในสถานที่ที่ยกตัวอย่างดังกล่าวก็มีการใช้แสงสว่างค่อนข้างมากและสม่ำเสมอภาพที่มาปรากฏบนหน้าจอมอนิเตอร์ก็จะมีความชัดเจน

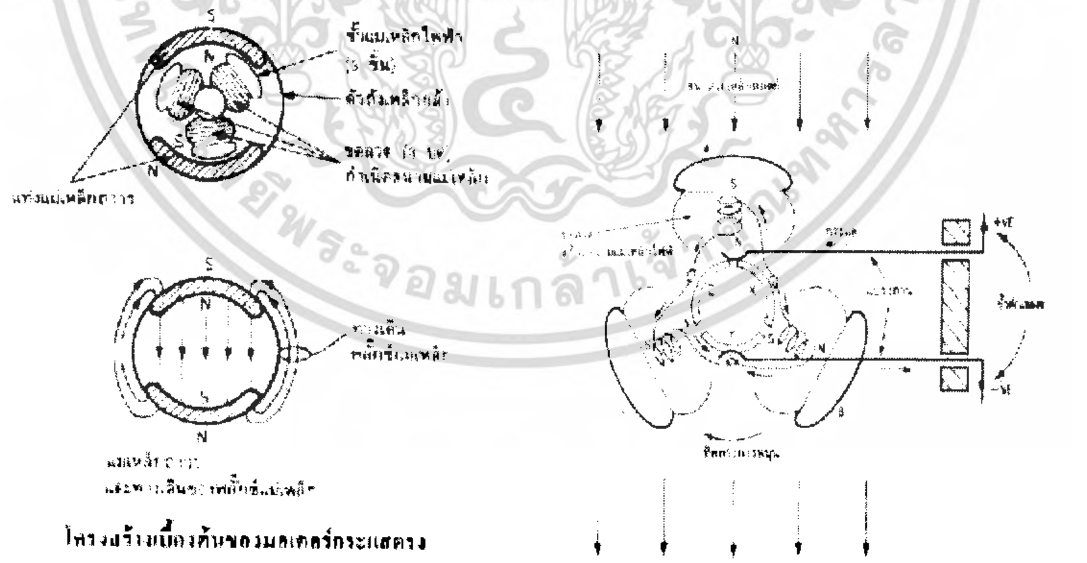
2.1.9.2 กล้องขาว-ดำ

กล้องขาวดำ กล้องชนิดนี้เป็นกล้องที่ใช้แสงในการรับรูปต่ำมาก (LUX) เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้งานในด้านการรักษาความปลอดภัย เนื่องจากสามารถดูในเวลากลางคืนได้ดีกว่ากล้องสีเหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ในอาคาร, คลังสินค้า, โรงงาน, กระบวนการผลิต, พื้นที่อันตราย, เคาเตอร์เก็บเงิน, ลานจอดรถ, ปั๊มน้ำมัน หรือสถานที่ที่ใช้อุปกรณ์ดูแลรักษาความปลอดภัย

2.2 ระบบส่งกำลังและการควบคุม

2.2.1 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็กซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก



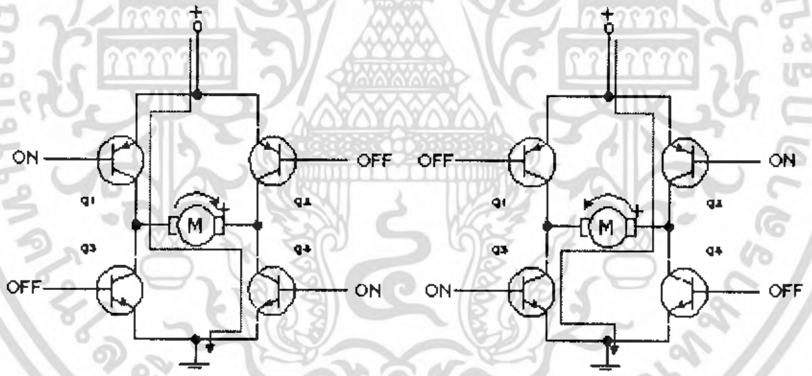
รูปที่ 2.28 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากในรูปที่ 2.28 ทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็กและสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลั๊กซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวรจึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์และแหวนคอมมิวเตเตอร์ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั่นเอง

2.2.1.1 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้นเราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจรสวิตซ์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์มอสเฟตแล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน



รูปที่ 2.29 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากรูปที่ 2.29 เป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวาโดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

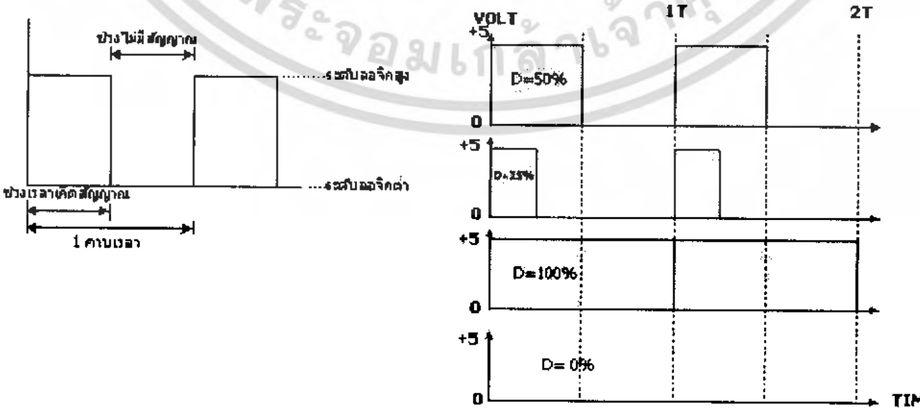
2.2.1.2 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไป เช่น การควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)

2.2.1.3 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (PWM)

การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วนและความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเคิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมดยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังรูป 6.27 และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าจะไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถจะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ) X100%



รูปที่ 2.30 แสดงความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิล ของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่

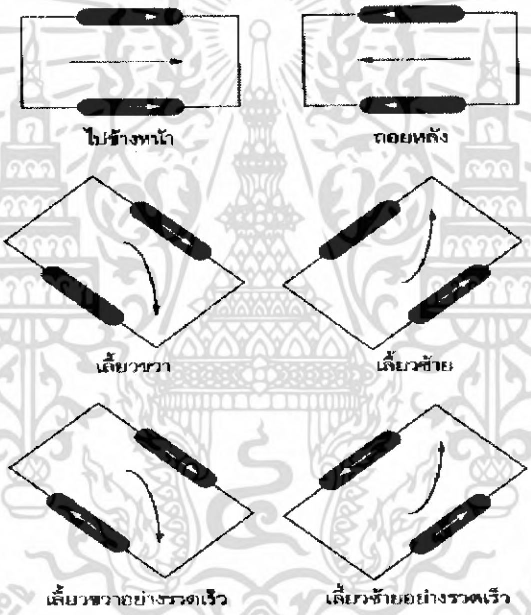
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พื้นฐานการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

2.3.1 การขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1.1 หลักการพื้นฐาน

ในการออกแบบหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยล้อนอกจากแบตเตอรี่แล้ว มอเตอร์ไฟฟ้าก็เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีน้ำหนักมากที่สุดในตัวหุ่นยนต์ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงตำแหน่งของการวางบนตัวของหุ่นยนต์ด้วย และจะต้องกระจายน้ำหนักให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุดส่วนใหญ่การออกแบบหุ่นยนต์จะใช้มอเตอร์ 2 ตัวเป็นตัวขับเคลื่อนล้อให้เดินหน้าหรือถอยหลัง ดังแสดงในรูปที่ 1 การเลี้ยวนั้นสามารถทำได้โดยการหยุดล้อข้างใดข้างหนึ่งหรือกลับทิศทางการหมุนของล้อทั้งสองข้างให้มีทิศทางการหมุนตรงข้ามกัน ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์เลี้ยวได้อย่างรวดเร็วในวงเลี้ยวที่แคบๆ ได้



รูปที่ 2.31 มอเตอร์และล้อที่ติดตั้งทำให้หุ่นยนต์สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวาได้

2.3.1.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่

ความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ใช้ในการหาค่าความเร็วของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สำหรับงานทั่วไปความเร็วรอบของมอเตอร์ไม่ควรเกิน 130 รอบต่อนาที เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกอยู่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะไม่เกิน 4 ฟุตต่อวินาที เมื่อใช้ล้อขนาดปกติซึ่งเร็วพอสมควร ความเร็วที่พอเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะอยู่ประมาณ 1-2 ฟุตต่อนาที ซึ่งก็ต้องลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อหรือใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบน้อยกว่าหรือปรับเปลี่ยนทั้งสองอย่าง

2.3.1.3 วิธีการคำนวณความเร็วของหุ่นยนต์

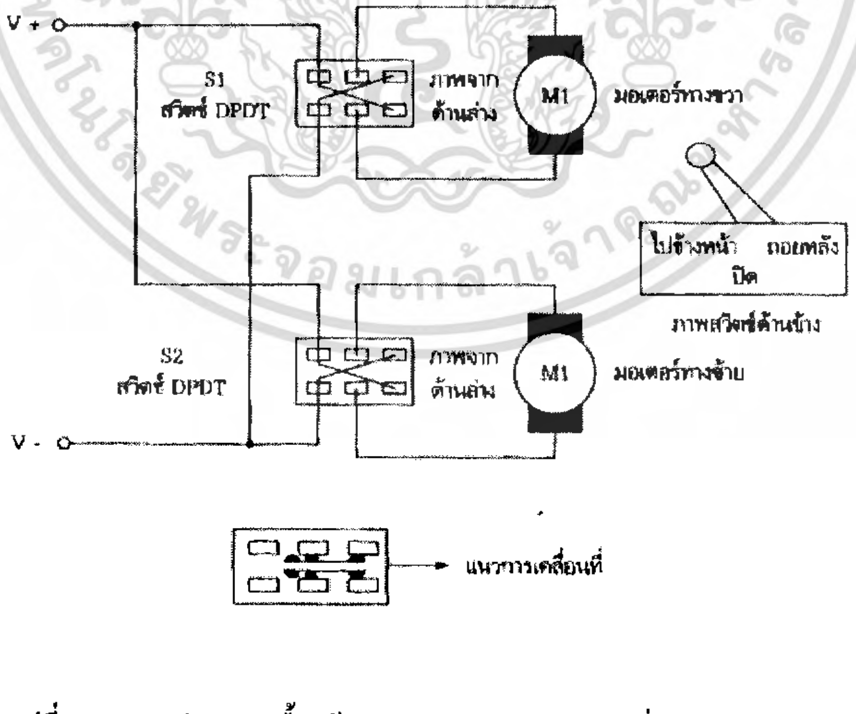
- เปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์เป็นหน่วยรอบต่อวินาที เช่น ถ้ามอเตอร์มีความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที จะต้องนำ 60 มาหาร จะได้เท่ากับ 1.66 รอบต่อวินาที

- หาความยาวของเส้นรอบวงของล้อ โดยการนำค่า ¶ หรือ 3.14 คูณกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อ เช่น ล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว จะมีความยาวของเส้นรอบวงเท่ากับ 21.98 นิ้ว

- นำความเร็วรอบของมอเตอร์คูณกับเส้นรอบวง จะได้ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ใน 1 วินาที

2.3.2 พื้นฐานการควบคุมทิศทาง

เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นอุปกรณ์ที่ง่ายต่อการควบคุมทิศทางการหมุน ตัวอย่างเช่น การสลับทิศทางของการจ่ายไฟจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตรงกันข้าม สำหรับหุ่นยนต์ขนาดเล็กนั้นจะใช้สวิตช์แบบ double-pole double-throw (DPDT) ในการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ดูการวางสายในรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 การต่อวงจรเบื้องต้นสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อสังคมของมนุษย์เราในปัจจุบัน แทบทุกวงการล้วนนำคอมพิวเตอร์เข้าไปเกี่ยวข้องกับการใช้งาน จนกล่าวได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานในชีวิตประจำวัน ฉะนั้นการเรียนรู้เพื่อทำความรู้จักกับคอมพิวเตอร์จึงถือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่งเพื่อที่จะทราบว่าคอมพิวเตอร์ คืออะไร ทำงานอย่างไรและมีความสำคัญต่อมนุษย์อย่างไร

2.4.1 คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์มาจากภาษาละตินว่า Computare ซึ่งหมายถึง การนับ หรือ การคำนวณ พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ไว้ว่า "เครื่องอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ ทำหน้าที่เหมือนสมองกลใช้สำหรับแก้ปัญหาต่างๆ ที่ง่ายและซับซ้อนโดยวิธีทางคณิตศาสตร์"

รูปที่ 2.33 ลักษณะโดยทั่วไปของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ทำงานแทนมนุษย์ ในด้านการคิดคำนวณและสามารถจำข้อมูลทั้งตัวเลขและตัวอักษรได้ เพื่อการเรียกใช้งานในครั้งต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถจัดการกับสัญลักษณ์ได้ด้วยความเร็วสูง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของโปรแกรม คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในด้านต่างๆ อีกมาก อาทิเช่น การเปรียบเทียบทางตรรกศาสตร์ การรับส่งข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลในตัวเครื่องและสามารถประมวลผลจากข้อมูลต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การทำงานของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นประเภทใดก็ตาม จะมีลักษณะการทำงานของส่วนต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันเป็นกระบวนการ โดยมีองค์ประกอบพื้นฐานหลักคือ Input Process และ output ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังรูป

รูปที่ 2.34 แสดงขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์

- ส่วนรับข้อมูลเข้า (Input) เป็นการนำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถผ่านทางอุปกรณ์ชนิดต่างๆ แล้วแต่ชนิดของข้อมูลที่จะป้อนเข้าไป เช่น ถ้าเป็นการพิมพ์ข้อมูลจะใช้แผงแป้นพิมพ์ (Keyboard) เพื่อพิมพ์ข้อความหรือโปรแกรมเข้าเครื่องถ้าเป็นการเขียนภาพจะใช้เครื่องอ่านพิกัดภาพกราฟิค (Graphics Tablet) โดยมีปากกาชนิดพิเศษสำหรับเขียนภาพหรือถ้าเป็นการเล่นเกมก็จะมีก้านควบคุม (Joystick) สำหรับเคลื่อนตำแหน่งของการเล่นบนจอภาพ เป็นต้น
- ส่วนประมวลผลข้อมูล (Process) เมื่อนำข้อมูลเข้ามาแล้วเครื่องจะดำเนินการกับข้อมูลตามคำสั่งที่ได้รับมาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการการประมวลผลอาจจะมีได้หลายอย่าง เช่น นำข้อมูลมาหาผลรวม นำข้อมูลมาจัดกลุ่ม นำข้อมูลมาหาค่ามากที่สุด หรือน้อยที่สุด เป็นต้น
- ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) เป็นการนำผลลัพธ์จากการประมวลผลมาแสดงให้ทราบทางอุปกรณ์ที่กำหนดไว้โดยทั่วไปจะแสดงผ่านทางจอภาพ หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า "จอมอนิเตอร์" (Monitor) หรือจะพิมพ์ข้อมูลออกทางกระดาษ โดยใช้เครื่องพิมพ์ก็ได้

2.4.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์

จากประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วมาก ทำให้ปัจจุบันมีเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เลือกใช้มากมายหลายรูปแบบตามความต้องการของผู้ใช้การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์นั้น สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.1 แบ่งตามหลักประมวลผลจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- คอมพิวเตอร์แบบแอนะล็อก (Analog Computer) หมายถึง เครื่องมือประมวลผลข้อมูลที่อาศัยหลักการวัด (Measuring Principle) ทำงานโดยใช้ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) แสดงออกมาในลักษณะสัญญาณที่เรียกว่า Analog Signal เครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทนี้มักแสดงผลด้วยสเกลหน้าปัทม์และเข็มชี้ เช่น การวัดค่าความยาวโดยเปรียบเทียบกับสเกลบนไม้บรรทัด การวัดค่าความร้อนจากการขยายตัวของปรอทเปรียบเทียบกับสเกลข้างหลอดแก้ว

- คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล (Digital Computer) หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำงานทั่วๆ ไปนั่นเอง เป็นเครื่องมือประมวลผลข้อมูลที่อาศัยหลักการนับทำงานกับข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าหรือ Digital Signal อาศัยการนับสัญญาณข้อมูลที่เป็นจังหวะด้วยตัวนับ (Counter) ภายใต้ระบบฐานเวลา (Clock Time) มาตรฐานทำให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าเชื่อถือ ทั้งสามารถนับข้อมูลให้ค่าความละเอียดสูง เช่นแสดงผลลัพธ์เป็นทศนิยมได้หลายตำแหน่ง เป็นต้น

- คอมพิวเตอร์แบบลูกผสม (Hybrid Computer) หมายถึง เครื่องประมวลผลข้อมูลที่อาศัยเทคนิคการทำงานแบบผสมผสานระหว่าง Analog Computer และ Digital Computer โดยทั่วไปมักใช้ในงานเฉพาะกิจ โดยเฉพาะงานด้านวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ในยานอวกาศที่ใช้ Analog Computer ควบคุมการหมุนของตัวยานและใช้ Digital Computer ในการคำนวณระยะทาง เป็นต้น

2.4.3.2 แบ่งตามหลักวัตถุประสงค์ของการใช้งานจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่องานเฉพาะกิจ (Special Purpose Computer) หมายถึง เครื่องประมวลผลข้อมูลที่ถูกออกแบบตัวเครื่องและโปรแกรมควบคุม ให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเฉพาะ (Inflexible) โดยทั่วไปมักใช้ในงานควบคุมหรืองานอุตสาหกรรมที่เน้นการประมวลผลแบบรวดเร็ว เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมสัญญาณไฟจราจร คอมพิวเตอร์ควบคุมลิฟท์ หรือคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบอัตโนมัติในรถยนต์ เป็นต้น

- เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่องานอเนกประสงค์ (General Purpose Computer) หมายถึง เครื่องประมวลผลข้อมูลที่มีความยืดหยุ่นในการทำงาน (Flexible) โดยได้รับการออกแบบให้สามารถประยุกต์ใช้ในงานประเภทต่างๆ ได้โดยสะดวก โดยระบบจะทำงานตามคำสั่งในโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาและเมื่อผู้ใช้ต้องการให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานอะไร ก็เพียงแต่ออกคำสั่งเรียกโปรแกรมที่เหมาะสมเข้ามาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.3 แบ่งตามความสามารถของระบบจำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด

โดยพิจารณาจาก ความสามารถในการเก็บข้อมูล และ ความเร็วในการประมวลผลเป็นหลัก ดังนี้

- ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super Computer) หมายถึง เครื่องประมวลผลข้อมูลที่มีความสามารถในการประมวลผลสูงที่สุดโดยทั่วไปสร้างขึ้นเป็นการเฉพาะเพื่องานด้านวิทยาศาสตร์ที่ต้องการการประมวลผลซับซ้อนและต้องการความเร็วสูง เช่น งานวิจัยขีปนาวุธ งานโครงการอวกาศสหรัฐ (NASA) งานสื่อสารดาวเทียม หรืองานพยากรณ์อากาศ เป็นต้น

- เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Mainframe Computer) หมายถึง เครื่องประมวลผลข้อมูลที่มีส่วนความจำและความเร็วน้อยลง สามารถใช้ข้อมูลและคำสั่งของเครื่องรุ่นอื่นในตระกูล (Family) เดียวกันได้ โดยไม่ต้องดัดแปลงแก้ไขใดๆ นอกจากนั้นยังสามารถทำงานในระบบเครือข่าย (Network) ได้เป็นอย่างดี โดยสามารถเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่องปลายทาง (Terminal) จำนวนมากได้ สามารถทำงานได้พร้อมกันหลายงาน (Multi Tasking) และใช้งานได้พร้อมกันหลายคน (Multi User) ปกติเครื่องชนิดนี้นิยมใช้ในธุรกิจขนาดใหญ่ มีราคาตั้งแต่สิบล้านบาทไปจนถึงหลายร้อยล้านบาท ตัวอย่างของเครื่องเมนเฟรมที่ใช้กันแพร่หลายก็คือ คอมพิวเตอร์ของธนาคารที่เชื่อมต่อไปยังตู้ ATM และสาขาของธนาคารทั่วประเทศนั่นเอง

- มินิคอมพิวเตอร์ (Mini Computer) หมายถึง ธุรกิจและหน่วยงานที่มีขนาดเล็กไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ขนาดเมนเฟรมซึ่งมีราคาแพง ผู้ผลิตคอมพิวเตอร์จึงพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้มีขนาดเล็กและมีราคาถูกลง เรียกว่า เครื่องมินิคอมพิวเตอร์ โดยมีลักษณะพิเศษในการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประกอบรอบข้างที่มีความเร็วสูงได้ มีการใช้แผ่นจานแม่เหล็กความจุสูงชนิดแข็ง (Hard disk) ในการเก็บรักษาข้อมูลสามารถอ่านเขียนข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว หน่วยงานและบริษัทที่ใช้คอมพิวเตอร์ขนาดนี้ ได้แก่ กรม กอง มหาวิทยาลัย ห้างสรรพสินค้า โรงแรม โรงพยาบาล และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

- ไมโครคอมพิวเตอร์ (Micro Computer) หมายถึง เครื่องประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก มีส่วนของหน่วยความจำและความเร็วในการประมวลผลน้อยที่สุดสามารถใช้งานได้ด้วยคนเดียว จึงมักถูกเรียกว่า คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer : PC) ปัจจุบัน ไมโคร-คอมพิวเตอร์มีประสิทธิรูปสูงกว่าในสมัยก่อนมาก อาจเท่ากับหรือมากกว่าเครื่องเมนเฟรมในยุคก่อนนอกจากนั้นยังราคาถูกลงมาก ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมใช้มาก ทั้งตามหน่วยงานและบริษัทห้างร้านตลอดจนตามโรงเรียน สถานศึกษา และบ้านเรือน บริษัทที่ผลิตไมโครคอมพิวเตอร์ออกจำหน่ายจนประสบความสำเร็จเป็นบริษัทแรก คือ บริษัทแอปเปิลคอมพิวเตอร์

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- แบบติดตั้งใช้งานอยู่กับที่บนโต๊ะทำงาน (Desktop Computer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบเคลื่อนย้ายได้ (Portable Computer) สามารถพกพาได้สะดวก อาศัยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จากภายนอก ส่วนใหญ่มักเรียกตามลักษณะของการใช้งานว่า Laptop Computer หรือ Notebook Computer

2.4.4 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์

ในความเป็นจริงแล้ว ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราเห็นๆ กันอยู่นี้เป็นเพียงองค์ประกอบส่วนหนึ่งของระบบคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ถ้าต้องการให้เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิรูปตามที่เราต้องการนั้น จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ประการมาทำงานประสานงานร่วมกัน ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย

2.4.4.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ฮาร์ดแวร์ (Hardware) หมายถึง อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นโครงร่างสามารถมองเห็นด้วยตาและสัมผัสได้ (รูปธรรมดา) เช่น จอภาพ คีย์บอร์ด เครื่องพิมพ์ เมาส์ เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ตามลักษณะการทำงานได้ 4 หน่วย คือ หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) หน่วยเก็บข้อมูลสำรอง (Secondary Storage) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) หน่วยแสดงผล (Output Unit) โดยอุปกรณ์แต่ละหน่วยมีหน้าที่การทำงานแตกต่างกัน

รูปที่ 2.35 อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์

2.4.4.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ (Software) หมายถึง ส่วนที่มนุษย์สัมผัสไม่ได้โดยตรง (นามธรรม) เป็นโปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน ซอฟต์แวร์จึงเป็นเหมือนตัวเชื่อมระหว่างผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์ ถ้าไม่มีซอฟต์แวร์เราก็ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำอะไรได้เลย ซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น

- ซอฟต์แวร์สำหรับระบบ (System Software) คือ ชุดคำสั่งที่เขียนไว้สำเร็จรูป ซึ่งจะทำงานใกล้ชิดกับคอมพิวเตอร์มากที่สุด เพื่อคอยควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ทุกอย่าง และอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ในการใช้งาน ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมระบบที่รู้จักกันดีก็คือ DOS, Windows, Unix, Linux รวมทั้งโปรแกรมแปลคำสั่งที่เขียนในภาษาระดับสูง เช่น ภาษา Basic, Fortran, Pascal, Cobol, C เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบระบบเช่น Norton's Utilities ก็นับเป็นโปรแกรมสำหรับระบบด้วยเช่นกัน

- ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Software) คือ ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมที่ทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานต่างๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ ไม่ว่าจะด้านเอกสาร บัญชี การจัดเก็บข้อมูล เป็นต้น

2.4.5 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (flash memory) คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายประการดังนี้

- หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้ จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิรูป
- ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี
- ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผลิตโดย Atmel สามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้ โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่ หรือเรียกว่า การโปรแกรมในวงจร หรือ ในระบบ (In-system programming) ทำให้การพัฒนาหรือการซ่อมบำรุง ตลอดจนการปรับปรุงหรืออัปเกรดข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวก ภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก
- ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นอินเทล, ซีเมนส์ หรือ ดัลลัส

2.4.6 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม

- ขาพอร์ทเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟลูดูเพล็กซ์

- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว

- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท

- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในภายชิป

- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SRI สำหรับในอนุกรม AT89xx

- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89xx

ในรูปที่ 2.36 เป็นโครสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89xx จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามาหากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอมและบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

สำหรับในรูปที่ 2.37 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของอนุกรม AT89Sxx จะเห็นได้ว่ามีส่วนประกอบที่เพิ่มเติมแตกต่างจาก AT89Cxx อยู่หลายส่วน อาทิ วงจรเชื่อมต่ออนุกรมแบบ SPI ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ อนุกรมนี้ใช้ในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมโดยไม่ต้องถอดตัวชิปออกไปจากระบบหรือเรียกว่าการโปรแกรมในวงจรไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตที่เพิ่มเติมเข้ามาอีกตัวหนึ่งเป็นไทเมอร์ 2 และวงจรวอตช์ด็อกที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานผลิพลาดของซีพียู

ในตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 แต่ละเบอร์ที่ Atmel ผลิตขึ้นและมีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

2.4.7 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.38 และ 2.39 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5v

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

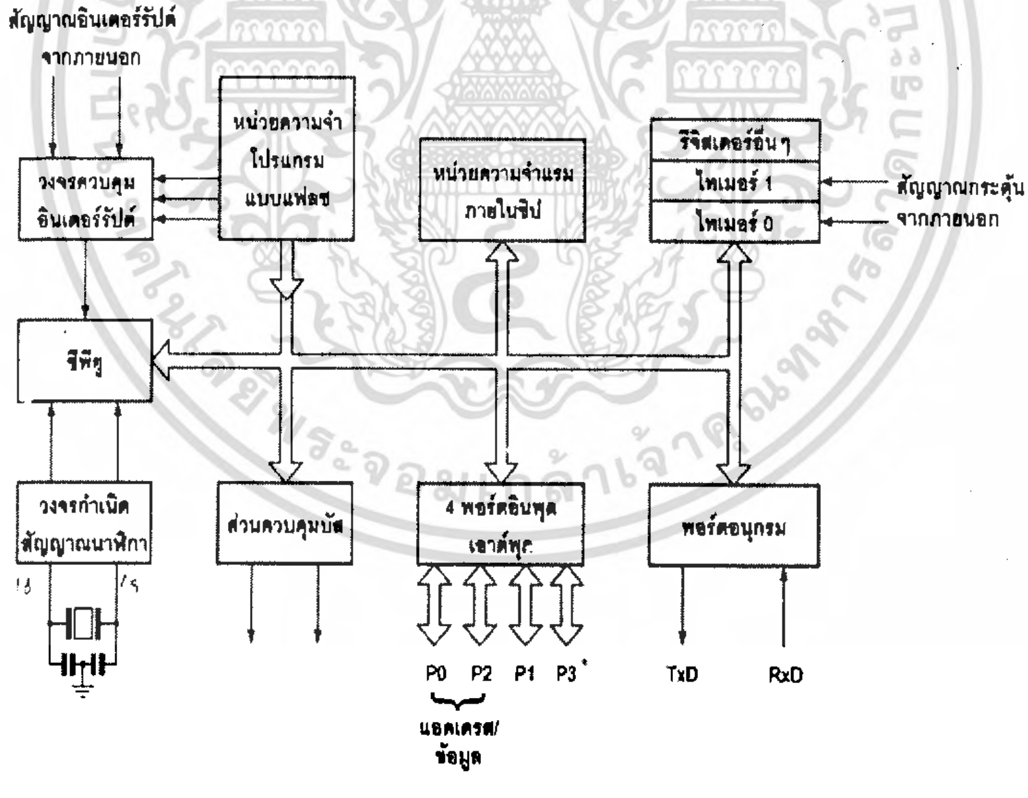
ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต “0” ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

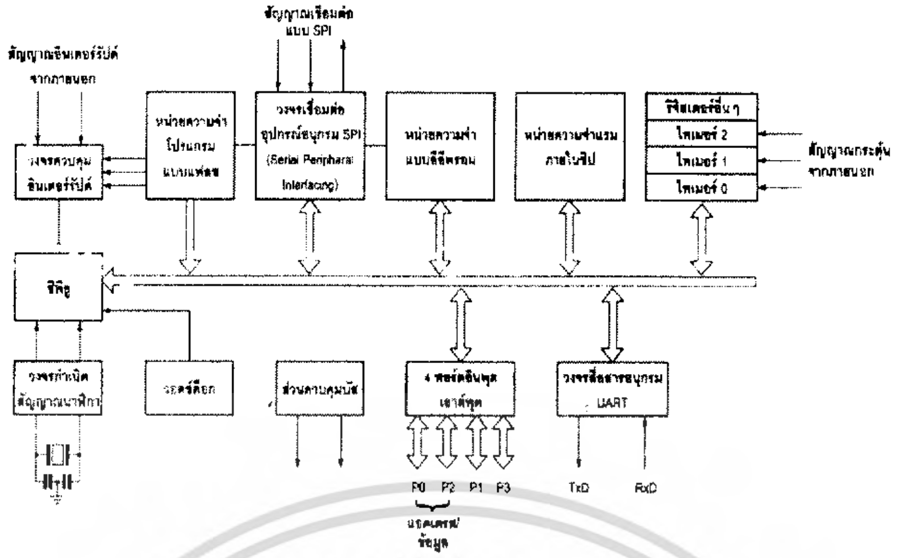
ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยนอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)



รูปที่ 2.36 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรมAT89Cxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



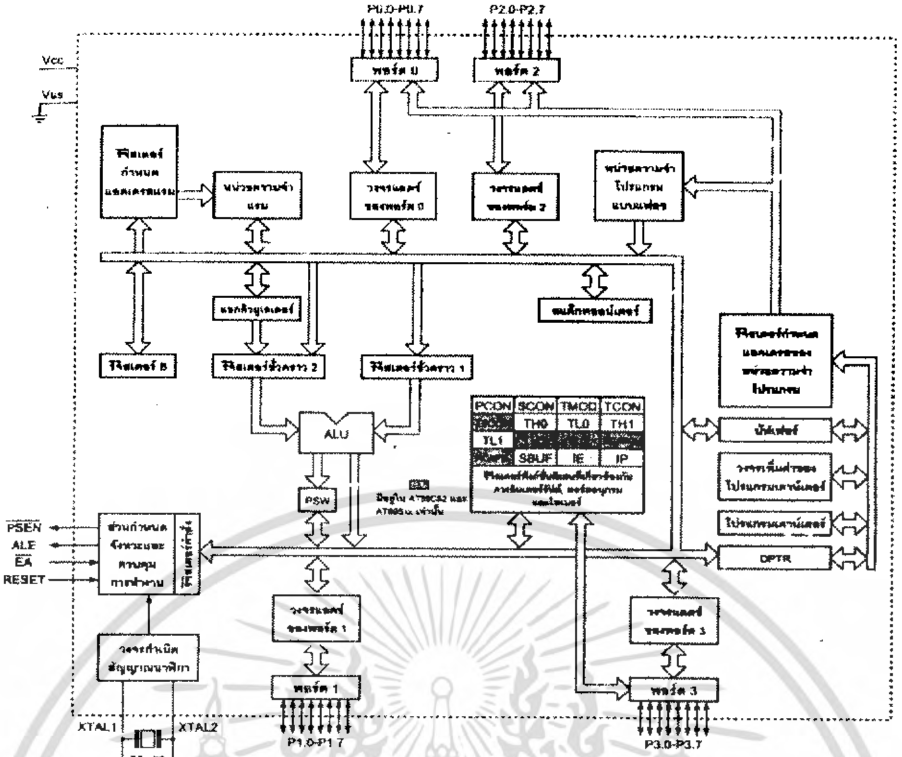
รูปที่ 2.37 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Sxx

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

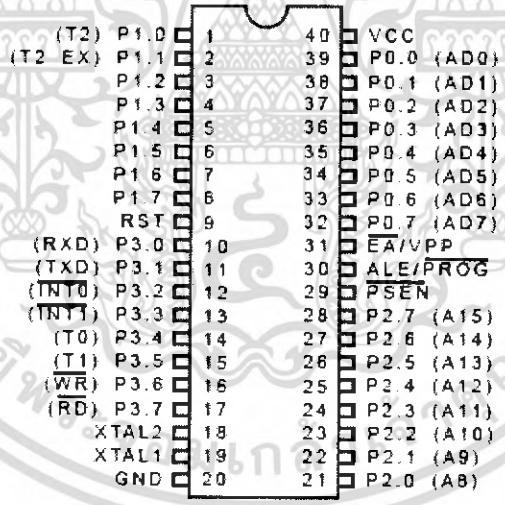
เบอร์ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	**หน่วยความจำ โปรแกรม**	**หน่วยความจำ ข้อมูล**	**ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต**
AT89C1051	ขนาด 1 กิโลไบต์	แรม 64 ไบต์	1
AT89C2051	ขนาด 2 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C51	ขนาด 4 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C52	ขนาด 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89C55	ขนาด 20 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.38 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel



รูปที่ 2.39 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

ขา EA/Vpp (External Access Enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น “0” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกแต่ถ้าหากขานี้เป็น “1” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำในไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับโปรแกรม +12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.8 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้ทั้งสิ้น 4 พอร์ตคือ พอร์ต 0 ถึงพอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตรับสัญญาณข้อมูลและเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูล ทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีวงแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงให้เห็นในสถาปัตยกรรม

ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไปและใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต 1 บางขานอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้วยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ใด ดังสรุปได้ในตารางที่ 2.1

ในรูปที่ 2.40 แสดงวงจรภายในของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยในรูปที่ 2.40 (ก) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจรดีฟลิฟลอปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ตและสถานะของวงจรแลตซ์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกัน นั่นคือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ตและสัญญาณอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

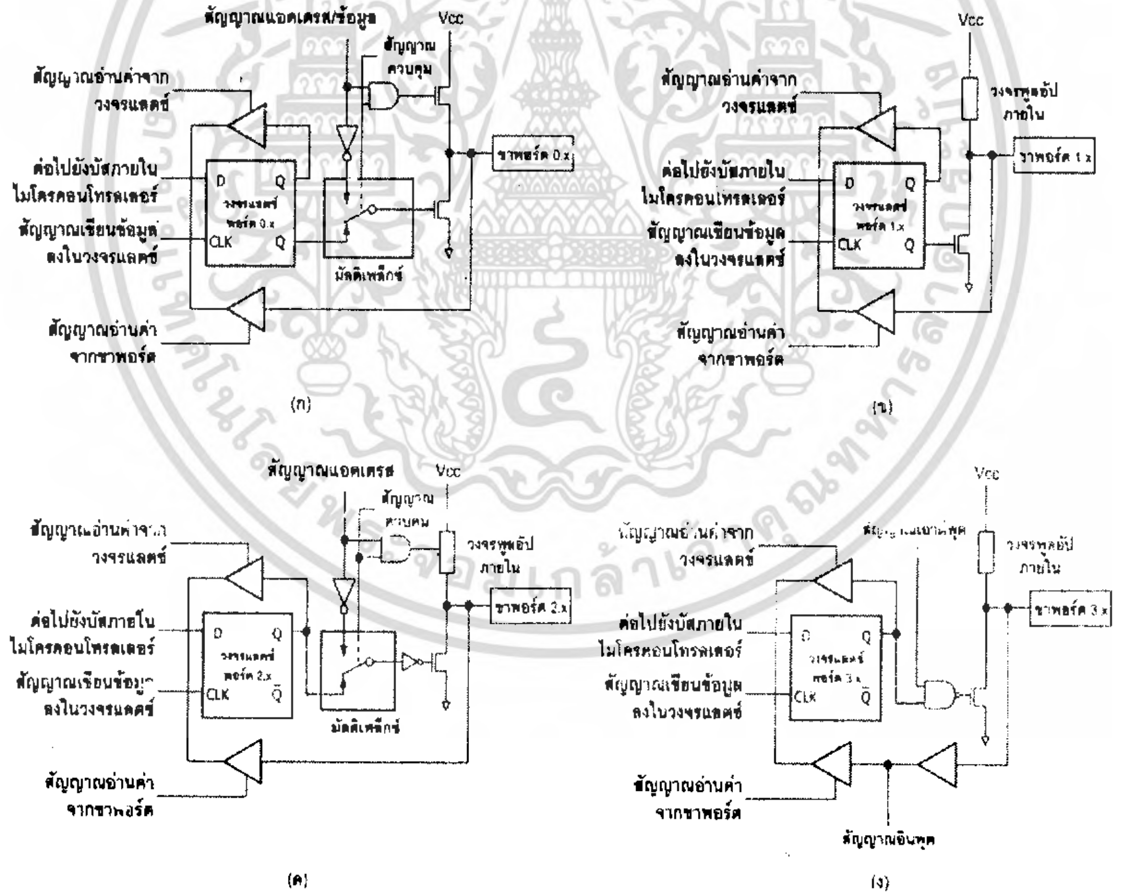
ข้อมูลจากวงจรแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดีฟลิป-ฟลอปในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาทางขาบัสข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดีฟลิฟลอป

ที่พอร์ตนี้จะมีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนด ลักษณะการทำงานของพอร์ตว่าต้องการใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตปกติหรือใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์

เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรพูลอัปภายใน หากมีการนำพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอกเข้าที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย

ในรูปที่ 2.40 (ข) เป็นวงจรของพอร์ต 1 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับพอร์ต 0 หากแต่ไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์ เนื่องจากพอร์ตนี้จะไม่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกแต่จะมีวงจรพูลอัปภายในที่แต่ละบิตของพอร์ตนี้แทน สำหรับรายละเอียดของวงจรพูลอัปแสดงในรูปที่ 2.50

ในรูปที่ 2.40 (ค) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 2 จะคล้ายกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันเพียงมีวงจรพูลอัปเพิ่มเติมเข้ามา ส่วนในรูปที่ 2.40 (ง) เป็นวงจรภานในของพอร์ต 3 จะเห็นได้ว่าคล้ายกับพอร์ต 1 มีการเพิ่มเติมวงจรบัฟเฟอร์และวงจรอินพุตเอาต์พุตเมื่อทำงานในฟังก์ชั่นพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3 สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขา



รูปที่ 2.40 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

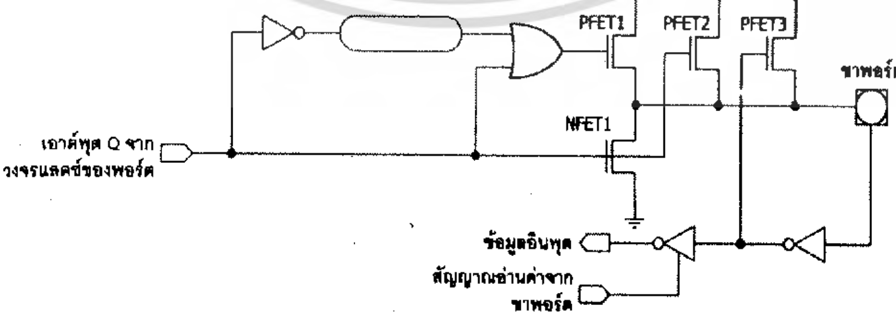
2.4.9 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุตต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของแฟลชที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับวงจรพูลอัปภายใน โดยตรงส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น "1" สามรถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่ายสัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอกิจ "0" จะดีและสะดวกที่สุด (ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์อินพุตที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ แทบทั้งหมดทำงานที่ลอจิก "0" แล้ว)

2.4.10 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้วขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล "0" ไปยังวงจรแลตซ์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟตทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก "0" ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมุล "1" ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล "1" ไปยังวงจรแลตซ์ วงจรขับก็จะหยุดทำงานทำให้ที่ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภายในเกิดเป็นลอจิก "1" ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต



รูปที่ 2.41 วงจรพูลอัปภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตแต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส (source current) ได้สูงสุด 10 mA และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ต (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ต 0 และ 15 mA สำหรับพอร์ต 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแส จึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง

2.4.11 การอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช สามารถอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตได้ 2 ลักษณะคือ อ่านจากขาพอร์ตโดยตรง และอ่านจากวงจรแลตซ์ของแต่ละพอร์ต

ในกรณีที่พอร์ตต่อกับขาเบสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวนั้นต่อลงกราวด์หากมีการส่งข้อมูล "1" ไปยังทรานซิสเตอร์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานสถานะลอจิกที่ขาพอร์ตจะเป็น "0" เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงาน จะเสมือนว่าขาพอร์ตนั้นถูกต่อลงกราวด์ทำให้หากอ่านค่าลอจิกที่ขาพอร์ตจะได้ผลตรงข้ามกับที่ส่งออกมา แต่ถ้าหากทำงานอ่านค่าลอจิกที่วงจรแลตซ์จะได้ค่าที่ตรงกับค่าที่ต้องการส่งจริง ดังนั้นในการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วย

2.4.12 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำภายในหลักๆ อยู่ 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งก็มีขนาดและการจัดสรรแตกต่างกันไปในแต่ละเบอร์ในบทนี้ กล่าวถึงรายละเอียดของการจัดสรรหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอกและข้อมูลเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษที่ใช้ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

2.4.12.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

ในรูปที่ 2.51 แสดงการจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในเบอร์ต่างๆ ที่นิยมใช้งาน อันประกอบด้วยเบอร์ AT89C51 และ AT89C52 จะเห็นได้ว่าทั้งสองเบอร์สามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยสามารถเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในอย่างเดียวหรือเลือกใช้หน่วยความจำภายนอกอย่างเดียวก็ได้ ดังในรูปที่ 2.42 (ก) โดยภายใน AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ ในขณะที่ AT89C52 จะมีขนาด 8 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายในและภายนอกรวมกัน หากใช้ AT89C51 ก็สามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ และถ้าใช้เบอร์ AT89C52 จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 56 กิโลไบต์

หน่วยความจำโปรแกรมมีแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0000H เมื่อซีพียูได้รับการรีเซตให้เริ่มต้นการทำงาน จะต้องมาเริ่มต้นที่แอดเดรส 0000H นี้เสมอ อย่างไรก็ตามในพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมไม่ว่าจะใช้งานภายในหรือภายนอกก็ตามต้องมีการสงวนพื้นที่บางตำแหน่งเอาไว้สำหรับการบริการอินเตอร์รัปต์ 6 ประเภท ประเภทละ 8 ไบต์ ประกอบด้วย

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 0 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0003H

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 0 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 000BH

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 1 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0003H

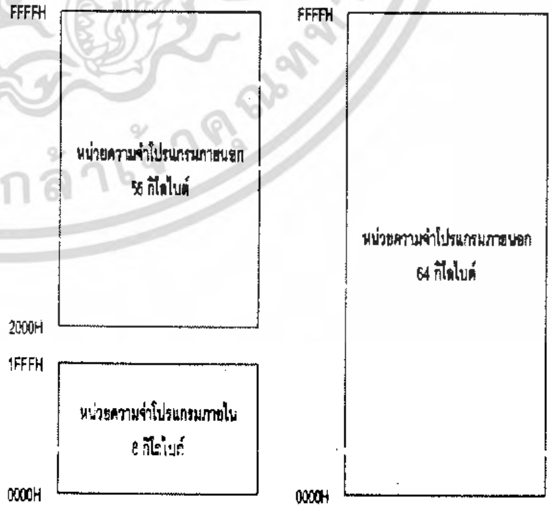
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 1 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 000BH

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ของการสื่อสารอนุกรม กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0023H

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 2 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 002BH

กรณีที่ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแต่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกด้วย สามารถทำได้โดยกำหนดค่าแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมให้ต่อจากค่าแอดเดรสสุดท้ายของหน่วยความจำโปรแกรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ ยกตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์ มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 0000H-0FFFH เมื่อต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกต้องกำหนดให้แอดเดรสอยู่ในช่วง 1000H-FFFFH

(ก)

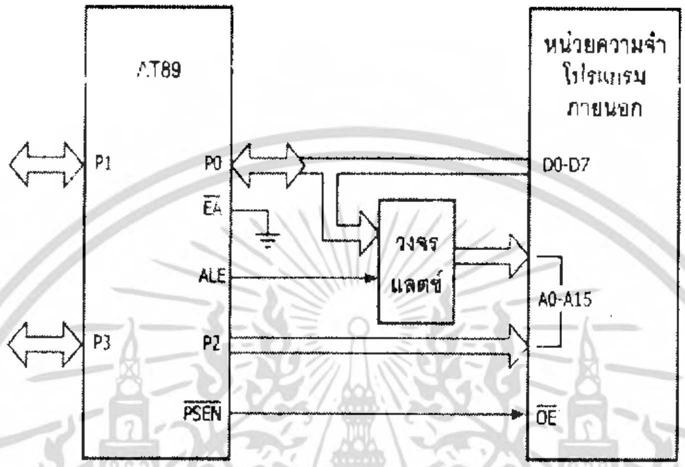


(ข)

รูปที่ 2.42 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อหน่วยความจำภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 2.43 ขาพอร์ต P0.0-P0.7 ใช้เป็นขาข้อมูล D0-D7 และขาแอดเดรสไบต์ต่ำ โดยผ่านวงจรแลตช์ ซึ่งปกติใช้ไอซีเบอร์ 74HC573 และใช้สัญญาณ ALE และ PS EN ในการเลือกใช้งานขา P0.0-P0.7 เพื่อเป็นขาข้อมูลหรือขาแอดเดรส ในขณะที่ P2.0-P2.7 ใช้ในการเชื่อต่อกับขาแอเดรสไบต์สูง A8-A15 ดังนั้นเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหลือขาพอร์ตเพียง 16 บิต คือ ที่ขาพอร์ต P1.0-P1.7 และ P3.0-P3.7



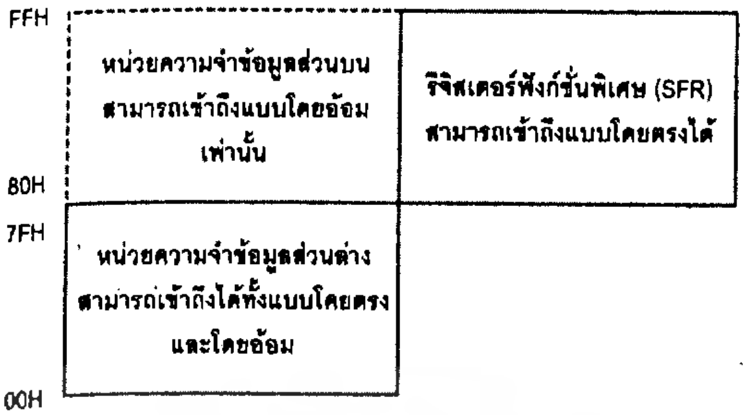
รูปที่ 2.43 การเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.4.12.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

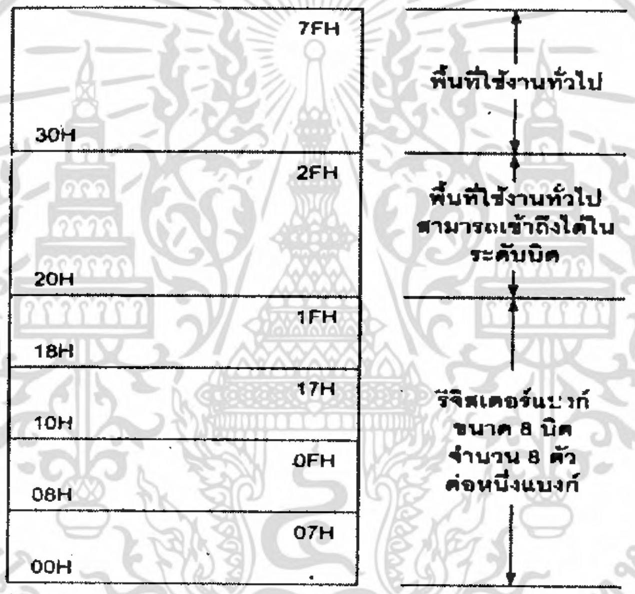
หน่อยความจำข้อมูลมีด้วยกัน 2 แบบ คือ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายใน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรม (RAM : Random Access Memory) โดยแต่ละเบอร์จะมีขนาดแตกต่างกันไป ในเบอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256 ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (lower), ส่วนบน (upper) และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR : Special Function Register) แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์ ดังแสดงการจัดสรรในรูปที่ 2.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.44 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ 2.45 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนล่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.5 การสื่อสารข้อมูล (Data Communication)

การสื่อสารข้อมูลเป็นการแลกเปลี่ยนข่าวสารหรือข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสาร โดยต้องมีสื่อในการโอนถ่ายข้อมูลกัน องค์ประกอบของการสื่อสารข้อมูลประกอบด้วย

- ข้อมูลข่าวสาร (Message) เป็นได้ทั้งข้อความ รูป ตัวเลข เสียง ฯลฯ
- ผู้ส่งสาร (Sender) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลได้
- ผู้รับสาร (Receiver) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สื่อที่ใช้ในการส่ง (Medium) เป็นสื่อกลางที่ใช้ในการนำส่งข้อมูลระหว่างผู้ส่งและผู้รับ
- โปรโตคอล (Protocol) เป็นข้อกำหนดตกลงของการติดต่อสื่อสาร

ทิศทางของการสื่อสาร

- การสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) การสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์เป็นวิธีการสื่อสารแบบทิศทางเดียวโดยจะมีแต่ละฝ่ายทำหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่งเท่านั้น เช่น ฝ่ายหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ส่งในขณะที่อีกฝ่ายหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้รับเท่านั้น เช่น การกระจายเสียงของสถานีวิทยุ การแพร่ภาพโทรทัศน์ ฯลฯ

- การสื่อสารแบบฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (Half-Duplex) การสื่อสารแบบฮาร์ฟดูเพล็กซ์เป็นวิธีสื่อสารแบบสองทิศทางสลับกันด้วยการส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณเดียว ดังนั้นจึงไม่สามารถรับส่งพร้อมกันได้แต่จะใช้วิธีสลับกันรับส่งข้อมูล จึงทำให้การสื่อสารในรูปแบบนี้สามารถเปลี่ยนสภาวะจากผู้ส่งให้กลายเป็นผู้รับ หรือ จากผู้รับกลายเป็นผู้ส่งได้ เช่น วิทยุสื่อสารที่ตำรวจนำมาใช้สื่อสาร

- การสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full-Duplex) การสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ เป็นวิธีสื่อสารแบบสองทิศทางในเวลาเดียวกัน คือ ทั้งฝ่ายผู้รับและผู้ส่งนั้นสามารถสื่อสารกันภายในเวลาเดียวกันได้ เช่น โทรศัพท์

2.5.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น สัญญาณข้อมูลจะทยอยส่งไปตามสายเพียงเส้นเดียวบิตของข้อมูลจะถูกทยอยส่งออกมาทีละบิตจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยปลายทางจะทำการรวบรวมสัญญาณหรือบิตที่ทยอยส่งมาจนครบ 8 บิต เพื่อนำมาใช้งานต่อไป การส่งข้อมูลแบบนี้สามารถแบ่งได้อีก 2 แบบคือ Synchronous และ Asynchronous

2.5.1.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเป็นการสื่อสารด้วยวิธีการส่งอักขระ (Character) แต่ละตัว ณ เวลาใดก็ได้ โดยฝ่ายส่งข้อมูลและฝ่ายรับข้อมูลต่างก็มีสัญญาณนาฬิกาควบคุมจังหวะการทำงานด้วยตัวมันเอง จึงทำให้การทำงานของทั้งสองฝ่ายไม่สอดคล้องกันตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกา กล่าวคือจะเป็นอิสระต่อกันแต่อย่างไรก็ตามสัญญาณนาฬิกาทั้งสองฝ่ายนั้นจะต้องมีความถี่เท่ากันการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่ด้วยแต่จะใช้การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า อัตราบอด หรือ บอดเรด (Baud Rate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second : bps)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบข้อมูลที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

- บิตเริ่มต้น (Start Bit) มีขนาด 1 บิต
- บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 8 บิต
- บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) มีขนาด 1 บิต จะมีหรือไม่มีก็ได้
- บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (Stop Bit) มีขนาด 1 บิต

ในสภาวะนิ่งเฉย (Idle State) ที่ไม่มีการส่งข้อมูลใดๆ จะถูกกำหนดให้สัญญาณมีค่าเป็น "1" แต่เมื่อมีการส่งข้อมูลระดับสัญญาณจะถูกกำหนดให้เป็น "0" อยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่งทำให้เกิดเป็นบิตขึ้นมาหนึ่งบิต เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start bit) เพื่อบอกให้ทราบว่า นับจากนี้ไปจะมีข้อมูลส่งมาและเมื่อฝ่ายส่งได้ส่งข้อมูลตามจำนวนบิตที่ต้องการแล้ว (อาจมีจำนวนบิตตั้งแต่ 5 บิต ถึง 8 บิต) จากนั้นจะส่งข้อมูลอีก 1 บิต ซึ่งระดับสัญญาณนี้ถูกกำหนดให้เป็น "1" เป็นตัวปิดท้ายที่เรียกว่า บิตสิ้นสุด (Stop bit) เพื่อบอกให้รู้ว่าได้ส่งข้อมูลครบ 8 บิตแล้วโดยสัญญาณ "1" ที่เป็นบิตสิ้นสุดนี้จะส่งมานานช่วงระยะเวลาหนึ่งทำให้ฝ่ายรับ ได้รับรู้ทันทีว่ามีการส่งบิตสิ้นสุดมาแล้ว ข้อมูลที่ได้รับมาก็จะถูกนำเข้าไปเก็บใน รีจิสเตอร์รับข้อมูลต่อไป

เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา DATA จะมีสถานะลอจิก "1" เรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (wait stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูล จะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก "0" ด้วยช่วงเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น (Start Bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตต่ำสุดหรือ LSB ก่อน จนครบ 8 บิต จากนั้นตามด้วย (Parity Bit) ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือ บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด โดยจะใช้เวลาอย่างน้อย 1 บิต,1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้วอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลหรืออัตราบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ทอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ตั้งแต่ 110 จนถึง 19,200 บิตต่อวินาที โดยอาจจะมีค่ามากกว่านี้ตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากอัตราบอดเรตคือค่าจองจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมุติว่าข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพารี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และ ปิดท้าย 1 บิต ความยาวข้อมูล 1 ไบต์ จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรต 9600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ซึ่งทางภาครับต้องกำหนดการตรวจสอบพาริตี้ที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือคู่ โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย จากนั้นทางภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบค่าพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือคี่ ถ้ากำหนดบิตพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ

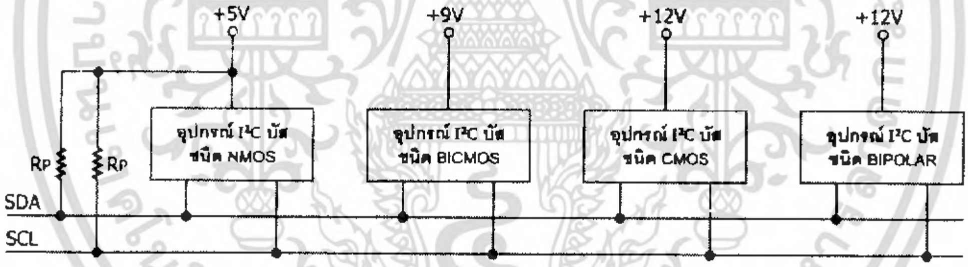
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

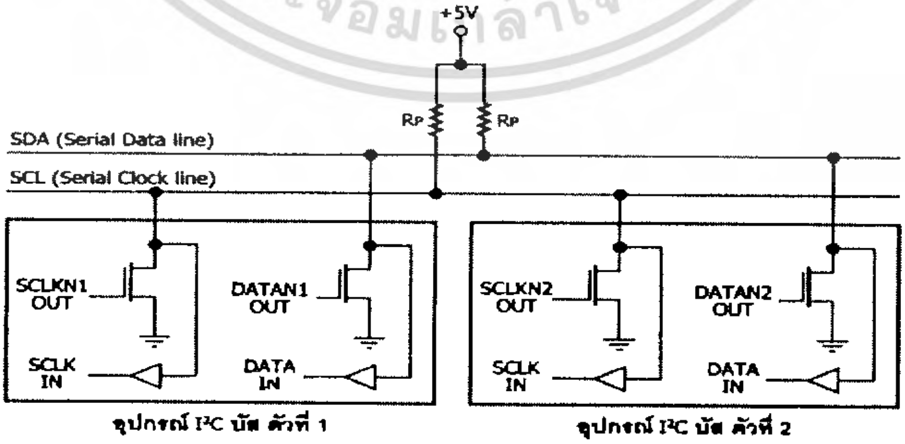
วิธีการส่งข้อมูลแบบนี้ไม่ต้องอาศัยบิตเริ่มต้นและบิตสิ้นสุด และสามารถส่งข้อมูลได้หลายๆไบต์ต่อเนื่องกันเป็นเฟรมได้โดยไม่จำเป็นต้องมีช่องว่างระหว่างไบต์ข้อมูล ฝ่ายรับข้อมูลจะต้องทำหน้าที่แยกเฟรมข้อมูลที่ได้รับออกมาเอง ทำให้มีความเร็วสูง

2.5.2 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม I2C

I2C (Inter-IC Communication) คือการติดต่อสื่อสารระหว่างไอซีโดยบัส I2C ได้รับการพัฒนาขึ้นจากบริษัท Phillips ด้วยจุดมุ่งหมายหลัก คือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อสั่งงานและควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือสายข้อมูลและอีกเส้นหนึ่งคือสายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงานต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I2C ทำได้ง่ายมากเพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอสเครสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอสเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัวสายข้อมูลบนบัส I2C มีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า สายข้อมูลอนุกรมหรือ SDA (Serial Data Line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกามีชื่อเรียกว่าสายสัญญาณนาฬิกาอนุกรมหรือ SCL (Serial Clock Line)



รูปที่ 2.46 ผังแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างบนระบบบัส I2C



รูปที่ 2.47 แสดงวงจรเอาท์พุทของอุปกรณ์ในระบบบัส I2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I2C

สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง (bi-directional line) ต้องมีการต่อตัวต้านทานพูลอัปกับแรงดัน + 5 V ไว้ตลอดเวลา เพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งานทั้งยังช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาท์พุทของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I2C ต้องลักษณะเป็นวงจรเดรนปิด (Open-Drain) หรือ คอลเล็กเตอร์เปิด (Open-Collector)

อัตราการถ่ายทอดข้อมูลบนบัส I2C สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาที ในโหมดปกติ (Standard Mode) และสูงถึง 400 กิโลบิตต่อวินาที ในโหมดความเร็วสูง (Fast Mode) อุปกรณ์ที่ต่อร่วมบนบัส I2C จะต้องมีค่าความจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400 pF การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I2C ใช้ข้อมูลสำหรับการเข้าถึง 2 ค่า คือ 7 บิต และ 10 บิต

ข้อเด่นของอุปกรณ์ I2C อีกประการหนึ่ง คือ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ กล่าวคือ ให้ต่อสาย SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกันและต้องต่อตัวต้านทาน พูลอัป (Rp) เข้ากับแรงดัน +5 V ไว้ด้วยเสมอ

ในกรณีที่อาจมีแรงดันไฟฟ้ากระชากขนาดใหญ่ปะปนเข้ามาในบัส I2C ที่ขา SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้าไปด้วย ก่อนต่อเข้าสู่บัส I2C ด้วย

2.5.2.2 หลักการของบัส I2C

อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถมีได้มากมาย จึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัสหรือเรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ใดติดต่อกันอยู่และอุปกรณ์ตัวใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง โดยมีข้อตกลงพื้นฐานดังนี้

- อุปกรณ์ที่เป็นตัวสร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูล เรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter)
- อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (Receiver) อุปกรณ์บนบัส I2C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I2C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งอย่างเดียว
- อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะในการติดต่อสื่อสารบนบัส I2C เรียกว่า มาสเตอร์ (Master)
- อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงไปบนบัส I2C เรียกว่า สเลฟ (Slave)

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I2C คือ

2.5.2.3 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I2C

- บัสว่าง (Bus not busy) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่ หมายความว่า การถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้

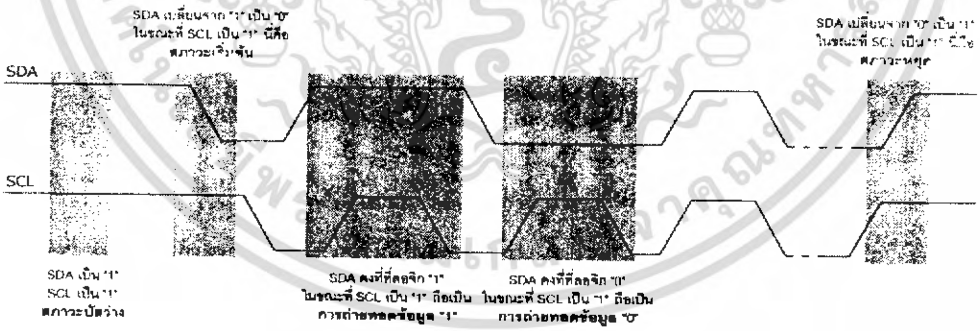
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (Start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับจากลอจิกสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูง เรียกสถาวะนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น (START)

- หยุดการถ่ายทอดข้อมูล (Stop data transfer) เกิกขึ้นเมื่อ สาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับจากลอจิกต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูง เรียกสถาวะนี้ว่า สภาวะหยุด (STOP)

- ข้อมูลดำรงอยู่บนบัส (data valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นถัดจากสถาวะเริ่มต้น โดยสถานะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดเมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูงในขณะที่สาย SDA ต้องคงที่เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลรับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่าเป็น “0” หรือ“1” ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้การถ่ายทอดข้อมูลสมบูรณ์สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอดช่วงเวลาที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูงหากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกของ SDA ในขณะที่สาย SCLมีลอจิกสูงอยู่นั้นอุปกรณ์อาจแปลความหมายผิดว่าเป็นสภาวะหยุดหรือสภาวะเริ่มต้นก็ได้ทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น

- ตัวรับรู้ข้อมูล (Acknowledge) เกิดจากที่การถ่ายทอดข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิต เรียกว่า บิตรับรู้ (Acknowledge bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูงหลังจากส่งข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาเพื่อตอบสนองบิตรับรู้ที่มาจากตัวส่ง ทางด้านตัวรับจะส่งบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำลงบนบัส อุปกรณ์สเลฟที่ถูกอ้างถึงในการติดต่อหรือกำลังติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้เพื่อคอยตอบสนองว่าได้รับข้อมูลในแต่ละไบต์เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2.48 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆ ในระบบบัส I2C

2.5.2.4 การทำงานบนบัส I2C

การถ่ายทอดข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่บนบัส ต้องมีการอ้างถึงเสียก่อน โดยการอ้างถึงอุปกรณ์บน I2C นั้นจะใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิตหรือ 10 บิต ในกรณีที่มีอุปกรณ์อยู่บน

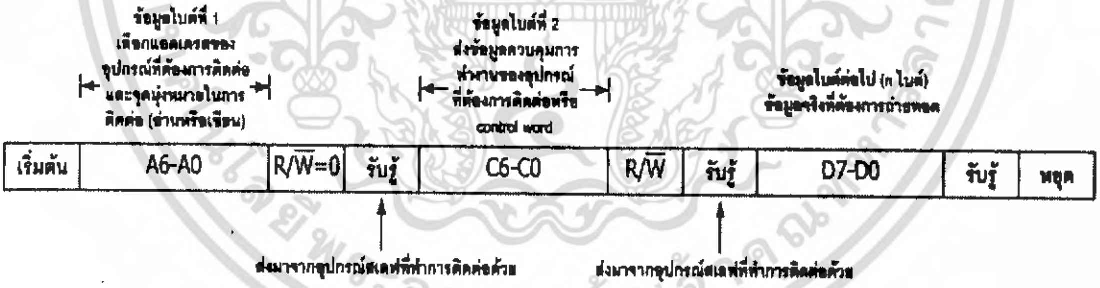
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัสไม่มากให้ใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิต แต่หากมีมากกว่า 127 Address จำเป็นต้องอ้างแบบ 10 บิต โดยหัวใจสำคัญของการทำงานบนระบบบัส I2C คือการอ้างถึงอุปกรณ์แต่ละตัว

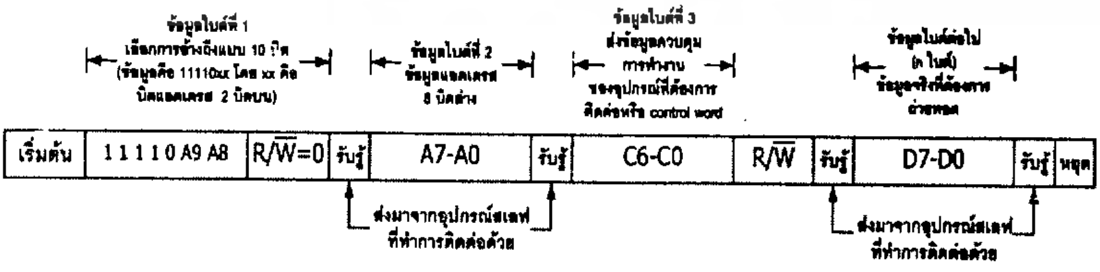
2.5.2.5 การอ้างถึงแบบ 7 บิต (7 Bit addressing)

ข้อมูลไบต์แรกที่เกิดขึ้นหลังจากสภาวะเริ่มต้นคือ ข้อมูลที่ใช้ในการอ้างถึงอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อหรือข้อมูลกำหนดแอสเดรส โดยมีรูปแบบแสดงในรูปที่ 2.58 ใน 7 บิตบนรวมทั้งบิต MSB ด้วยจะเป็นข้อมูลแอสเดรสของอุปกรณ์สเลฟที่ต้องการติดต่อ โดยแบ่งเป็นบิตกำหนดแอสเดรสคงที่ (fixed address bit) จำนวน 4 บิต ซึ่งบิตเหล่านี้จะถูกกำหนดมาจากผู้ผลิต ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ถัดมาอีก 3 บิตเป็นกำหนดแอสเดรสที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable address bit) โดยผู้ใช้งานต้องกำหนดสถานะลอจิกแก่ขา A0-A2 ของอุปกรณ์ I2C

ส่วนในบิตสุดท้าย LSB จะกำหนดว่าจะอ่านหรือเขียนอุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ หากบิตเป็น “0” หมายถึงต้องการเขียน ถ้าเป็น “1” หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ตัวนั้นข้อมูลต่อมา คือ ข้อมูลควบคุม (Control Byte) ในอุปกรณ์แต่ละตัวมีการกำหนดข้อมูลควบคุมที่แตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น ไอซีขยายพอร์ทมีข้อมูลควบคุมว่าบิตใดเป็นอินพุตและเอาท์พุท ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดจริง (data) หลังจากที่มีการถ่ายทอดข้อมูลในแต่ละไบต์อุปกรณ์สเลฟที่ได้รับการติดต่อต้องส่งสัญญาณรับรู้ตอบกลับมาด้วยทุกครั้ง เพื่อให้กระบวนการสามารถดำเนินการต่อไปได้



รูปที่ 2.49 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บัส I2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิต



รูปที่ 2.50 รูปแบบของข้อมูลอนุกรมที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บัส I2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 10 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 โปรโตคอล TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internetworking Protocol : TCP/IP) คือชุดโปรโตคอลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สำหรับหน้าที่การทำงานของโปรโตคอล TCP/IP นั้นจะแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบออกเป็นชั้นซ้อนกันที่เรียกว่า โปรโตคอลแสต็ก (Protocol Stack) ถึงแม้ว่าวัตถุประสงค์หลักของโปรโตคอล TCP/IP ออกแบบมาเพื่อใช้งานบนเครือข่ายระยะไกลเป็นสำคัญ แต่โปรโตคอลดังกล่าวยังสามารถใช้งานได้ดีบนเครือข่ายในอย่างเครือข่ายท้องถิ่น TCP/IP ไม่ใช่เป็นเพียงโปรโตคอลตัวเดียว แต่มันจะประกอบด้วยชุดของโปรโตคอลหลายๆ ตัวที่แบ่งหน้าที่กันทำงานเป็นชั้นซ้อนกันเรียกว่า โปรโต-คอลแสต็ก โปรโตคอลแต่ละตัวใน TCP/IP จะมีหน้าที่การทำงานที่เฉพาะและมีความ สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

2.5.3.1 สถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP

ลำดับชั้นการทำงานของโปรโตคอล TCP/IP ประกอบด้วย 5 ลำดับชั้น ซึ่งประกอบด้วยลำดับชั้นฟิสิคัล ดาตาลิงก์ เน็ตเวิร์ก ทรานสปอร์ตและแอปพลิเคชั่น

5	**Application**
4	**Transport**
3	**Network**
2	**Data Link**
1	**Physical**

รูปที่ 2.51 แสดงลำดับชั้นของสถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP

- ลำดับชั้นฟิสิคัลและดาตาลิงก์ (Physical and Data Link Layer) ลำดับชั้นทั้งสองมีหน้าที่ในการควบคุมฮาร์ดแวร์และการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย ลำดับชั้นฟิสิคัลและดาตาลิงก์นั้น TCP/IP มิได้มีการระบุโปรโตคอลเฉพาะเจาะจงลงไป กล่าวคือจะสนับสนุนมาตราฐานทั้งหมดบนระดับดาต้าลิงก์ เช่น อีเทอร์เน็ตหรือโทเค็นริง จึงทำให้เครือข่ายหลายประเภทติดต่อกับโปรโตคอล TCP/IP ได้

- ลำดับชั้นเน็ตเวิร์ก (Network Layer) ทำหน้าที่ในการเลือกเส้นทาง เพื่อจัดส่งในรูปแบบของแพ็คเก็ต โดยจะมีอัลกอริทึมในการใช้กำหนดเส้นทาง (Routing Algorithms) เพื่อให้ข้อมูลเดินทางไปถึงปลายทาง ซึ่งโปรโตคอลที่รับผิดชอบในลำดับชั้นเน็ตเวิร์กนี้เรียกว่า IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Internetworking Protocol) เป็นเพียงการตัดสินใจว่าจะส่งข้อมูลไปยังเส้นทางใดเพื่อไปถึงปลายทางเท่านั้น ไม่ได้รับประกันว่าจะถูกส่งไปถึงปลายทางหรือไม่ ซึ่งการรับประกันการส่งข้อมูลจะเป็นหน้าที่ของลำดับชั้นทรานสปอร์ตหรือโปรโตคอล TCP

- ลำดับชั้นทรานสปอร์ต (Transport Layer) ทำหน้าที่จัดเตรียมส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางหรือรับส่งข้อมูลระหว่างโฮสต์ในลักษณะ End to End จะประกอบด้วยโปรโตคอล 2 ชุด คือ TCP (Transmission Control Protocol) จะมีการรับประกันการส่งข้อมูลถึงปลายทางอย่างแน่นอน และ UDP (User Datagram Protocol) ทำงานตรงข้ามกับ TCP

- ลำดับชั้นแอปพลิเคชั่น (Application Layer) เป็นลำดับชั้นประยุกต์ เป็นส่วนของผู้ใช้งานติดต่อกับระบบ โดยมุ่งเน้นกับการอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งานเป็นหลักจะมีโปรแกรมต่างๆ มากมายที่จัดเตรียมไว้

2.5.3.2 โปรโตคอล IP (Internetwork Protocol)

เป็นกลไกในการส่งข้อมูลที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP ในลักษณะคอนเน็กชั่นเลส โดยจะไม่รับประกันการส่งว่าจะถึงมือผู้รับหรือไม่ ไม่มีการตรวจสอบข้อผิดพลาดไม่ต้องสร้างคอนเน็คชั่นกับโฮสต์ปลายทาง จึงไม่มีความซับซ้อนโดยทำหน้าที่เพียงส่งข้อมูลไปถึงปลายทางได้ด้วยหมายเลข IP เป็นเพียงแค่หมายเลขที่ใช้ระบุตำแหน่งเครื่องที่ไม่ซ้ำกัน โปรโตคอล IP ต้องทำงานควบคู่ไปกับโปรโตคอล ที่มีเครื่องมือในการตรวจสอบข้อมูลว่าส่งไปถึงปลายทางหรือไม่ นั่นก็คือโปรโตคอล TCP

2.5.4 Wireless LAN

แลนไร้สายหรือ WLAN เป็นเครือข่ายที่ทำให้เกิดความคล่องตัวสูงขึ้น ในการเชื่อมต่อเครือข่ายโดยไม่ต้องเดินสายสัญญาณ การเชื่อมต่อแลนไร้สายอาจทำการเชื่อมต่อเพิ่มเติมกับเครือข่ายแบบสายที่มีอยู่แล้วหรืออาจจะเชื่อมต่อไร้สายระหว่างกันก็ได้ โดยจะใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล หลักการทำงานของแลนไร้สายจะใช้วิธีการแพร่สัญญาณคลื่นวิทยุ (Radio Frequency) และใช้พลังงานต่ำ กล่าวคือ การส่งข้อมูลจะใช้พลังงานที่เพียงพอกับการเดินทางในระยะทางสั้นๆ โดยหากอยู่ภายในอาคารจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้บนระยะทาง 20–25 เมตร และในขณะที่อยู่ภายนอกอาคารสามารถติดต่อสื่อสารกันได้บนระยะทาง 50–100 เมตร วัตถุหรือสิ่งกีดขวางอาจสามารถกีดกั้นสัญญาณได้รวมถึงคลื่นรบกวนต่างๆ ก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4.1 มาตราฐาน IEEE 802.11b

เปิดตัวเพื่อใช้งานเมื่อราวปี ค.ศ. 1999 โดยจัดเป็นมาตราฐานที่ได้รับความนิยมสูงและยอมรับในทั่วโลก ดังนั้นจึงมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายซึ่งมาตราฐานนี้อาจเรียกอีกชื่อว่า Wi-Fi โดยทางหน่วยงาน WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) ได้กำหนดเป็นมาตราฐานขึ้น โดยมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 11 Mb/s และแนวโน้มจะมีการพัฒนาความเร็วให้สูงขึ้นอีก โดยใช้คลื่นความถี่ในช่วง 2.4 GHz ข้อดีของมาตราฐานนี้ คือ คลื่นความถี่ดังกล่าวจะมีอุปกรณ์หลายชนิดด้วยกันที่ใช้งานอยู่ โดยเฉพาะโทรศัพท์ไร้สายรวมถึงระยะทางในการรับส่งข้อมูลครอบคลุมค่อนข้างไกล ทำให้ไม่สิ้นเปลือง Access Point ที่ใช้เป็นจุดรับส่งสัญญาณ

2.5.4.2 มาตราฐาน IEEE 802.11a

เปิดตัวเพื่อใช้งานเมื่อราวปี ค.ศ. 2001 เป็นมาตราฐานที่ใช้ความถี่ในช่วง 5 GHz ข้อดีของมาตราฐานนี้ คือ มีความเร็วสูงถึง 54 Mb/s สำหรับข้อเสียก็คือปัญหาเรื่องกฎหมายคลื่นความถี่สูงในระดับ 5 GHz ซึ่งบางประเทศอนุญาตให้ใช้เฉพาะคลื่นความถี่ต่ำเท่านั้นอย่างไรก็ตามเครือข่ายไร้สายมาตราฐาน 802.11a นั้น ไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกับเครือข่ายไร้สายตามมาตราฐาน 802.11b และ 802.11g

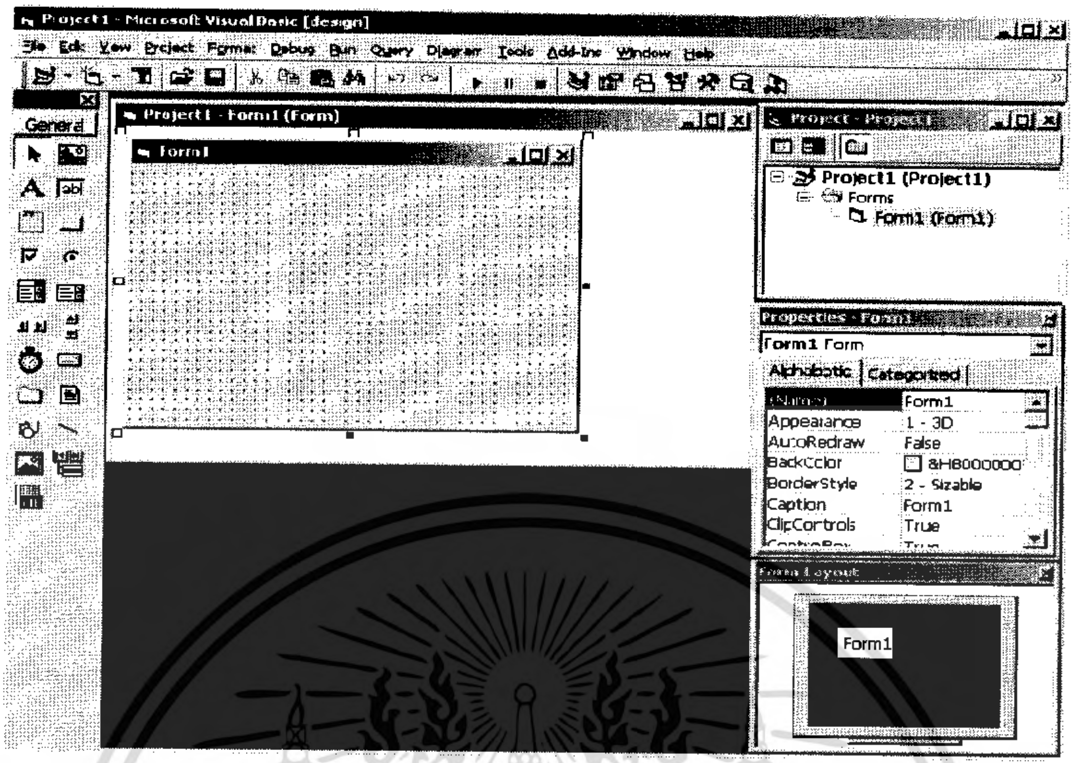
2.5.4.3 มาตราฐาน IEEE 802.11g

เปิดตัวเพื่อใช้งานเมื่อราวปี ค.ศ. 2003 เป็นเทคโนโลยีที่มีการปรับปรุงด้านความเร็วในการส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูงถึง 54 Mb/s และเป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้งานร่วมกันกับมาตราฐาน 802.11b ได้ เนื่องจากใช้คลื่นความถี่ที่ 2.4 GHz เหมือนกัน จึงเป็นมาตราฐานที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน

2.6 โปรแกรม Visual Basic

Microsoft Visual Basic ถือว่าเป็นเครื่องมือพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นเครื่องมือพัฒนาแอพพลิเคชั่น ที่สามารถทำงานได้มากมายและง่ายในการใช้งานลักษณะการทำงานของ Visual Basic จะทำงานในลักษณะ IDE (Integrated Development Environment) คือรวบรวมเครื่องมือ, ข้อมูลที่ใช้งานต่างๆ ไว้ในหน้าจอเดียว ทำให้เรียกใช้งานได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



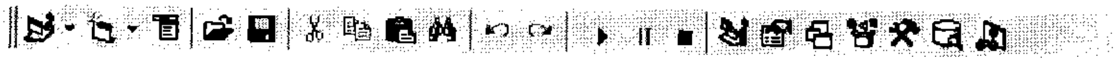
รูปที่ 2.52 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Visual Basic

2.6.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม Visual Basic

- Menu Bar เป็นที่รับคำสั่งในแบบเมนู เมื่อเราทำการสร้างแอพพลิเคชั่นด้วย Visual Basic เป็นเหมือนศูนย์กลางที่ควบคุมการสร้างแอพพลิเคชั่น

รูปที่ 2.53 แสดง Menu Bar

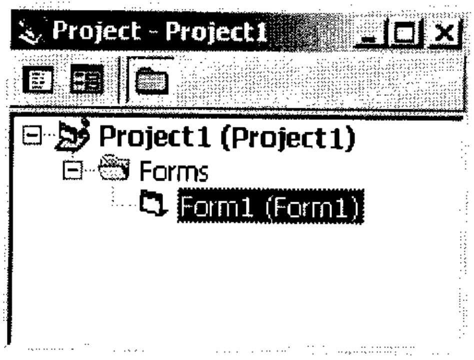
- Tool Bar ในการใช้งานในเมนูบาร์สั่งงานอาจจะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากเพื่อขั้นตอนลง จะทำให้การคลิกที่ Tool Bar เพียงครั้งเดียวสามารถสั่งงานที่เราต้องการได้ (คีย์ลัด)



รูปที่ 2.54 แสดง Tool Bar

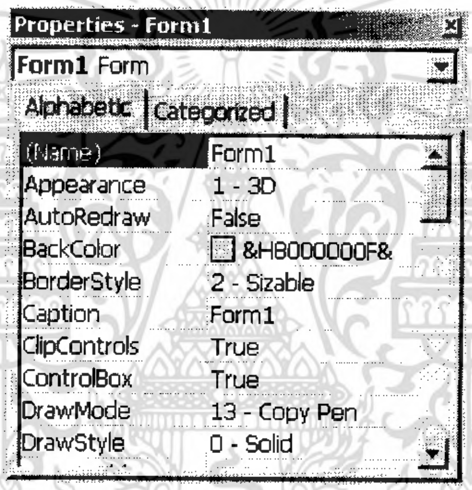
- Project Window เป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการทำงานของโปรเจ็กต์เพราะ Visual Basic สนับสนุนการสร้างแอพพลิเคชั่นได้หลายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



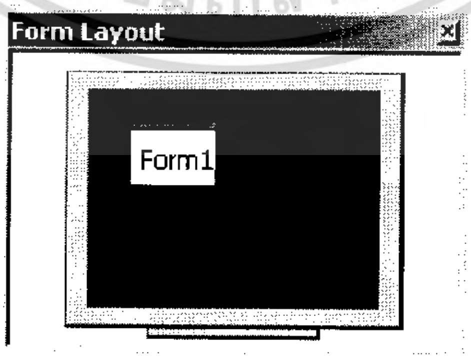
รูปที่ 2.55 แสดง Project Window เครื่องมือที่ใช้ควบคุมการทำงานของโปรเจ็กต์

- Properties Window เป็นส่วนที่กำหนดพรอพเพอร์ตี้ให้กับออบเจ็กต์ต่างๆ



รูปที่ 2.56 แสดงการกำหนดพรอพเพอร์ตี้ให้กับออบเจ็กต์

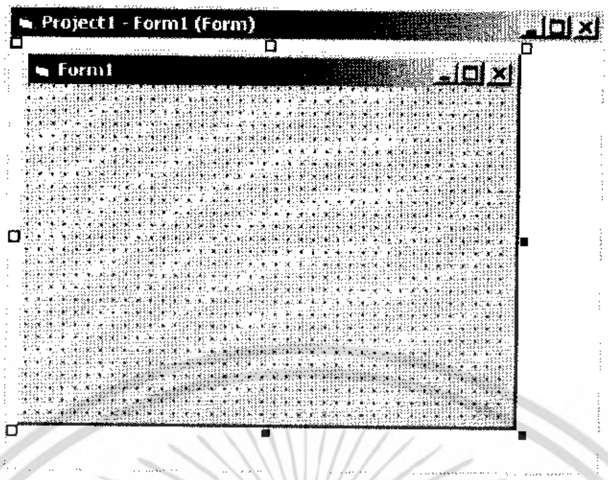
- Form Layout เป็นหน้าตาจำลองของฟอร์มที่ได้จากการรันแอพพลิเคชั่น



รูปที่ 2.57 แสดง Form Layout

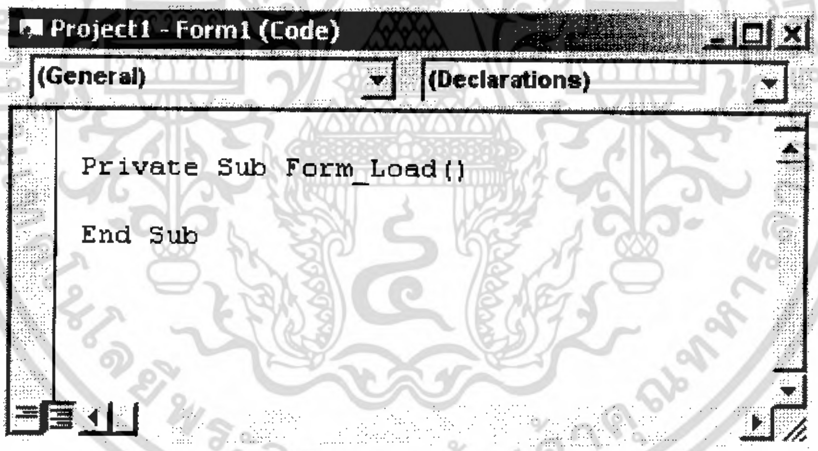
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Form Designer เป็นส่วนที่มองเห็นในขณะออกแบบแอพพลิเคชั่นของ Visual Basic เป็นส่วนที่จะใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยการนำ ActiveX Control ต่างๆ มาวางไว้ข้างบน



รูปที่ 2.58 แสดง Form Designer

- Code Window เป็นส่วนที่ใช้เขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของแอพพลิเคชั่น



รูปที่ 2.59 แสดง Code Window

2.6.2 ข้อกำหนดและคำสั่ง

ในการเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อกำหนดต่างๆ และคำสั่งในการทำงานต่างๆ ของ Visual Basic ซึ่งจะมีความใกล้เคียงกับภาษา Basic ทั่วไปข้อกำหนดและคำสั่งต่างๆ ของ Visual Basic มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.1 ชนิดของข้อมูลที่ใช้ใน Visual Basic

ไมโครซอฟท์ได้กำหนดมาตรฐาน ของข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมหรือโค้ดสำหรับ Visual Basic ดังนี้

- Byte ข้อมูลตัวเลขจำนวนตั้งแต่ 0 ถึง 255 ขนาดหน่วยความจำ 1 ไบต์
- Boolean ข้อมูลทางตรรก : จริง (True), เท็จ (False) ขนาดหน่วยความจำ 2 ไบต์
- Integer –32,768 ถึง 32,767 ขนาดหน่วยความจำ 2 ไบต์
- Long จำนวนเต็มระหว่าง –2,147,483,648 ถึง 2,147,483,648 ขนาดหน่วยความจำ 4 ไบต์
- Single เลขทศนิยมระหว่าง –3.402823E38 ถึง –1.401298E-4 สำหรับค่าลบและ 1.401298E-4 ถึง 3.402823E38 สำหรับค่าบวก 4 ไบต์
- Double เลขทศนิยมระหว่าง –1.79769313486232E308 ถึง –4.94065645841247E-324 สำหรับค่าลบและ 4.94065645841247E-324 ถึง 1.79769313486232E308 สำหรับค่าบวก ขนาดหน่วยความจำ 8 ไบต์
- Currency เลขที่มีค่าตั้งแต่ –922,337,203,685,477.5808 ถึง 922,337,203,685,477.5807 ขนาดหน่วยความจำ 8 ไบต์
- Date วันที่ตั้งแต่ 1 มกราคม ค.ศ. 100 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 999 ขนาดหน่วยความจำ 8 ไบต์
- Object ข้อมูลที่อ้างอิงออปเจ็กต์ ซึ่งเก็บแอดเดรสของออปเจ็กต์ไว้ขนาดหน่วยความจำ 4 ไบต์
- String เก็บสตริงหรือข้อความที่เรียงต่อกัน ขนาดหน่วยความจำ 64 KB หรือ 2MB
- Variant ข้อมูลชนิดพิเศษที่เก็บค่าได้ทุกแบบ (รวมไปถึงค่าพิเศษต่างๆ ที่มีตัวเลข) เช่น EMPTY, NULL เป็นต้น) ขนาดหน่วยความจำ 16 ไบต์

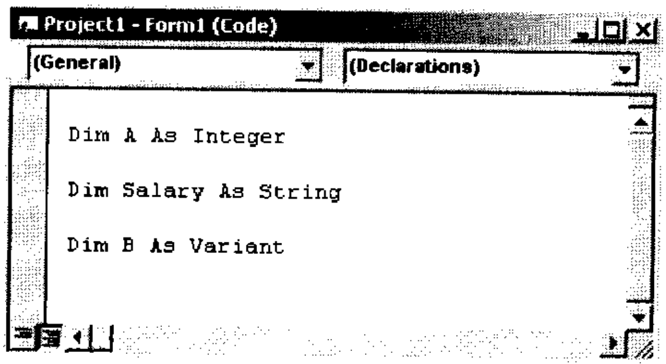
2.6.2.2 การกำหนดตัวแปรและค่าคงที่

ในการกำหนดตัวแปรให้กับโปรแกรมนั้นจะใช้คำสั่ง Dim กำหนดตัวแปรดังนี้

Dim Variable [As Type]

Variable หมายถึงชื่อของตัวแปรสำหรับ Type หมายถึงชนิดของข้อมูลในส่วนที่อยู่ในวงเล็บนี้หากไม่มีจะเป็นข้อมูลแบบ Variant สำหรับการกำหนดตัวแปรมีตัวอย่างดังนี้

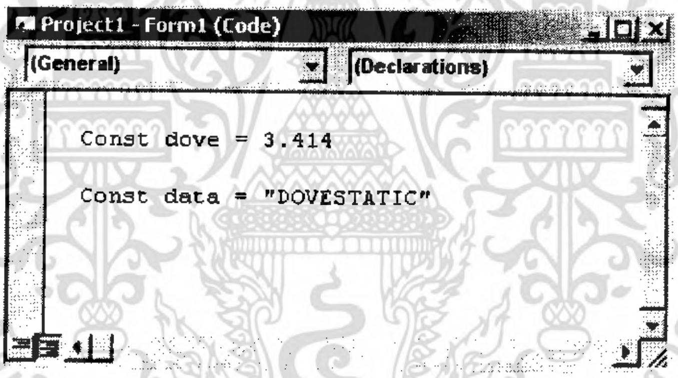
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.60 แสดงการกำหนดตัวแปร

สำหรับตัวแปรที่เก็บข้อมูลแบบตัวเลขซึ่งมีค่าคงที่จะใช้คำสั่ง Const กำหนดดังนี้ ถ้าต้องการเจาะจงแบบของข้อมูลสำหรับคำสั่งแบบ Const สามารถใส่อักขระพิเศษหลังตัวแปรหรือค่าของตัวแปรเพื่อกำหนดแบบของข้อมูล ความหมายของอักขระพิเศษที่ใช้ในการกำหนดแบบของข้อมูลของ Visual Basic แสดงดังตารางที่ 2.2

Const Name = Expression



รูปที่ 2.61 แสดงการกำหนดค่าคงที่

ตารางที่ 2.2 แสดงอักขระพิเศษที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบของข้อมูล

อักขระ	แบบของข้อมูล
%	Integer
&	Long
!	Single
#	Double
@	Currency
$	String

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 แบบข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นเอง

การกำหนดแบบของข้อมูลขึ้นเองนั้นสามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง Type ซึ่งมีรูปแบบดังต่อไปนี้

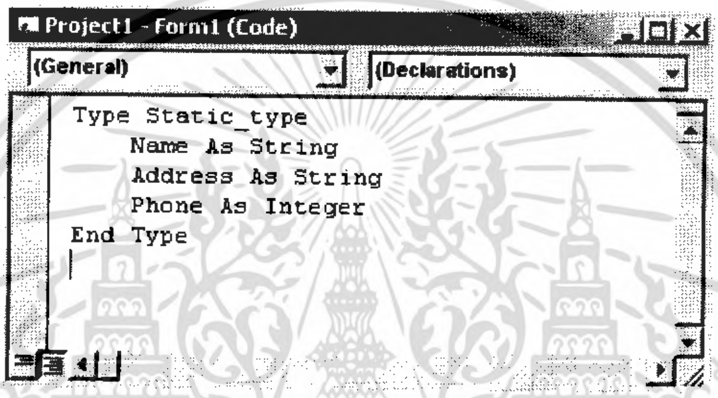
Type Dcfined-type

Element [As Type]

[Element [As Type]

………………..

End Type



รูปที่ 2.62 แสดงการกำหนดตัวแปรขึ้นเอง

เมื่อกำหนดแบบของข้อมูลขึ้นใช้แล้ว ต้องกำหนดตัวแปรให้เป็นข้อมูลนี้เพื่อใช้ในโปรแกรมดังนี้

Dim Variable As Defined-type

Dim Mybook As BOOK

วิธีในการอ้างอิงข้อมูลซึ่งกำหนดขึ้นเองนั้น สามารถทำได้ดังตัวอย่าง

Mybook. Title = "Visual BASIC 4.0"

Mybook. Serial = 220

Mybook. Author = "K. Nakamura"

2.6.3 การตัดสินใจ (Decision)

ในการเขียนโปแกรม บางครั้งจำเป็นต้องตัดสินใจให้แอพพลิเคชั่นทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งจากทางเลือกที่จะมีให้เลือกมากกว่า 1 ทางเลือก โดยการตัดสินใจในโปรแกรม จะมี 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัดสินใจเลือก จากทางเลือก 2 ทางเลือก : If…Then…Else

If <ทดสอบเงื่อนไขว่าจริง หรือเท็จ> Then

ถ้าเป็นจริงให้ทำงานหลังคำว่า Then

Else

ถ้าเป็นเท็จให้ทำงานหลังคำว่า Else

End If

ในบางครั้งจะใช้ If…Then…Else เพื่อตัดสินใจ จากทางเลือกมากกว่า 2 ทางเลือกโดยการตัดสินใจเลือกทีละ 2 ทางเลือก

If <ทดสอบเงื่อนไขว่าจริง หรือเท็จ> Then

ถ้าเป็นจริงให้ทำงานหลังคำว่า Then

Else If <ทดสอบเงื่อนไขว่าจริง หรือเท็จ> Then

ถ้าเป็นจริงให้ทำงานหลังคำว่า Then เสมอ

Else If

:

Else

ถ้าเป็นเท็จให้ทำงานหลังคำว่า Else

End If

- ตัดสินใจเลือก จากทางเลือกมากกว่า 2 ทางเลือก : Select…Case

Select Case <ทำงานตามเงื่อนไข>

Case เงื่อนไขแรก : <ทำงานตามเงื่อนไขแรก>

Case เงื่อนไขที่สอง : <ทำงานตามเงื่อนไขที่สอง>

:

Case เงื่อนไขสุดท้าย : <ทำงานตามเงื่อนไขสุดท้าย>

Case Else <เมื่อไม่ตรงกับเงื่อนไขใดๆเลย ทำงานหลังคำว่า Else>

End Select

2.6.4 การวนซ้ำ (Iteration)

ในการเขียนโปรแกรม เราอาจจำเป็นต้องสั่งให้แอพพลิเคชั่นทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่ต้องการได้ ซึ่งรูปแบบของการวนซ้ำมี 2 รูปแบบ ได้แก่

- การวนซ้ำด้วยจำนวนรอบที่แน่นอน : For…Next เป็นรูปแบบการวนซ้ำที่เราสามารถกำหนดรอบของการวนซ้ำได้แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For ตัวแปรใช้นับจำนวนรอบ = จำนวนรอบเริ่มต้น To จำนวนรอบสุดท้าย

<ทำงานตามคำสั่ง>

Next ตัวแปรที่ใช้นับจำนวนรอบ

จะเห็นว่าต้องใช้ตัวแปร 1 ตัวทำหน้าที่ตัวนับรอบในการวนซ้ำ ซึ่งตัวนับนี้สามารถนับได้ทั้งแบบเดินหน้า (ตัวนับมีค่าเพิ่มขึ้น) และแบบถอยหลัง (ตัวนับมีค่าลดลง)

- การวนซ้ำด้วยจำนวนรอบที่ไม่แน่นอน : Do/While…Unitl/Loop

Do While <ทดสอบเงื่อนไข จริงหรือเท็จ>

<ถ้าเงื่อนไขเป็นจริง ให้ทำงานตามคำสั่ง>

Loop

Do Unitl <ทดสอบเงื่อนไข จริงหรือเท็จ>

<ถ้าเงื่อนไขเป็นจริง ให้ทำงานตามคำสั่ง>

Loop

Do

<ทำงานตามคำสั่ง>

Loop While <ทดสอบเงื่อนไข จริงหรือเท็จ ถ้าเป็นจริงให้กลับไปทำงานอีกรอบ>

Do

<ทำงานตามคำสั่ง ก่อน 1 รอบ>

Loop Unitl <ทดสอบเงื่อนไข จริงหรือเท็จ ถ้าเป็นจริงให้กลับไปทำงานอีกรอบ>

จะเห็นว่าสามารถตรวจสอบเงื่อนไขได้ 2 แบบ

- แบบ While จะหลุดจากการวนซ้ำได้เมื่อทดสอบเงื่อนไขแล้วเป็นเท็จ (False)
- แบบ Unitl จะหลุดจากการวนซ้ำได้เมื่อทดสอบเงื่อนไขแล้วเป็นเท็จ (True)

นอกจากนี้สามารถวางตำแหน่งการตรวจสอบเงื่อนไขได้ ว่าจะตรวจสอบก่อนการวนซ้ำหรือหลังจากการวนซ้ำ การกระโดดออกจากการวนซ้ำในบางครั้งเราจำเป็นต้องกระโดดออกมาจากการวนซ้ำ ด้วยเงื่อนไขบางอย่างสามารถทำได้ โดยใช้คำสั่ง Exit For, Exit Loop

2.6.5 โปรแกรมย่อย (Procedure)

ในการเขียนโปรแกรมย่อยเกิดการทำงานที่ซ้ำๆ กันสามารถลดการทำงานซ้ำๆ นั้นโดยการเขียนโปรแกรมย่อยเก็บไว้ เมื่อต้องการทำงานแบบเดิมอีกเพียงแต่เรียกโปรแกรมย่อยนั้นมาใช้งาน ทำให้ลดเวลาการเขียนโปรแกรมและลดความยุ่งยากของโปรแกรมที่เขียนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของการคืนค่ากลับมาหลังจากจบโปรแกรมย่อย

- Sub (Sub Routine) เป็นโปรแกรมย่อยที่เขียนขึ้นมา เมื่อโปรแกรมย่อยทำงานเสร็จแล้วจะไม่มีการคืนค่าใดๆ กลับมายังผู้ที่เรียกใช้งาน ซึ่งสับรูทีนมีโครงสร้างดังนี้

Sub ชื่อสับรูทีน (รายการอาร์กิวเมนต์)

:

< คำสั่งใน Visual Basic>

:

End Sub

- Function ฟังก์ชั่นเป็นโปรแกรมย่อยที่ต้องคืนค่ากลับมาหาผู้เรียกใช้หลังจากโปรแกรมย่อยทำงานเสร็จแล้วซึ่งฟังก์ชั่น มีโครงสร้างดังนี้

Function ชื่อฟังก์ชั่น (รายการอาร์กิวเมนต์) As ชนิดข้อมูลที่คืนให้ผู้เรียกใช้

:

< คำสั่งใน Visual Basic>

:

End Function

2.6.6 ขอบเขตการใช้งานตัวแปร

ทั้งตัวแปรและค่าคงที่ที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยปกติจะมีขอบเขตการใช้งานเพื่อให้สะดวกเหมาะสมและมีความเป็นเหตุเป็นผลตัวแปรหรือค่าคงที่ใน Visual Basic จะมีขอบเขตการใช้งาน 3 ระดับคือ

- ตัวแปรโลคอล (Local) เป็นตัวแปรที่มีขอบเขตอยู่ในระดับโพรซีเดอร์หรือในฟังก์ชั่นที่ประกาศในตัวแปรนั้น ส่วนมากเพื่อการใช้งานเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อเก็บค่าเพียงชั่วคราวเมื่อโพรซีเดอร์หรือฟังก์ชั่นนั้นสิ้นสุด ค่าจะถูกยกเลิกด้วย

- ตัวแปรโมดูล (Module) เป็นตัวแปรที่ประกาศเพื่อใช้ในหลายโพรซีเดอร์หรือหลายฟังก์ชั่นในโมดูลนั้น รวมถึงโมดูลที่มีหลายรูทีนและโมดูลของฟอร์มที่มีรูทีนสำหรับการทำงานกับออปเจคในฟอร์มนั้นประกาศตัวแปรในโมดูล จะประกาศใรส่วน Declaration

- ตัวแปรแบบโกลบอล (Global) เป็นตัวแปรที่ประกาศได้ทุกส่วนของ โปรเจกร์ ตัวแปรนั้นสามารถนำไปใช้ได้ในทุกรูทีนและทุกส่วน การประกาศเช่นเดียวกับ ตัวแปรทั่วไปเพียงแต่เพิ่มคำว่า “Global” นำหน้าตัวแปรนั้น รูปแบบการประกาศเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น

Global variable As type

Global A As Integer

Global Const Pi = 3.1415

2.6.7 ตัวแปรแบบอาร์เรย์ (Array Variable)

ตัวแปรแบบอาร์เรย์เปรียบเสมือนตัวแปรซ้อนตัวแปร มีประโยชน์มากสำหรับโปรแกรมที่มีตัวแปรแบบลักษณะเดียวกัน รูปแบบการกำหนดตัวแปรแบบอาร์เรย์เป็นดังนี้

เช่น

Dim variable (size) As type

Dim X(3) As Integer หรือ X%(3)

สำหรับการกำหนดค่าหรือการรับค่าจากตัวแปรอาร์เรย์ สามารถระบุได้ดังนี้

Dim X(1) = 5

Dim X(2) = 10

Dim X(3) = 15

2.6.8 ตัวดำเนินการในการประมวลผลข้อมูลทางคณิตศาสตร์

ทางตรรกศาสตร์ การเปรียบเทียบข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลชนิดสตริง นั้นต้องใช้ตัวดำเนินการต่างๆ ซึ่ง Visual Basic ได้กำหนดไว้ดังนี้

- ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Operator)

+ การบวก (Addition)

- การลบ (Subtraction)

* การคูณ (Multiplication)

^ การยกกำลัง (Exponentiation)

/ การหารผลลัพธ์ที่ได้เป็นเลขจำนวนจริง (Floating-Point Division)

\ การหารผลลัพธ์ที่ได้เป็นเลขจำนวนเต็ม (Integer Division)

Mod การหาเศษจากการหารเลขจำนวนเต็ม 2 จำนวน (Modulus)

- ตัวดำเนินการทางตรรกศาสตร์ (Logical Operator) ตัวดำเนินการนี้ในบางครั้งเรียกว่าเป็นตัวดำเนินการ Boolean เพราะตัวดำเนินการเหล่านี้ได้มาจากพีชคณิต ของตรรกคณิตศาสตร์ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย จอร์จ บูล ตัวดำเนินการเหล่านี้มีค่า Boolean เป็นโอเปอแรนด์และตัวดำเนินการจะส่งคืนผลลัพธ์ Boolean

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวดำเนินการ AND

การดำเนินการ	ผลลัพธ์
False And False	False
False And True	False
True And False	False
True And True	True

ตารางที่ 2.4 ตัวดำเนินการ OR

การดำเนินการ	ผลลัพธ์
False Or False	False
False Or True	True
True Or False	True
True Or True	True

ตารางที่ 2.5 ตัวดำเนินการ XOR

การดำเนินการ	ผลลัพธ์
False Or False	False
False Or True	True
True Or False	True
True Or True	False

ตารางที่ 2.6 ตัวดำเนินการ IMP

การดำเนินการ	ผลลัพธ์
False Imp False	True
False Imp True	True
True Imp False	False
True Imp True	True

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตัวดำเนินการ EQV

การดำเนินการ	ผลลัพธ์
False Eqv False	True
False Eqv True	False
True Eqv False	False
True Eqv True	True

ตารางที่ 2.8 ตัวดำเนินการ NOT

การดำเนินการ	ผลลัพธ์
NOT False	True
NOT True	False

- ตัวดำเนินการเชื่อมสตริง (String Concatenation Operator) ตัวดำเนินการทางสตริงจะใช้เครื่องหมาย + เป็นตัวเชื่อมสตริง ตัวอย่างเช่น

กำหนดให้ Name$ = "Dumrong"

ทำการเชื่อมสตริงดังนี้ "My Name is + Name$ +"."

ผลลัพธ์คือ My Name is Dumrong

นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องหมาย & เป็นตัวเชื่อมข้อมูลแบบสตริง ข้อมูลแบบตัวแปร (Integer , Long , Currency , Single หรือ Double) เข้าด้วยกัน โดยที่ Visual Basic จะเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบสตริงโดยอัตโนมัติซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลแบบสตริง

ตัวอย่างเช่น Varl = 76

Varl2 = "trombones"

MsgBox Varl& " " & Varl2

ผลลัพธ์ที่ปรากฏคือ 76 trombones

- ตัวดำเนินการเปรียบเทียบ (Comparison Operator หรือ Relational Operator) ตัวดำเนินการเปรียบเทียบใช้กับข้อมูลได้ทุกชนิด ผลของการเปรียบเทียบที่ได้ คือ True และ False ซึ่งเป็น Built-in Constant ของ Visual Basic ค่าแท้จริงของ True และ False จะเป็นเลขจำนวนเต็ม –1 และ 0 ตามลำดับ ผลจากการเปรียบเทียบจะเป็นค่าตรรกตัวดำเนินการเปรียบเทียบที่ใช้ใน Visual Basic ดังตารางที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 ตัวดำเนินการการเปรียบเทียบ

ตัวดำเนินการ	ความหมายของตัวดำเนินการ
>	มากกว่า (Greater Than)
<	น้อยกว่า (Less Than)
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ (Greater Than Or Equal To)
<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ (Less Than Or Equal To)
=	เท่ากับ (Equal To)
<>	ไม่เท่ากับ (Not Equal To)

ตัวอย่างเช่น 4 > 2^2 ให้ค่าเป็น False

a <= Sum

"Exit" = "E" + "x" + "I" + "t" ให้เป็นค่า True

True <= 12 ให้ค่าเป็น True เพราะ –1 น้อยกว่า 12

2.6.9 ลำดับการประมวลผลข้อมูล

ในกรณีที่นิพจน์มีตัวดำเนินการหลายแบบรวมอยู่ด้วยกันหากมีการใส่วงเล็บ Visual Basic จะประมวลผลข้อมูลในวงเล็บในก่อน จากนั้นจึงประมวลผลข้อมูลตามลำดับความสำคัญของตัวดำเนินการ ในกรณีที่ตัวดำเนินการมีความสำคัญเท่ากันจะประมวลผลนิพจน์จากซ้ายไปขวาและจากตารางที่ 2.10 แสดงรายการของชุดของตัวดำเนินการของ Visual Basic ทั้งหมด (ยกเว้นตัวดำเนินการเชื่อมต่อสตริง) เรียงลำดับความสำคัญของตัวดำเนินการที่ใช้ในนิพจน์ โดยเรียงลำดับตามการทำก่อนจากสูงสุดไปยังต่ำสุด เมื่อพบกับนิพจน์ย่อยนั้นเป็นนิพจน์แรกหลังจากนั้นหาว่าตัวดำเนินการใดที่มีการทำก่อนอยู่ในลำดับรองลงมา ให้ประเมินผลนิพจน์ย่อยนั้นและทำเช่นนี้ต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ในขั้นสุดท้าย

2.6.10 ทูลบ็อกซ์ (Tool Box)

ส่วนประกอบของแอพพลิเคชั่นที่ได้บรรจุเอาไว้บนแบบฟอร์มเรียกว่า Object หรือตัวควบคุมทูลบ็อกซ์เป็นที่รวม Object ต่างๆ ที่จะนำมาประกอบในแอพพลิเคชั่นโดย Object จะมีดังตารางที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 ลำดับของการคำนวณตัวดำเนินการ

ลำดับ	ตัวดำเนินการ	สัญลักษณ์
1	ยกกำลัง	^
2	เท่ากับ	=
3	NOT	NOT
4	ไม่เท่ากับ	<>
5	AND	AND
6	คูณหาร	*/
7	น้อยกว่า	<
8	OR	OR
9	หารเอาจำนวนเต็ม	\
10	มากกว่า	>
11	XOR	XOR
12	เศษการหาร	MOD
13	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	<=
14	บวก ลบ	+ -
15	มากกว่าหรือเท่ากับ	>=
16	รวมข้อความ	&

ตารางที่ 2.11 ทูลบ็อกซ์ใน Visual Basic

ออปเจ็กต์	คุณสมบัติ
	Text Box ใช้สำหรับข้อความซึ่งอาจยาวเกินกว่าจะแสดงในกรอบหรือ Box ให้เห็นพร้อมกันหมดได้ Text เป็นคุณสมบัติที่เก็บข้อความ ปรากฏอยู่ในกรอบหรือ Box เวลาจะเอาข้อความไปใช้อ้างถึงคุณสมบัติ Text นี้
	Image ทำหน้าที่แสดงรูป เช่นเดียวกับ Picture Box ทั้งรูปในแบบ Bitmap, Icon หรือ Metafile ข้อดีของ Image คือ ใช้ทรัพยากรของระบบน้อยกว่า Picture Box และยังทำการวาดรูปใหม่ได้เร็วกว่าด้วย
	Data Control ทำหน้าที่สร้างตัวควบคุมข้อมูล โดยอาศัยตัวควบคุมนี้ในการเข้าถึงข้อมูลจำเพาะในฐานข้อมูล โดยคุณสมบัติและวิธีการใช้งานของตัวควบคุมข้อมูลนี้ จะแสดงอย่างละเอียดในหัวข้อ Data Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	DBCombo มีลักษณะคล้ายกับคอมโบบ็อกซ์ที่เป็นมาตรของ Window 95 แต่สามารถแสดงข้อมูลฟิลด์ในเรคคอร์ดเซตที่อยู่ในดาต้าคอนโทรลได้ โดยทั่วไปเราใช้ DBCombo คู่กับ DBGrid ในการตั้งเงื่อนไขในประโยคย่อย WHERE ของนิพจน์ SQL
	Command Button เป็นคอนโทรลพื้นฐานที่ใช้บ่อยที่สุดคือ ใช้เป็นปุ่มในการสั่งให้ทำงาน เพราะอย่างน้อยที่สุดเกือบทุกฟอร์มจะมีปุ่ม Ok และ Cancel อยู่ด้วย
	Label มีหน้าที่แสดงข้อความให้ปรากฏฟอร์ม โดยผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขได้เหมือน Text Box และเหมือนกับคอนโทรลอื่นๆ อีกหลายตัวที่มีคุณสมบัติ Caption ซึ่งเก็บข้อความให้เห็น
	Timer ใช้เพื่อให้ทำงานในทุกๆ ช่วงเวลาที่กำหนดได้และสามารถทำงานในแบบฉากหลังได้ ในตอนรันโปรแกรมจะไม่เห็นตัวคอนโทรลในขณะที่รันโปรแกรมขึ้นมา
	OLE Container ใช้ในการเชื่อม (Linking) และฝัง (Embedding) ออปเจ็กต์จากโปรแกรมอื่น นำความสามารถที่โปรแกรมอื่นมีอยู่แล้วมาใช้ได้โดยไม่ต้องสร้างขึ้นใหม่เอง
	DBList มีลักษณะคล้ายกับลิสต์บ็อกซ์ที่เป็นมาตรฐานของ Window 95 แต่สามารถแสดงข้อมูลของฟิลด์ในเรคคอร์ดเซตที่อยู่ในดาต้าคอนโทรลได้ DBList ทำงานร่วมกับดาต้าคอนโทรล

2.6.11 Data Control

ตัวควบคุม Data มีคุณสมบัติจำนวนหนึ่งที่นิยามการติดต่อระหว่างแอพพลิเคชั่น Visual Basic กับฐานข้อมูลที่ต้องการเข้าถึง แอพพลิเคชั่นสามารถมีตัวควบคุม Data มากกว่าหนึ่งตัวและชุดข้อมูลที่นิยมไว้แต่ละชุดต้องการวัดควบคุม Data ที่แยกต่างหากกันตัวควบคุม Data แต่ละตัวจะเข้าถึงได้เพียงทีละหนึ่งเรคคอร์ด ซึ่งเรียกว่า เรคคอร์ดล่าสุด (Current Record) หลังจากตั้งคุณสมบัติเหล่านี้แล้ว จะสามารถยึดเหนี่ยวตัวควบคุมอื่นๆ ของ Visual Basicเข้ากับตัวควบคุม Data เมื่อเปลี่ยนแปลงเรคคอร์ดล่าสุด ตัวควบคุมเหล่านั้นจะแสดงข้อมูลที่อยู่ในเรคคอร์ดล่าสุดออกมา Visual Basic นี้สนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ DBMS คือ Microsoft Access, Microsoft Foxpro, dBase และ Parabox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

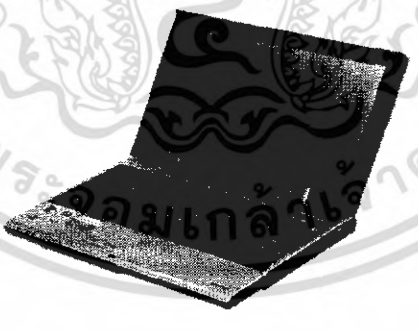
3.1 คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมควบคุม

3.1.1 คอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม

คอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้เป็นคอมพิวเตอร์ในการควบคุมนี้ เป็นคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Note Book) ยี่ห้อ Toshiba รุ่น M50 ซึ่งมี CPU ความเร็ว 1.6 GHz, หน่วยความจำแรม 512 MB , ฮาร์ดดิสก์ 60 GB, VGA 256 MB และมีโมดูลการติดต่อสื่อสารแบบ Wireless LAN มาตรฐาน IEEE 802.11g รวมอยู่ด้วย ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้เพียงพอต่อการใช้เป็นคอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม หน้าที่หลักของคอมพิวเตอร์ส่วนนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ User Interface และ Monitoring

User Interface ในส่วนนี้จะติดต่อกับผู้ใช้งาน เพื่อรับคำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ เช่น คำสั่งในการเคลื่อนที่, เปลี่ยนแปลงมุมกล้อง, การเชื่อมต่อสื่อสาร, การกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์, โหมดการทำงาน, การกำหนดความเร็วฯลฯ และทำหน้าที่ส่งคำสั่งเหล่านี้ไปยังคอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์

Monitoring ในส่วนนี้จะแสดงสภาวะที่เกิดขึ้นรอบ ๆ จากคอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์ เช่น ระยะสิ่งกีดขวางรอบๆตัวหุ่น, อุณหภูมิ, ตำแหน่งของหุ่นยนต์, ระยะทางการเคลื่อนที่, ความเร็วในการเคลื่อนที่, ทิศทาง, สถานะในการติดต่อสื่อสาร ฯลฯ โดยจะแสดงผลในรูปของตัวเลขและกราฟฟิกการเคลื่อนไหวต่าง ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้ควบคุม



รูปที่ 3.1 คอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม

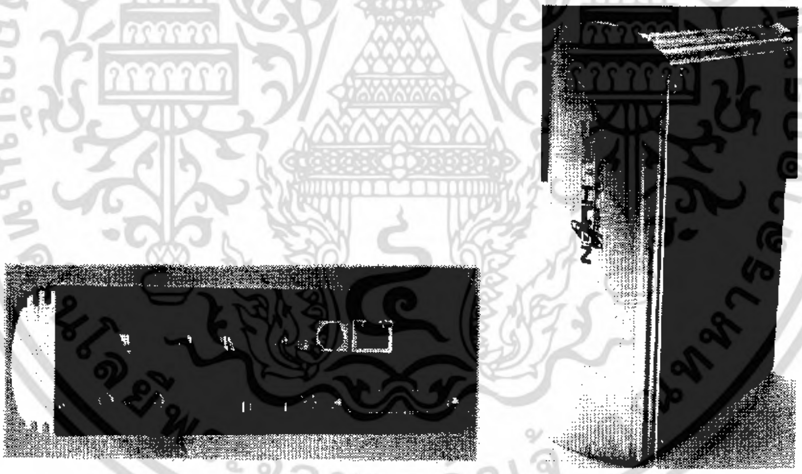
3.1.2 คอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์

คอมพิวเตอร์ในส่วนนี้เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Embedded Computer) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานเฉพาะ ลักษณะคอมพิวเตอร์แบบนี้ จะมีเมนบอร์ดขนาดเล็กเป็นพิเศษ แต่ยังมีอุปมาตราฐาน เช่น CPU, Hard disk, VGA, RAM ฯลฯ อยู่อย่างครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

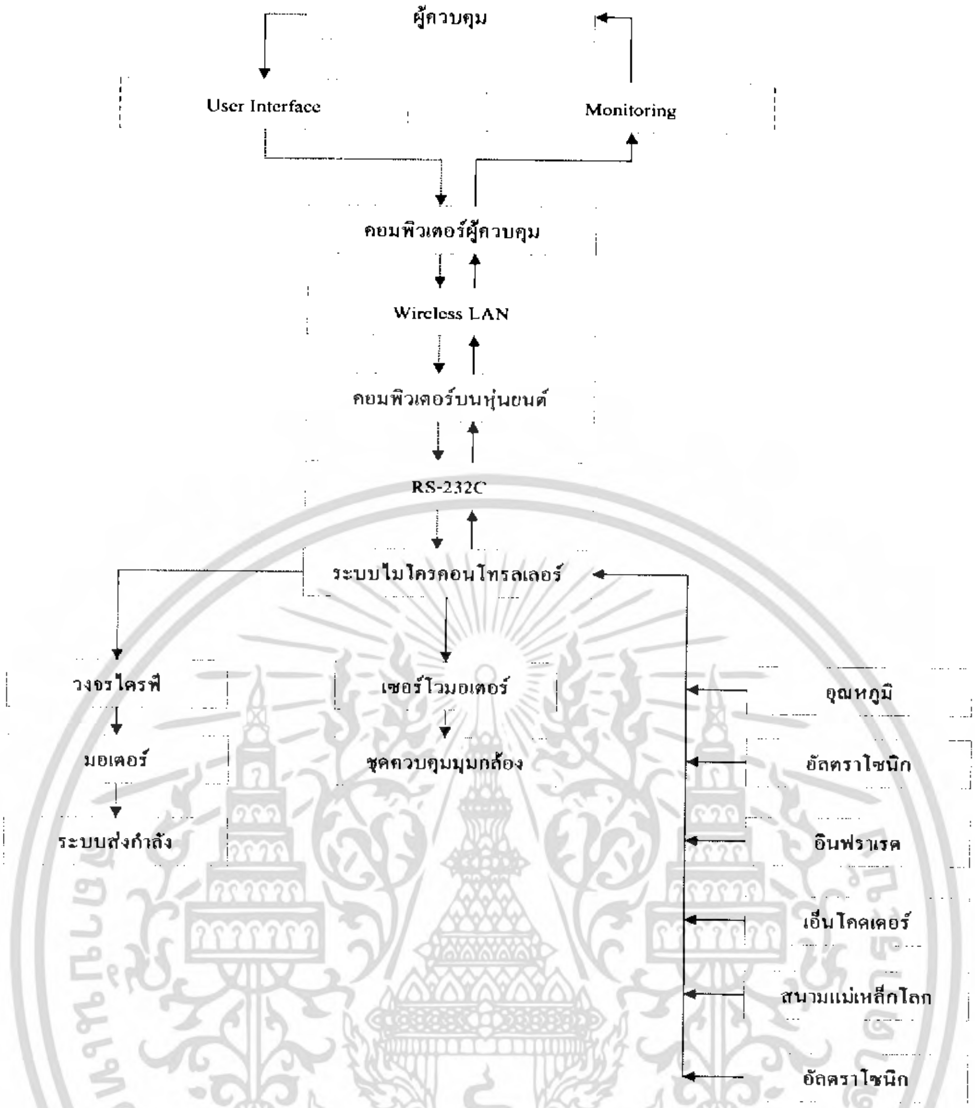
แต่ประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วๆไป Embedded Computer ที่นำมาใช้นี้ เป็นของยี่ห้อ NORH TEC ซึ่ง มี CPUความเร็ว 600 MHz, หน่วยความจำแรม 256 MB, ฮาร์ดดิสก์ 30 GB, VGA 32 MB, พอร์ทการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม 2 พอร์ท, พอร์ทการติดต่อสื่อสารแบบ USB (Universal Serial bus) 2 พอร์ท พอร์ทการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่าย LAN อีก 2 พอร์ท เท่านี้ก็เพียงพอต่อการใช้เป็นคอมพิวเตอร์บนตัวหุ่นยนต์แล้ว หน้าที่หลักของคอมพิวเตอร์ส่วนนี้แบ่งเป็น 4 ส่วนหลักๆ คือ

- ทำหน้าที่ตรวจสอบคำสั่งที่ได้รับจากคอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม แล้วทำการตรวจสอบเพื่อสั่งงานระบบไมโครคอนโทรลเลอร์อีกที
- ส่งข้อมูลที่บอกถึงสภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวหุ่นยนต์ รวมถึงสิ่งที่คอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์กำลังคิดหรือปฏิบัติอยู่
- ควบคุมและรับข้อมูลจากระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากที่คอมพิวเตอร์ส่วนนี้ได้ประมวลผลเสร็จสิ้นแล้ว จะต้องทำการส่งคำสั่งเหล่านี้ไปควบคุมระบบไมโครคอนโทรลเลอร์อีกที
- ประมวลผลและตัดสินใจในการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ในกรณีที่มีอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



รูปที่ 3.2 คอมพิวเตอร์บนตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงแผนผังการทำงานของตัวหุ่นยนต์

3.1.3 ซอร์ฟแวร์ควบคุมการทำงาน

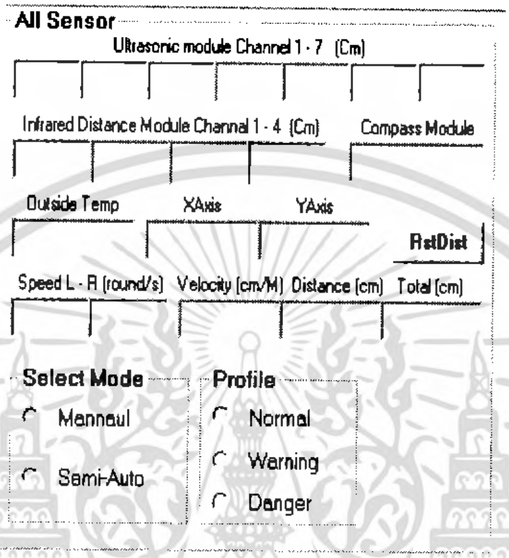
โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

3.1.3.1 ส่วนผู้ควบคุม

ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ในส่วนนี้จะแสดงสภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวหุ่นยนต์ เช่น ระยะสิ่งกีดขวางรอบๆตัวหุ่น, อุณหภูมิ, ตำแหน่งของหุ่นยนต์, ระยะทางการเคลื่อนที่, ความเร็วในการเคลื่อนที่, ทิศทาง, สถานะในการติดต่อสื่อสาร ฯลฯ และทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ เช่น คำสั่งในการเคลื่อนที่, เปลี่ยนแปลงมุมกล้อง, การติดต่อสื่อสาร , การกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์, โหมดการทำงาน, การควบคุมความเร็ว

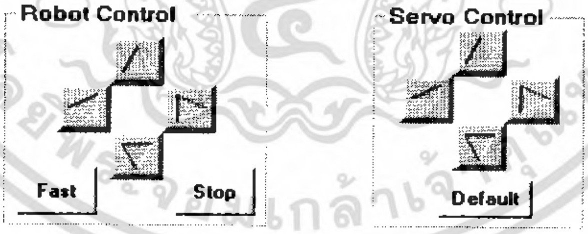
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนแสดงสถานะของทรานดิวเซอร์ต่าง ๆและควบคุมโหมดการทำงาน ในส่วนนี้จะแสดงค่าระยะวัตถุที่วัดได้จาก Ultrasonic และInfrared, อุณหภูมิรอบๆหุ่นยนต์, ทิศทางของสนามแม่เหล็กโลก, ตำแหน่งของมุมกล้องทั้งแกน X และ Y, ความเร็วของมอเตอร์ทั้งสองข้าง, ความเร็วเฉลี่ยของหุ่นยนต์, ระยะทางรวม และโหมดการทำงานของ หุ่นยนต์ว่าอยู่ในโหมดการทำงานใด



รูปที่ 3.4 แสดงค่าจากเซนเซอร์

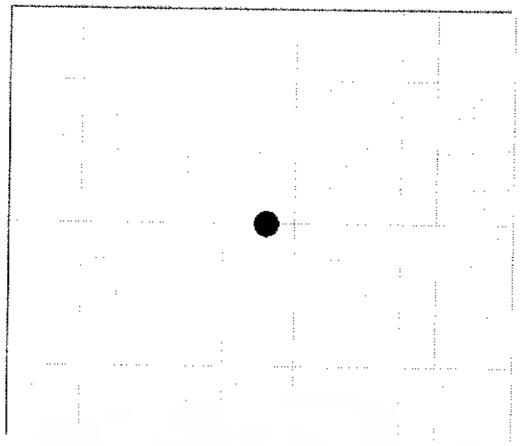
- ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์และปรับเปลี่ยนมุมกล้อง ในส่วนนี้จะรับคำสั่งจากเมาส์หรือคีย์บอร์ดเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และควบคุมมุมกล้องบนหุ่นยนต์



รูปที่ 3.5 แสดงส่วนควบคุมการเคลื่อนที่และปรับมุมกล้อง

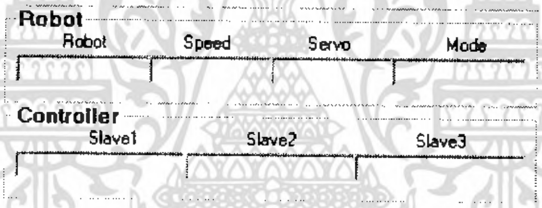
- ส่วนแสดงตำแหน่งของหุ่นยนต์ ในส่วนนี้จะแสดงตำแหน่งที่หุ่นยนต์ตั้งอยู่โดยขนาดพิกัดที่ระบุบนแผนที่มีขนาด 50 cm x 50 cm โดยโปรแกรมส่วนนี้จะคำนวณจากทิศทางของหุ่นยนต์ และระยะทางที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



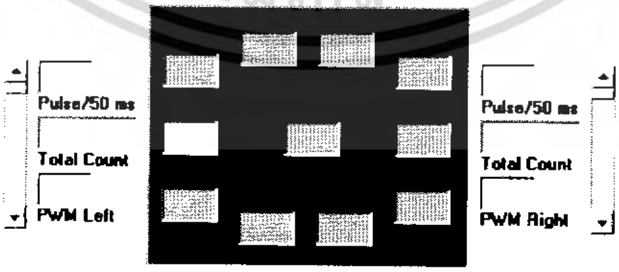
รูปที่ 3.6 แสดงส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์

- ส่วนแสดงสถานะของหุ่นยนต์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนนี้จะแสดงสถานะต่างๆของคอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์ เช่น การเคลื่อนที่, ความเร็ว, สถานะของชุดควบคุมมุมกล้อง, โหมดการทำงาน และยังแสดงสถานะของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย



รูปที่ 3.7 แสดงสถานะของหุ่นและไมโครคอนโทรลเลอร์

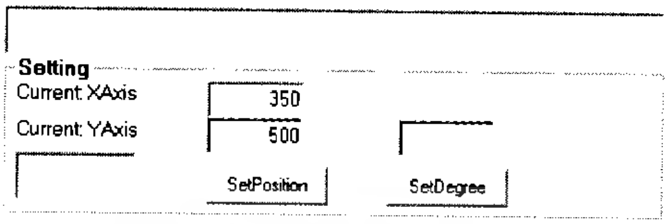
- ส่วนแสดงตำแหน่งเซนเซอร์วัดระยะวัตถุรอบตัวหุ่นยนต์ และควบคุมความเร็วหุ่น ยนต์ในส่วนนี้จะแสดงระยะวัตถุรอบๆ ตัวหุ่นยนต์ และแสดงจำนวนพัลส์ที่วัดได้จาก Encoder และส่วนของการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งเซนเซอร์วัดระยะวัตถุรอบตัวหุ่น และควบคุมความเร็วหุ่นยนต์

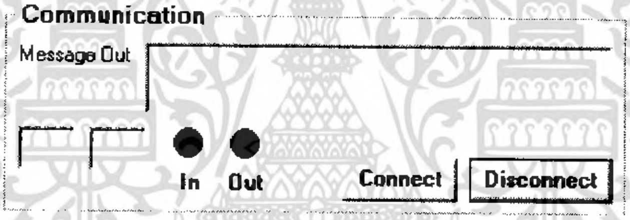
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนปรับตำแหน่งและทิศทางเริ่มต้นของหุ่นยนต์ ในส่วนนี้จะใช้ในการปรับแต่งตำแหน่งเริ่มต้นของหุ่นยนต์ ว่าต้องการให้อยู่บนพิกัดใดบนแผนที่ และใช้ปรับทิศทางของหุ่นยนต์ให้ตรงกับแผนที่โดยคำนวณจากทิศทางของสนามแม่เหล็กโลก



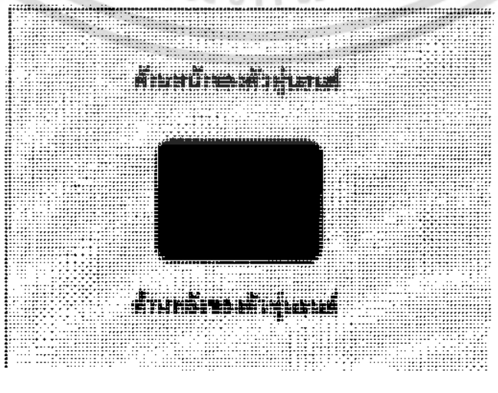
รูปที่ 3.9 ส่วนปรับตำแหน่งและทิศทางเริ่มต้นของหุ่นยนต์

- ส่วนแสดงสถานะในการติดต่อสื่อสารและเชื่อมต่อการสื่อสาร ในส่วนนี้แสดงถึงชุดคำสั่งที่ถูกส่งออกไปให้คอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์, จำนวนข้อมูลที่รับและส่งออกไป, การควบคุมการติดต่อสื่อสารและยังมี Indicator แสดงสถานะการติดต่อสื่อสารด้วย



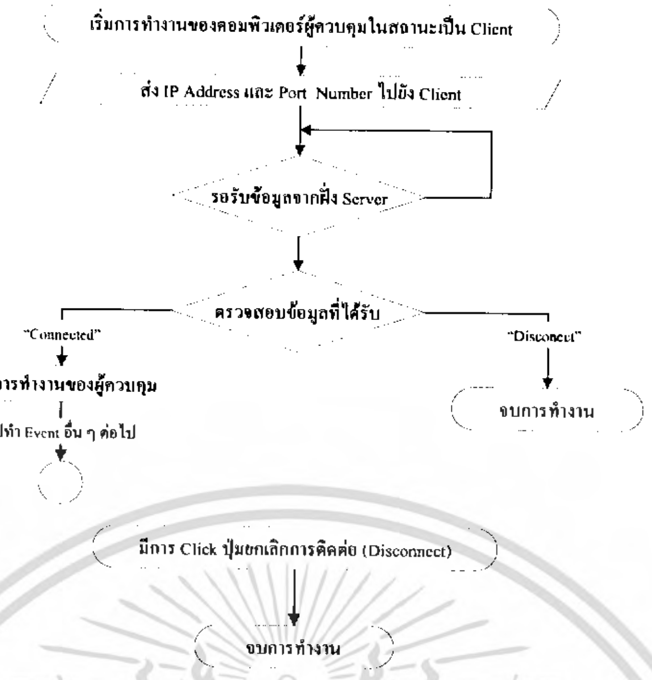
รูปที่ 3.10 ส่วนแสดงสถานะในการติดต่อสื่อสารและเชื่อมต่อการสื่อสาร

- ส่วนแสดงสิ่งกีดขวางรอบตัวหุ่นยนต์ ในส่วนนี้จะแสดงถึงสิ่งกีดขวางรอบหุ่นยนต์เมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางที่มีระยะใกล้กับตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 3.11 ส่วนแสดงสิ่งกีดขวางรอบตัวหุ่นยนต์

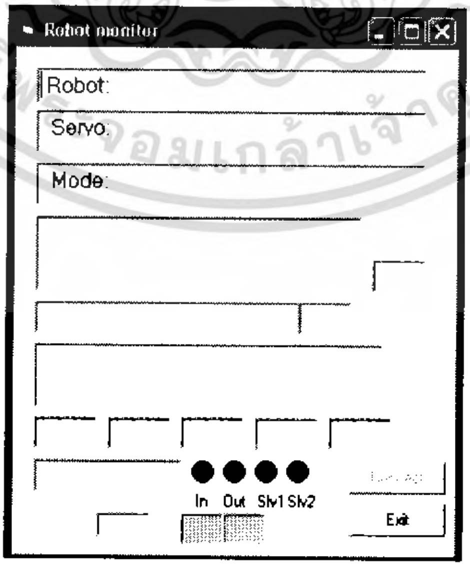
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงแผนผังการทำงานของคอมพิวเตอร์ส่วนผู้ควบคุม

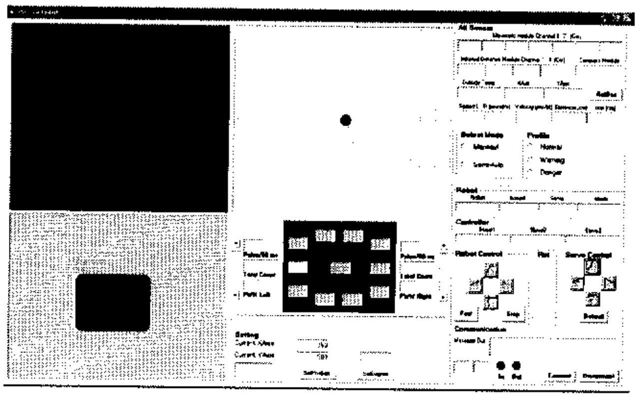
3.1.3.2 ส่วนหุ่นยนต์

ส่วนนี้จะแสดงสภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนหุ่นยนต์ เช่น การเคลื่อนที่, ชุดปรับเปลี่ยนมุมกล้อง, โหมดการทำงาน, แสดงข้อมูลที่ได้รับจากระบบไมโครคอนโทรลเลอร์, สถานะทางการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่อง, สถานะของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโปรแกรมในส่วนนี้จะถูกติดตั้งอยู่ที่คอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์ ซึ่งในการใช้งานจริงแล้วจะไม่ได้เห็นส่วนของโปรแกรมนี้

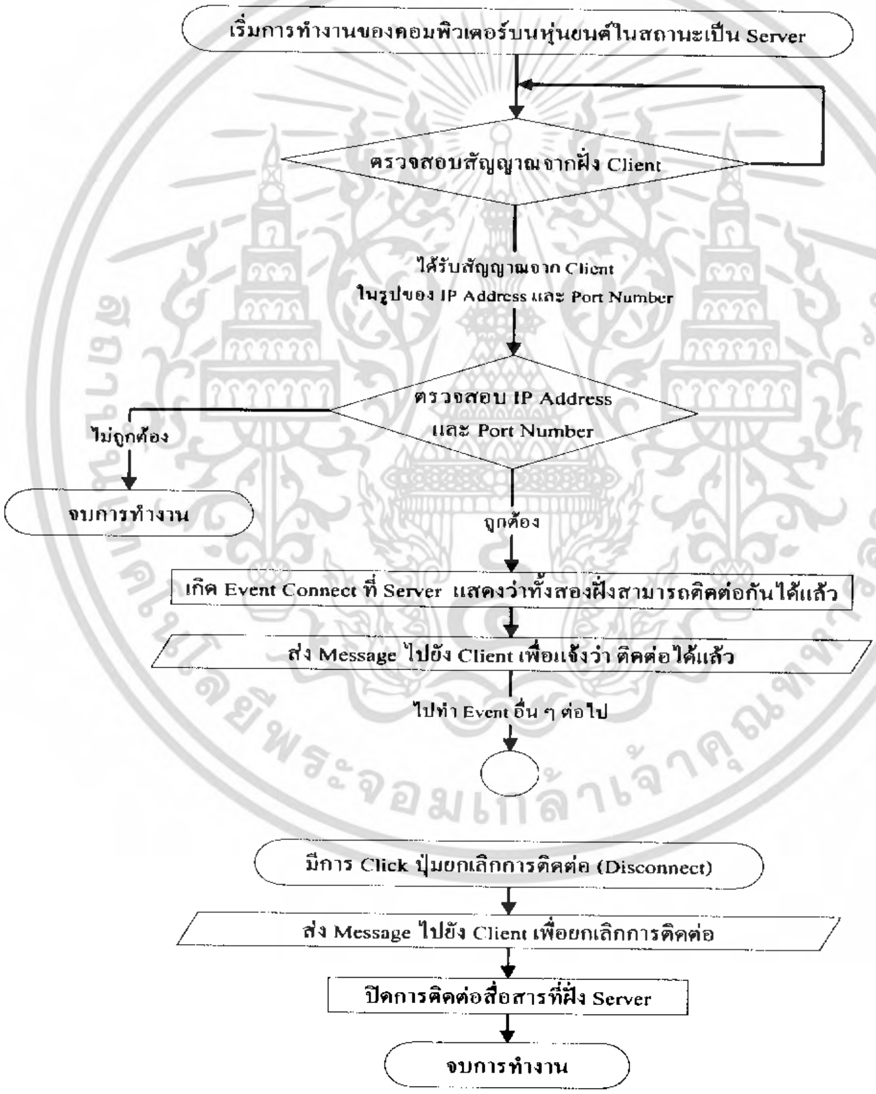


รูปที่ 3.13 โปรแกรมควบคุมการทำงานบนหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



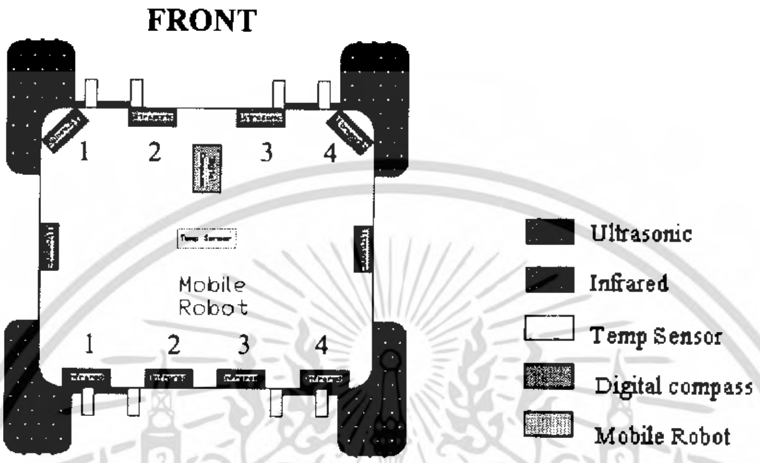
รูปที่ 3.14 โปรแกรมควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.15 แสดงแผนผังการทำงานของคอมพิวเตอร์บนตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยเพิ่มส่วนของการตัดสินใจในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางรอบๆ ตัวหุ่นยนต์ โดยเงื่อนไขที่จะทำให้หุ่นยนต์หยุดการเคลื่อนที่ได้ต่อเมื่อ หุ่นยนต์กำลังเดินหน้าหรือถอยหลังและเข้าใกล้สิ่งกีดขวางอยู่ในระยะ 30 เซนติเมตรหลังจากที่หุ่นยนต์หยุดแล้วก็จะต้องทำการตรวจสอบว่าเซ็นเซอร์ในจุดใดเข้าใกล้ระยะนี้ แล้วจะให้หุ่นยนต์หลบหลีกในลักษณะที่กำหนด ตามตารางที่ 3.1 และ ตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.16 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์บนตัวหุ่นยนต์

ตารางที่ 3.1 การตัดสินใจในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้วย Ultrasonic

Ultrasonic1	Ultrasonic2	Ultrasonic3	Ultrasonic4	Action
0	0	0	0	Normal
0	0	0	1	Turn-Left 45 °
0	0	1	0	Turn-Left 45 °
0	0	1	1	Turn-Left 45 °
0	1	0	0	Turn-Right 45 °
0	1	0	1	Reverse 30 cm
0	1	1	0	Reverse 30 cm
0	1	1	1	Reverse 30 cm
1	0	0	0	Turn-Right 45 °
1	0	0	1	Reverse 30 cm
1	0	1	0	Reverse 30 cm
1	0	1	1	Reverse 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

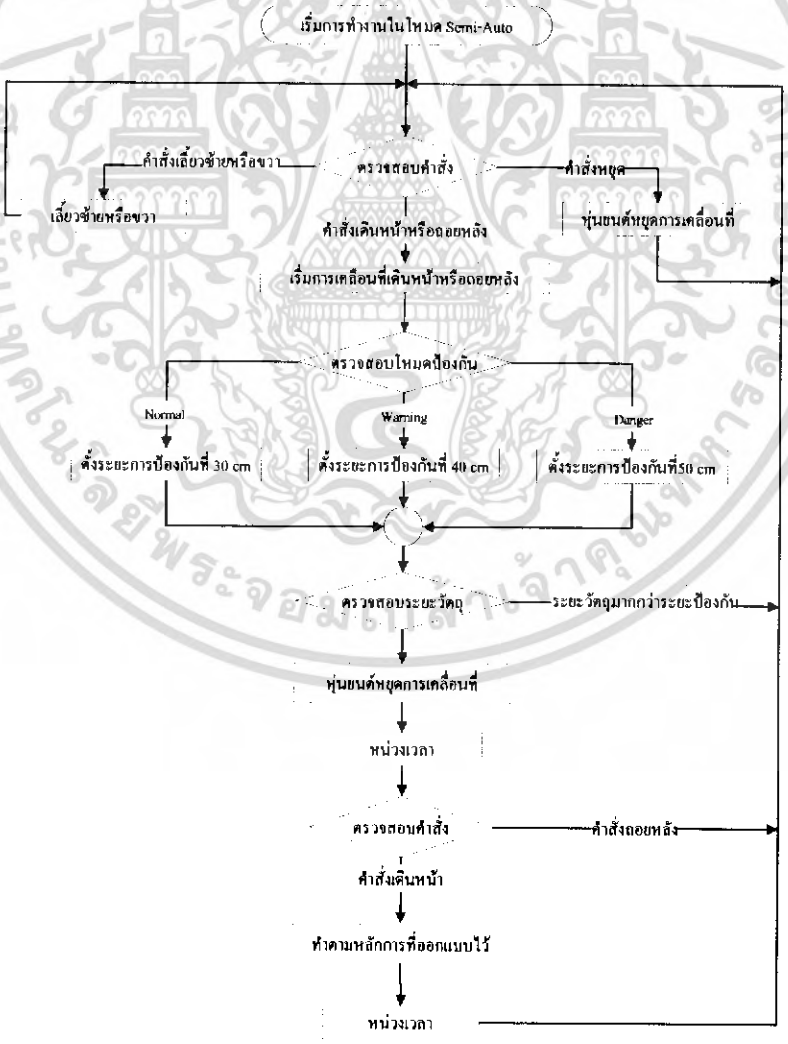
1	1	0	0	Turn-Right 45 °
1	1	0	1	Reverse 30 cm
1	1	1	0	Reverse 30 cm
1	1	1	1	Reverse 30 cm

"1" ระยะวัตถุน้อยกว่าหรือเท่ากับระยะป้องกัน "0" ระยะวัตถุมากระยะป้องกัน

ตารางที่ 3.2 การตัดสินใจในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้วย Infrared

Infrared1	Infrared 2	Infrared 3	Infrared 4	Action
0	0	0	0	Normal
X	X	X	X	Stop

"1" ระยะวัตถุน้อยกว่าหรือเท่ากับระยะป้องกัน, "0" ระยะวัตถุมากกว่าระยะป้องกัน โดย "X" เป็นได้ทั้ง "1" และ "0" ถ้าเซนเซอร์ตัวใดตัวหนึ่งวัดระยะวัตถุได้น้อยกว่าระยะป้องกัน ก็จะส่งผลให้หุ่นยนต์หยุดการทำงาน



รูปที่ 3.17 แสดงแผนผังการทำงานของหุ่นยนต์ในโหมด semi-auto

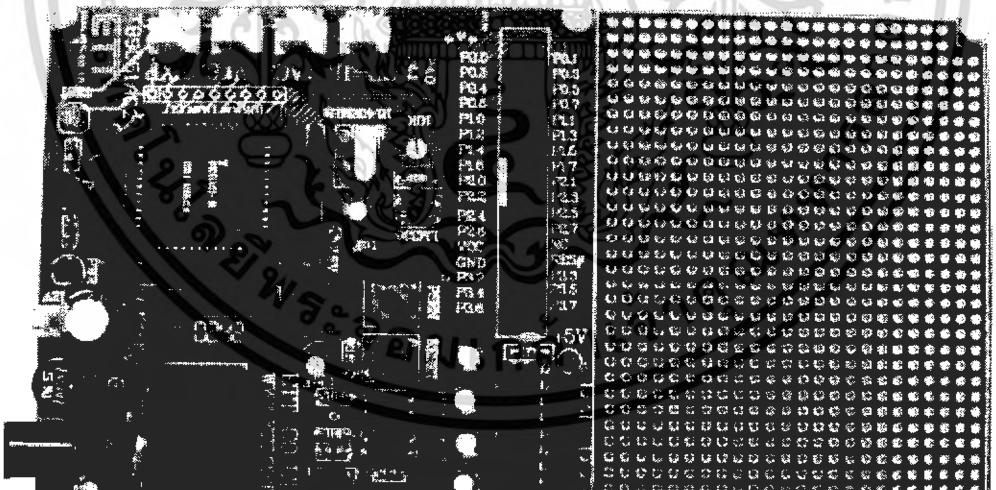
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ CP-JR51AC2

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาใช้ในหุ่นยนต์นี้ เป็นบอร์ดของบริษัท ETT รุ่น CP-JR51AC2 ซึ่งใช้ Micro Controller ของบริษัท Atmel เบอร์ T89C51 AC2 ซึ่งคุณสมบัติเด่นของเบอร์นี้ คือ เป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 Bit หน่วยความจำแรมขนาด 256 ไบต์, หน่วยความจำโปรแกรมขนาด 32 กิโลไบต์, ไทม์เมอร์ขนาด 16 บิต 3 ตัว, โมดูลสร้างสัญญาณ PWM ขนาด 8 Bit จำนวน 5 ช่อง, โมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิต แบบมัลติเพล็กซ์ 8 ช่อง,โมดูลการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุด ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานในหลายๆด้าน เช่น การควบคุมมอเตอร์ด้วยสัญญาณ PWM , การแปลงปริมาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล การสร้างฐานเวลาในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม หน้าที่หลักๆ ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์นี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- ตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น ระยะทางการเคลื่อนที่จาก Encoder, วัดระยะวัตถุจาก Ultrasonicและ Infrared, วัดอุณหภูมิภายนอก และ ทิศทางของหุ่นยนต์ โดยจะเป็นตัวควบคุมการทำงานของ Transducer ต่างๆ

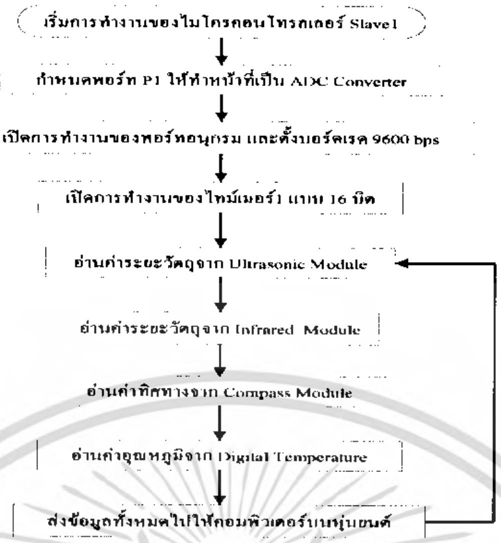
- รับคำสั่งโดยตรงจากคอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์ ในส่วนของนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยตรง เช่น เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยว หรือหยุด โดยจะทำหน้าที่ควบคุมวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ที่อยู่บนตัวหุ่นยนต์



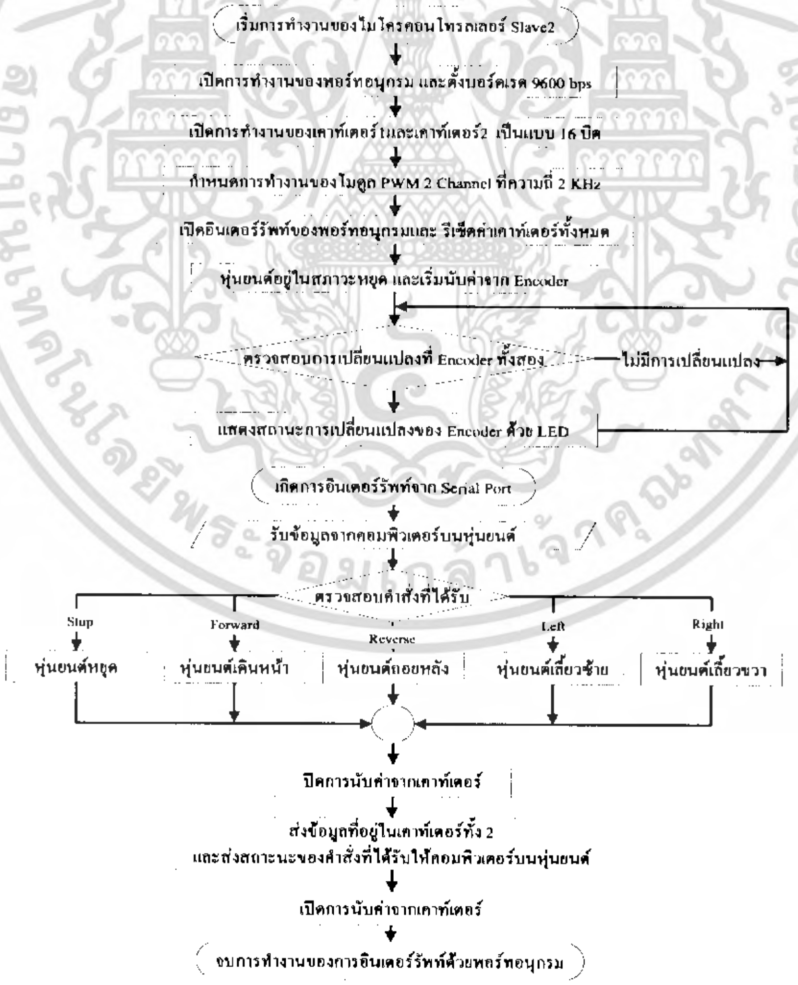
รูปที่ 3.18 แสดงบอร์ดบอร์ด ไมโครคอนโทรเลอร์ CP-JR51AC2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 แผนผังการทำงานของไมโครคอลโทรลเลอร์ CP-JR51AC2

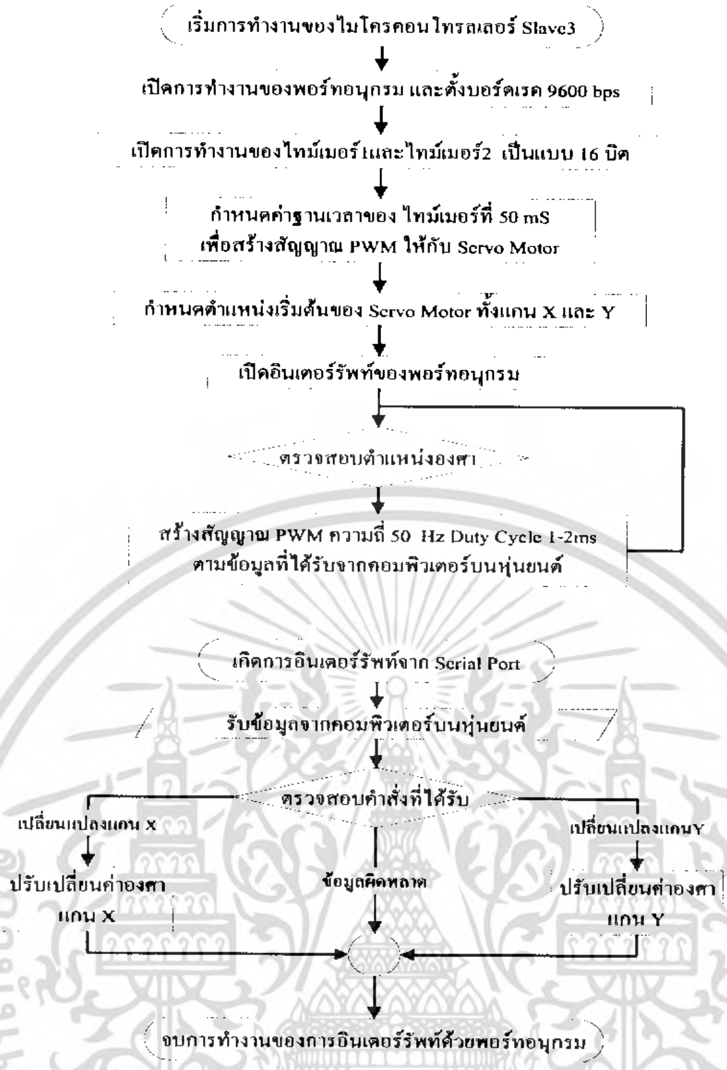


รูปที่ 3.19 แสดงแผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดที่ 1



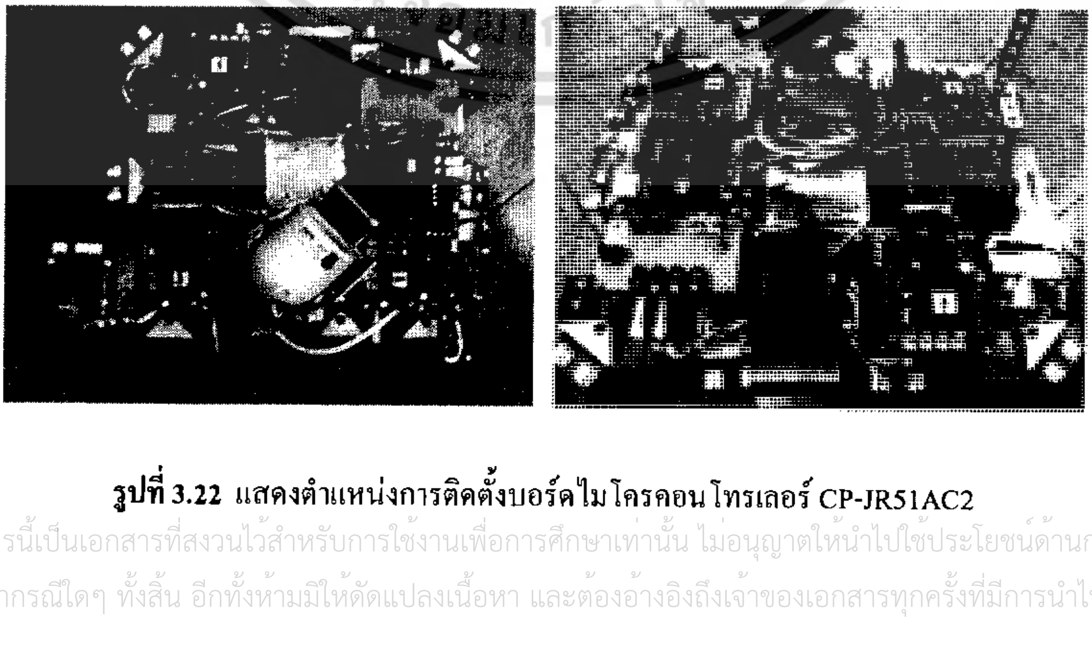
รูปที่ 3.20 แสดงแผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงแผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดที่ 3

ลักษณะการติดตั้ง



รูปที่ 3.22 แสดงตำแหน่งการติดตั้งบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ CP-JR51AC2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

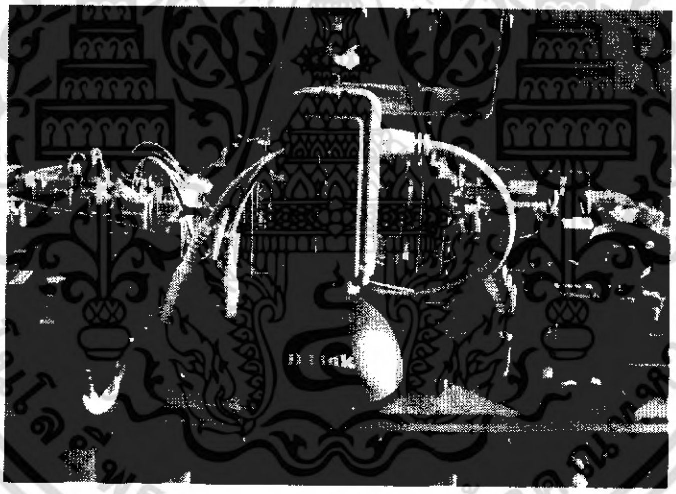
3.3 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายแลนไร้สาย

3.3.1 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล ผ่านเครือข่ายแลนไร้สาย

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่อง โดยอุปกรณ์แบบนี้จะใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล ด้วยวิธีการแพร่สัญญาณคลื่นวิทยุ (Radio Frequency) เพื่อให้เกิดความคล่องตัวสูงขึ้น เพื่อให้ติดต่อสื่อสารในระยะไกลได้มากขึ้นโดยไม่ต้องใช้สายสัญญาณ โดยมาตราฐานที่นำมาใช้เป็นแบบ IEEE 802.11g และใช้ความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นมาตราฐานที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ยี่ห้อที่เลือกใช้นี้เป็นของบริษัท D-Link รุ่น DWL-G122 ซึ่งใช้มาตราฐาน IEEE 802.11g ที่มีความเร็วสูงถึง 54 Mb/s ระยะทางในการเชื่อมต่อในที่ทึบ 100 เมตร และ 400 เมตร ในที่โล่ง

3.3.2 ชุดรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย

ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ควบคุมกับ Embedded Computer ที่ติดตั้งบนตัวหุ่นยนต์นั้นจะติดต่อกันผ่านอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายแลนไร้สายและลักษณะการติดตั้ง

3.4 การควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน

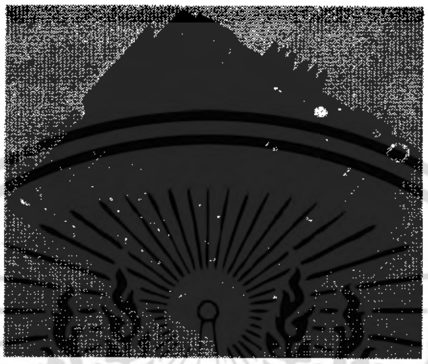
3.4.1 การควบคุมการขับเคลื่อน

ในการควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์นั้นในโครงงานนี้ใช้ชุดควบคุมแบบ HMD10A ซึ่งมีรายละเอียดการใช้งานและลักษณะการติดตั้งดังนี้

HMD10Aคือชุดขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบมีแปรงถ่านที่ออกแบบมาด้วยโครงสร้างแบบ H-BRIDGE ประกอบด้วยเพาเวอร์มอสเฟตแบบ N Channel 4 ตัว สามารถขับกระแสได้สูง

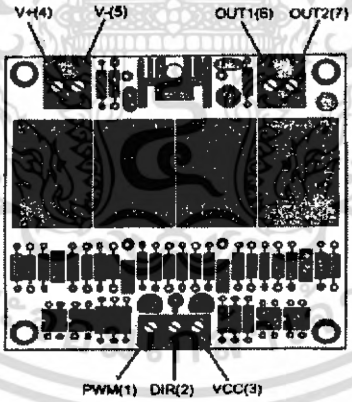
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความต้านทานช่วงนำกระแสของมอสเฟตมีค่าต่ำมาก โดยสัญญาณควบคุมใช้แค่เพียง 3 เส้น คือ PWM VCC DIR ซึ่งสัญญาณภาคควบคุมจะแยกเด็ดขาดทางไฟฟ้าด้วย OPTOISOLATOR กับวงจรภาคกำลัง สามารถควบคุมการทำงานได้ในโหมดของ Pulse Width Modulation (PWM) และในโหมดของ ON – OFF ภาคกำลังมีวงจรสนับเบอร์ป้องกันความเสียหายของมอสเฟตจากแรงดันสูงชั่วขณะในช่วงมอตเฟตหยุดนำกระแส วงจรถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กและใช้งานได้สะดวก สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย



รูปที่ 3.24 ลักษณะของ HMD10A

ตำแหน่งและรายละเอียดขั้วต่อ



รูปที่ 3.25 ตำแหน่งและรายละเอียดขั้วต่อ

ขั้วที่ 1 PWM สัญญาณสั่งงานการหมุนของมอเตอร์เมื่อสัญญาณที่เข้ามาเป็นลอจิก “0” จะเป็นการสั่งให้มอเตอร์ทำงาน เมื่อสัญญาณเป็นลอจิก “1” มอเตอร์จะหยุดทำงาน

ขั้วที่ 2 DIR สัญญาณควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์เมื่อสัญญาณที่เข้ามาเป็นลอจิก “0” มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อสัญญาณเป็นลอจิก “1” มอเตอร์จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา

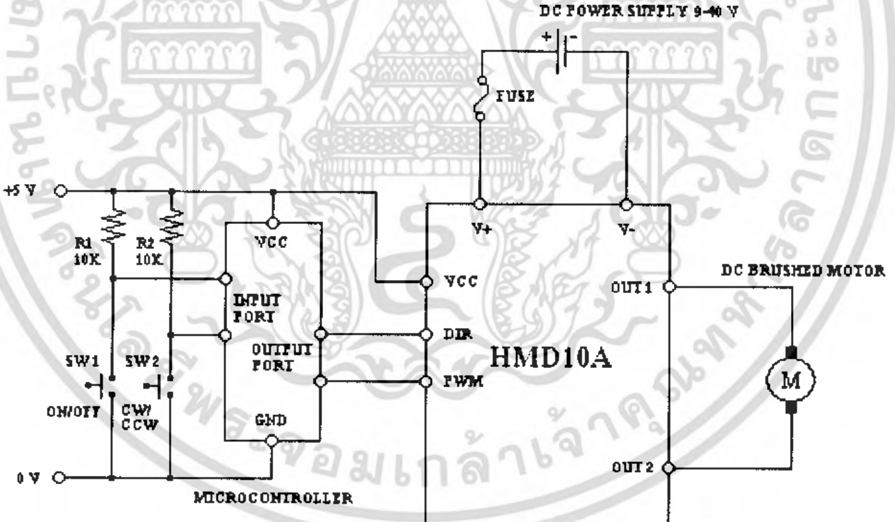
ขั้วที่ 3 VCC สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วที่ 4 V+ ขั้วแรงดันไฟฟ้าบวกของแหล่งจ่ายไฟของมอเตอร์
ขั้วที่ 5 V- ขั้วแรงดันไฟฟ้าลบของแหล่งจ่ายไฟของมอเตอร์
ขั้วที่ 6 OUT1 ขั้วต่อมอเตอร์
ขั้วที่ 7 OUT2 ขั้วต่อมอเตอร์

3.4.2 การใช้งานแบบเปิด-ปิด และปรับความกว้างพัลส์ (PWM)

เราสามารถโปรแกรมสั่งงาน HMD10A เพื่อควบคุมมอเตอร์แบบเปิด-ปิด และปรับความเร็วรอบของมอเตอร์โดยการปรับความกว้างพัลส์ (PWM) ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จากรูปที่ 3.26 แสดงการควบคุมมอเตอร์ด้วยการสั่งงานจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเป็นวงจรอย่างง่ายสำหรับการสั่งงานแบบเปิด-ปิดหรือแบบความกว้างพัลส์ ในกรณีสั่งงานแบบเปิด-ปิด เมื่อสั่งลอจิก “0” มายังขั้ว PWM ของ HMD10A ก็จะเป็นการสั่งให้มอเตอร์หมุน เมื่อสั่งเป็นลอจิก “1” มอเตอร์ก็จะหยุดหมุน การควบคุมทิศทางของมอเตอร์ก็สั่งสัญญาณลอจิกมายังขั้ว DIR ในกรณีสั่งงาบแบบปรับความกว้างพัลส์ (PWM) เพื่อปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ก็สั่งลอจิก “0” กับลอจิก “1” ด้วยเวลาตามความถี่และคาบเวลาของความกว้างพัลส์ (Duty Cycle) ที่ต้องการ

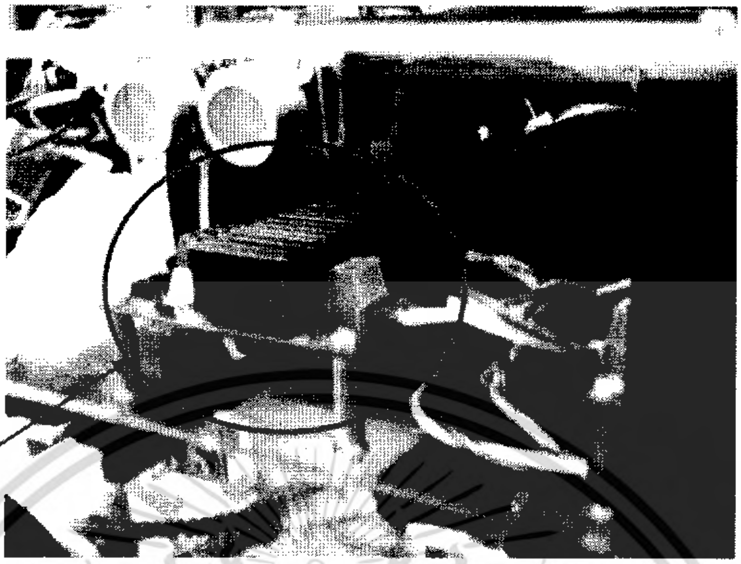


รูปที่ 3.26 การควบคุมมอเตอร์ด้วยการสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการติดตั้ง

ตำแหน่งการติดตั้ง HMD10A



รูปที่ 3.27 แสดงลักษณะการติดตั้งชุดควบคุมแบบHMD10A

3.5 ส่วนอุปกรณ์ตรวจจับและรับรู้

3.5.1 โมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก

รุ่น SRF04 (Ultrasonic Distance Detector Module Type SRF04) อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 นี้เป็นแผงวงจรวัดตรวจจับและวัตระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิกที่มีความเที่ยงตรงสูง โดยสามารถวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 3 cm ~ 3 m อัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับ Micro Controller ได้ง่ายโดยเชื่อมต่อเพียง 2 ขา ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งกับการนำไปประยุกต์ใช้งานด้านหุ่นยนต์

อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 นี้ จะทำการส่งสัญญาณคลื่นอัลตร้าโซนิกออกไป แล้ววัดระยะเวลาที่มีสัญญาณสะท้อนตอบกลับมา Output ที่ได้จะอยู่ในรูปของความกว้างพัลส์ซึ่งสัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุที่ตรวจจับได้ ความถี่ของสัญญาณอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 คือ 40 kHz ถูกส่งออกไปในอากาศด้วยความเร็ว 1.125 ft/ms (ประมาณ 346 m/s) ดังนั้นเมื่อเราทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น เวลาเริ่มต้นส่งคลื่น และเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมา จึงสามารถคำนวณหาค่าของระยะทางได้ ระยะทางที่ได้นั้นจะต้องมีการคำนวณค่ากลับทางคณิตศาสตร์ เมื่อใช้กับ Micro Controller แล้วถือว่าเป็นเรื่องยุ่งยากพอสมควร ดังนั้น อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 จึงประมวลผลค่าต่างๆทางคณิตศาสตร์เหล่านี้ไว้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นส่งผลลัพธ์ที่วัดได้ออกมาเป็นพัลส์ที่มีความกว้างสัมพันธ์กับระยะทางที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.28 แสดงลักษณะโครงสร้างของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04

จุดต่อใช้งานของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04 มีอยู่ทั้งหมด 4 จุด ดังรูปที่ 3.29

- ขาไฟเลี้ยง สำหรับต่อไฟเลี้ยงแรงดัน +5 V
- ขา Echo Pulse Output เป็นขา Output สำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจากอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้า โซนิก รุ่น SRF04 ซึ่งการใช้งานจะนำต่อเข้ากับพอร์ต Inputของ T89C51AC2 เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมา
- ขา Trigger Pulse Input เป็นขา Input รับสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างอย่างน้อย 10 μs เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตร้าโซนิกความถี่ 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ดังนั้นเมื่อคลื่นความถี่ดังกล่าวนี้เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางจะเกิดการสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับ และถูกแปลงออกมาเป็นสัญญาณพัลส์ที่จะส่งออกไปทางขา Echo Pulse Output
- ขา GND สำหรับต่อกราวด์

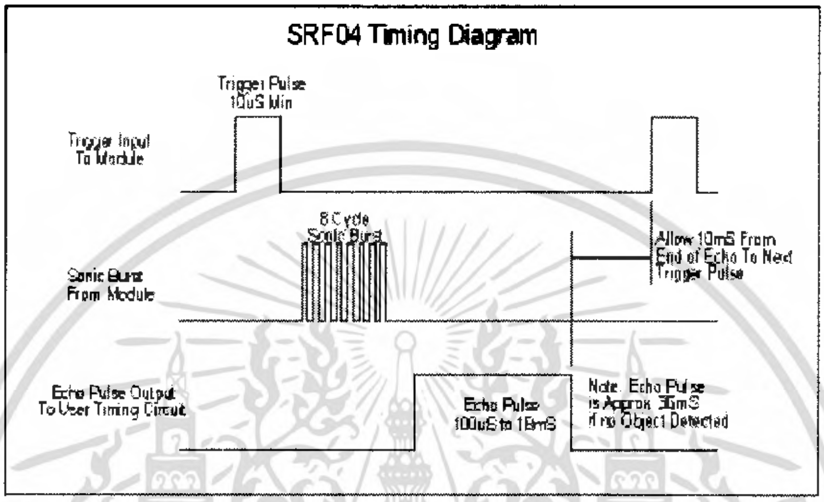
รูปที่ 3.29 แสดงขาสัญญาณของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก รุ่น SRF04

การอ่านค่าระยะทางจากโมดูลวัดระยะทาง

- รีเซ็ตการทำงานของ Timer และ ปิดการทำงานของ Timer
- ส่งสัญญาณพัลส์ความกว้าง 1 μs ที่ขา Trigger จำนวน 1 Pulse เพื่อกระตุ้นการทำงานของโมดูล

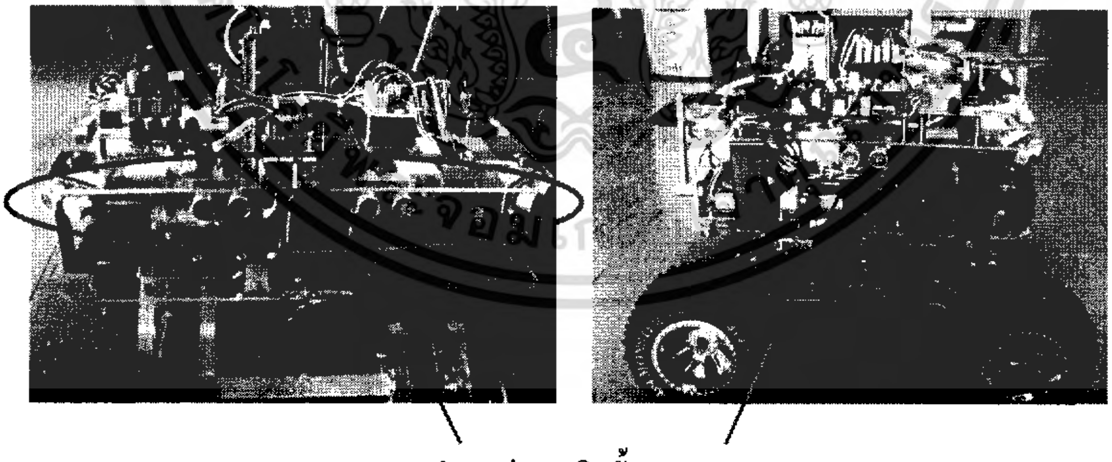
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อมีสัญญาณลอจิก “1” จากขา Echo ให้เริ่มเปิดการทำงานของ Timer ซึ่งความกว้างของสัญญาณพัลส์จะแปรผันตรงกับระยะทาง
- เมื่อมีสัญญาณลอจิก “0” จากขา Echo ให้เริ่มปิดการทำงานของ Timer
- ทำการวัดซ้ำอีกหลายๆ ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย
- คำนวณระยะทาง



รูปที่ 3.30 Timing Diagram แสดงการทำงานของโมดูล

ลักษณะการติดตั้ง



ตำแหน่งการติดตั้ง Ultrasonic

รูปที่ 3.31 ลักษณะการติดตั้งโมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

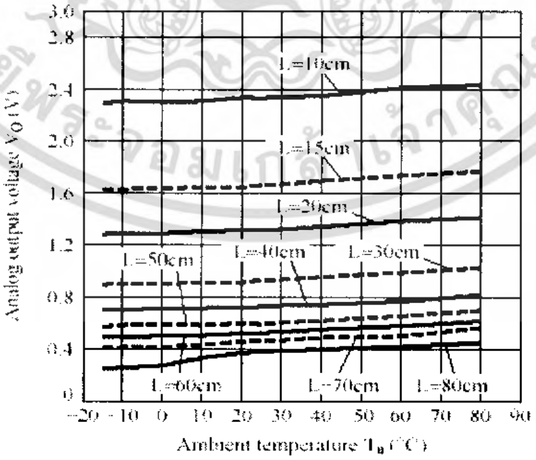
3.5.2 โมดูลตรวจจับระยะทางด้วยแสงอินฟราเรด GD2D12

คุณสมบัติ

- สีผิวของวัตถุต่างๆ จะมีผลกระทบน้อยมากต่อการสะท้อนสัญญาณของตัว Sensor จะมีผลบางในวัตถุที่มีสีดำซึ่งเป็นย่านที่ดูดกลืนทำให้การสะท้อนของแสงอินฟราเรดไม่ดีนัก
- Output อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะทางที่วัดได้
- ระยะทางในการตรวจจับอยู่ในช่วง 10~80 cm
- Output อยู่ในช่วง 0.4~2.3 V

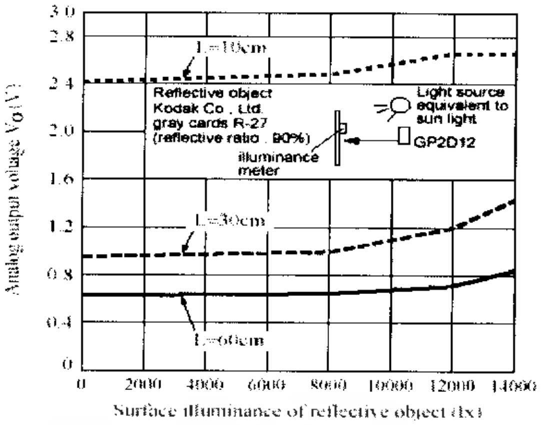
รูปที่ 3.32 แสดงโมดูลตรวจจับระยะทางด้วยแสงอินฟราเรด GD2D12

เนื่องจาก Output ที่ออกมาจากโมดูลเป็นสัญญาณอนาล็อค ซึ่งไม่อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง Output และอุณหภูมิภายนอก Micro Controller สามารถประมวลผลได้ต้องผ่านกระบวนการแปลงสัญญาณอนาล็อคเป็นดิจิตอลเสียก่อน ในที่นี้ระดับแรงดันของโมดูลอยู่ในช่วง 0.4~2.3 V นำไปใช้กับ Micro Controller เบอร์ AT89C51AC2 ซึ่งมีชุด Analog to Digital Converter อยู่ในตัวซึ่งมีขนาด 10 Bit และย่านการใช้งานอยู่ในช่วง 0~3V

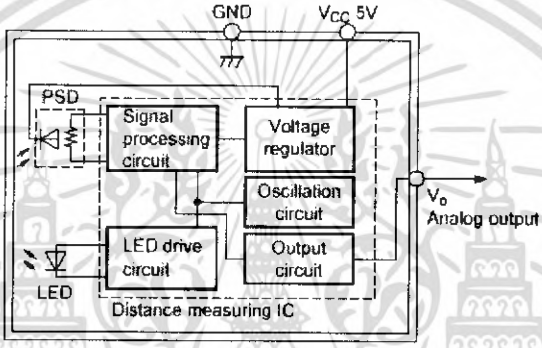


รูปที่ 3.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Output และอุณหภูมิภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



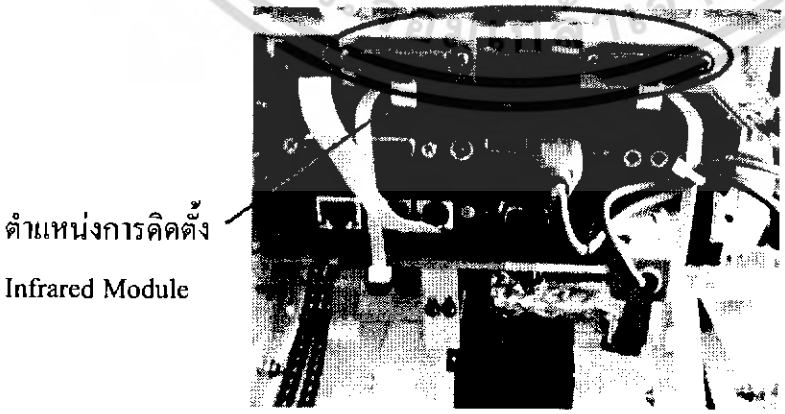
รูปที่ 3.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Output และระยะทางที่ตรวจจับได้



รูปที่ 3.35 บล็อกการทำงานภายในของโมดูล

การคำนวณระยะทางจาก Infrared Module Output ที่ได้จะแปรผันตรงกับระยะทางที่วัดได้ จึงสามารถใช้สมการเส้นตรงคำนวณระยะทางออกมาได้

ลักษณะการติดตั้ง

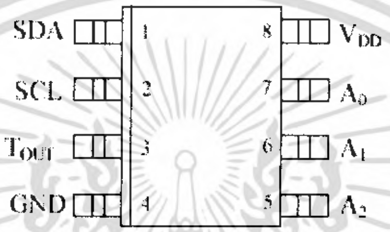


รูปที่ 3.36 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง Infrared Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิแบบ Digital

อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ DS1621 เมื่อใช้วัดอุณหภูมิแล้วยังสามารถวัดผ่านตัวมันเองได้โดยตรง อาจจะติดตั้งบนบอร์ดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ หรือบอร์ดเล็กๆสำหรับติดตั้ง DS1621 เพื่อสะดวกในการติดตั้งตำแหน่งของการตรวจวัดตำแหน่งต่างๆ ซึ่งสามารถดัดแปลงใช้งานตามเทคนิคของแต่ละโอกาสที่จะทำการวัดค่าอุณหภูมิ อุณหภูมิที่ทำการวัดจะถูกอ่านออกมาเป็นค่า Digital ซึ่งมี 2 รูปแบบของรหัส Output คือ เป็นค่าตัวเลขฐานสองกับตัวเลขฐานสิบหก ข้อมูลที่ออกมาทาง Output จะต่ออินเตอร์เฟสกับระบบ CPU ผ่านทางพอร์ตอนุกรม ย่านการวัดอยู่ในช่วงอุณหภูมิ -55°C ถึง +125°C ทุกๆการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ 0.5 °C



รูปที่ 3.37 แสดงตำแหน่งขาการใช้งาน

ตำแหน่งขาของอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ DS1621

- ขา SDA => 2-Wire Serial Data Input/Output
- ขา SCL => 2-Wire Serial Clock
- ขา T_{OUT} => Thermostat Output Signal
- ขา GND => Ground
- ขา A2 => Chip Address Input
- ขา A1 => Chip Address Input
- ขา A0 => Chip Address Input
- ขา V_{DD} => Power Supply Voltage

ขั้นตอนการอ่านค่าอุณหภูมิจาก DS1621

- ส่งสัญญาณ Start เพื่อ แจ้งให้ Bus I2C เตรียมรับข้อมูล
- ส่งค่า Address 0x90 และ Address 0x22 เพื่อเริ่มการแปลงอุณหภูมิเป็นค่าตัวเลข
- ส่งสัญญาณ Stop
- หน่วงเวลา 1 วินาที
- ส่งสัญญาณ Start เพื่อ แจ้งให้ Bus I2C เตรียมรับข้อมูล
- ส่งค่า Address 0x90 และ Address 0xAA เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิ 16 Bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อ่านข้อมูล MSB และ LSB
- ส่งสัญญาณ Stop]

ตารางที่ 3.3 แสดงอุณหภูมิและค่า Digital Output

ค่าอุณหภูมิ	Digital Output	
	ฐานสอง	ฐานสิบหก
+125 °c	0 11111010	00FA
+25 °c	0 00110010	0032
1/2 °c	0 00000001	0001
0 °c	0 00000000	0000
-1/2 °c	1 11111111	01FF
-25 °c	1 11001110	01CF
-55 °c	1 10010010	0192

ลักษณะการติดตั้ง

ตำแหน่ง
การติดตั้ง
DS1621

รูปที่ 3.38 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ DS1621

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 Incremental Encoder

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดระยะทางโดยอาศัยหลักการออฟติคอล โครงสร้างประกอบด้วยส่วนกำเนิดแสง ส่วนรับแสง และแผ่นจานกลมเจาะรูไว้รอบๆ แผ่น แล้วแต่ความละเอียดของ Encoder ลักษณะของ Output จะอยู่ในรูปของสัญญาณพัลส์ต่อการหมุน 1 รอบ

ทรานซิสเตอร์พลังแสง (Photo Transistor)

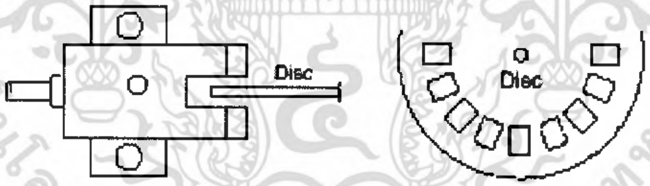
เป็นอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ชนิดสารกึ่งตัวนำ โดยอาศัยหลักการทำงานเช่นเดียวกับโฟโต้ไดโอด การนำโฟโต้ทรานซิสเตอร์มาใช้งานจะต้องต่อวงจรในลักษณะไบอัสกลับที่รอยต่อระหว่างขา Base และ Collector เมื่อมีแสงมาตกกระทบบริเวณนี้จะทำให้เกิดกระแสเบส (I_B) ที่เกิดจากอิเล็คตรอนไหลเข้าสู่ทรานซิสเตอร์ กระแสเบสนี้จะถูกขยายด้วยอัตราขยายกระแส (*hfe*) ของทรานซิสเตอร์แล้วนำผลที่ได้นี้ไปใช้งาน

โมดูล Limit Sensor PM-L24

เป็นโมดูล Limit Sensor ใช้ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงทางแสงแล้วให้ Output เป็นระดับแรงดัน

คุณสมบัติ

- Sensing Range 5 mm
- Minimum Sensing Object 0.8x1.8 mm
- Response Frequency 1 kHz

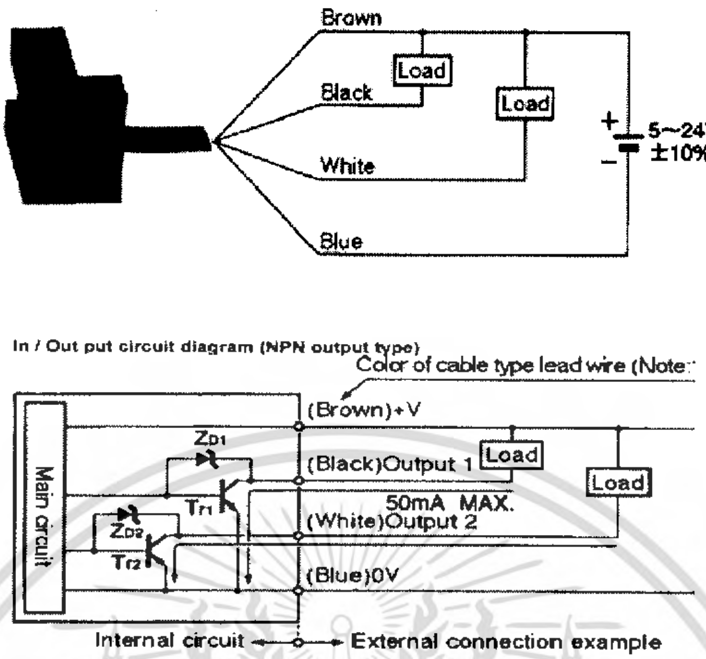


รูปที่ 3.39 แสดงส่วนตรวจจับของ Encoder และแผ่นจานหมุน Encoder

การคำนวณระยะทาง และ ความเร็ว

ใช้หลักการวัดจำนวนพัลส์ที่ได้จาก Encoder มาทำการประมวลผล ซึ่งจำนวนพัลส์ที่ได้จะแปรผันตรงกับระยะทางที่หุ่นยนต์เดิน ส่วนความเร็วสามารถหาได้จากการแซมปลิ้งค่าจาก Encoder ทุกๆ 50 ms แล้วนำค่า Pulse ที่ได้มาคำนวณความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 การต่อสายสัญญาณและวงจรการทำงานภายใน

ลักษณะการติดตั้ง

รูปที่ 3.41 ลักษณะแผ่นจานหมุน Encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

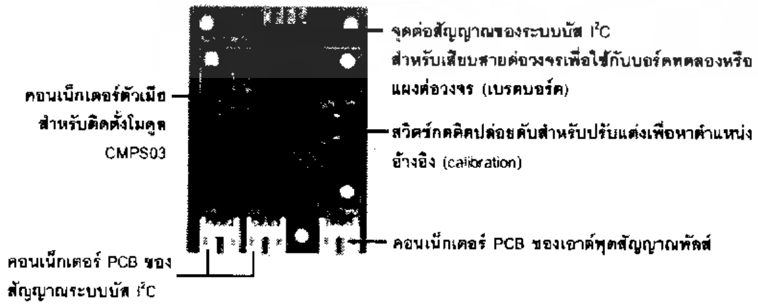
รูปที่ 3.42 แสดงตำแหน่งการติดตั้งส่วนตรวจจับของ Encoder และแผ่นจานหมุน Encoder

3.5.5 โมดูลเข็มทิศดิจิตอล

CMPS03 ออกแบบมาเพื่อใช้กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อัตโนมัติ และนำไปใช้สร้างเครื่องมือวัดและตรวจสอบทิศ ระบบอิเล็กทรอนิกส์โดยหัวใจสำคัญของโมดูล CMPS03 คือ ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็ก เบอร์ KMZ51 ของ Philips จำนวน 2 ตัว เพื่อให้มีความไวในการตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก และ Micro Controller จะประมวลผลออกมาเป็นข้อมูล Digital และสัญญาณพัลส์สำหรับแจ้งผลการวัดทิศทาง

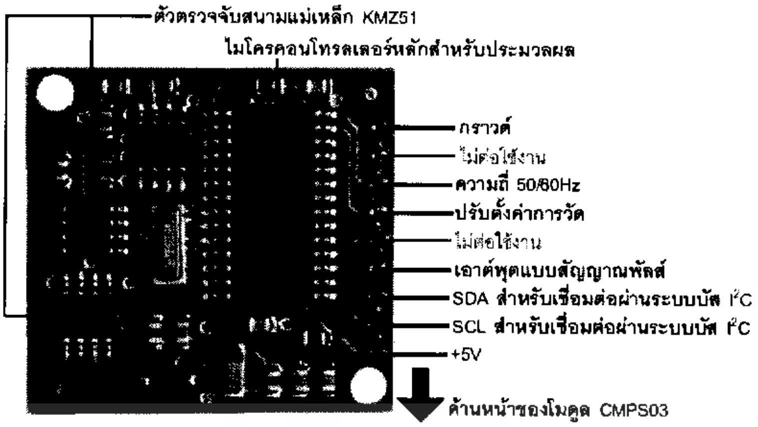
ตำแหน่งขาและการต่อใช้งาน

ในรูปที่ 3.43 แสดงรูปร่างหน้าตาและการจัดขาของโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 จะเห็นว่าเป็นแผงวงจรที่มี Connecter ต่อออกมาเพื่อให้เชื่อม มาติดตั้งและใช้งานกับบอร์ดอะแดปเดอร์ รุ่น ADX-CMPS03 บนบอร์ดอะแดป นอกจากนั้นยังมีสวิตช์กดสำหรับปรับตั้งค่า (Calibration) เพื่อกำหนดตำแหน่งของทิศอ้างอิง โดยวงจรของบอร์ดอะแดปเตอร์ รุ่น ADX-CMPS03 แสดงในรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.43 แสดงวงจรของบอร์ด ADX-CMPS03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 แสดงรูปร่างและตำแหน่งของขาสำหรับต่อใช้งาน

การปรับแต่งค่าทิศทางอ้างอิงแก่โมดูลเข็มทิศดิจิตอล

เพื่อให้ทิศทางการวัดของโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 มีความแม่นยำที่สุด จึงมี Input สำหรับปรับแต่งค่าทิศทางอ้างอิง ต้องป้อนสัญญาณลอจิก"0" เข้าที่ขาปรับตั้งค่าการวัด การปรับแต่งมีขั้นตอนดังนี้

- วางโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 ขนานกับพื้น หันด้านหน้าของโมดูลไปทางทิศเหนือ กดสวิตช์ 1 ครั้ง
- วางโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 ขนานกับพื้น หันด้านหน้าของโมดูลไปทางทิศตะวันออก แล้วกดสวิตช์
- วางโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 ขนานกับพื้น หันด้านหน้าของโมดูลไปทางทิศใต้ กดสวิตช์ 1 ครั้ง
- วางโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 ขนานกับพื้น หันด้านหน้าของโมดูลไปทางทิศตะวันตก กดสวิตช์เป็นอันสิ้นสุดการปรับแต่งทิศทางอ้างอิงของโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03 โดยตัวโมดูลจะเก็บค่าอ้างอิงนี้ไว้ในหน่วยความจำอีอีพรอมและไม่ต้องปรับตั้งค่าใหม่อีก เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงครั้งใหม่

การอ่านค่าเอาต์พุตของโมดูลเข็มทิศดิจิตอล

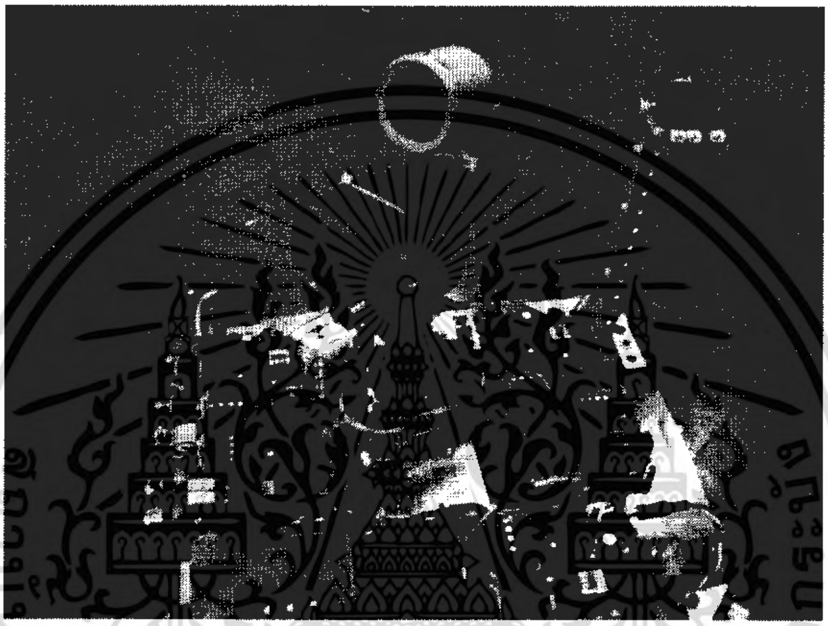
ในที่นี้เลือกรูปแบบการติดต่อแบบ Bus I2C ใช้การเชื่อมต่อขาสัญญาณ 2 เส้น คือ SDA และ SCL โดยมีขั้นตอนการติดต่อดังนี้

- ส่งสัญญาณ Start เพื่อ แจ้งให้ Bus I2C เตรียมรับข้อมูล
- ส่งค่า Address 0xC0 เพื่อระบุว่าต้องการติดต่อเพื่อเขียนข้อมูลลงไปบนโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่งค่า Address 0xC2 เพื่ออ่านค่าแบบละเอียด (0~3599) สามารถ แปลงเป็น 0~359.9 °C ได้
- อ่านข้อมูล MSB และ LSB
- ส่งสัญญาณ Stop

ลักษณะการติดตั้ง



รูปที่ 3.45 แสดงตำแหน่งการติดตั้งโมดูลเข็มทิศดิจิตอล CMPS03

3.5.6 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

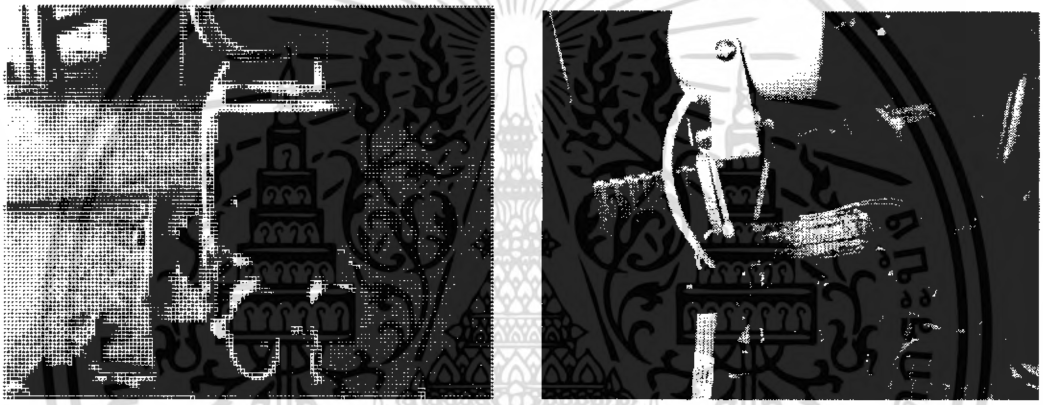
จากบทที่ 2 ในเรื่องของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดนั้นได้กล่าวถึงอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดชนิดต่างๆ มาในบทนี้จะกล่าวถึงชนิดของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดที่เลือกใช้ในโครงงานนี้ ซึ่งชนิดที่เลือกใช้ในโครงงานนี้ก็ คือ อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบพกพาซึ่งมีลักษณะรูปร่างดังรูปที่ 3.46 ซึ่งการใช้งานนั้นเพียงกดสวิตช์และเล็งบริเวณที่จะวัดอุณหภูมิ อุปกรณ์จะแสดงอุณหภูมิขึ้นมาเป็นตัวเลขในหน่วยที่เราต้องการเป็นองศาฟาเรนไฮต์หรือองศาเซลเซียส และในโครงงานนี้ได้ประยุกต์การใช้งานโดยการต่อสายจากปุ่มกดออกมาด้านนอกตัวโครงสร้างของอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อสายให้เชื่อมต่อกันอย่างถาวรแทนที่การกดที่ปุ่มกด เพื่อให้สะดวกในการติดตั้งบนตัวหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่และการอ่านค่าอุณหภูมินั้นจะใช้กล้องในการมองดูค่าอุณหภูมิที่ปรากฏบนจอแสดงผลที่ตัวอุปกรณ์วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.46 แสดงอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์แบบพกพา

ลักษณะการติดตั้ง

จะติดตั้งใกล้กับตัวกล้องเพื่อให้กล้องสามารถมองดูค่าอุณภูมิได้



รูปที่ 3.47 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

3.6 กล้องและส่วนควบคุมกล้อง

3.6.1 กล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor

จากบทที่ 2 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกล้องวงจรปิด มาในบทนี้จะกล่าวถึงกล้องวงจรปิดที่เลือกใช้งาน รวมถึงรายละเอียดและการติดตั้งต่างๆ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

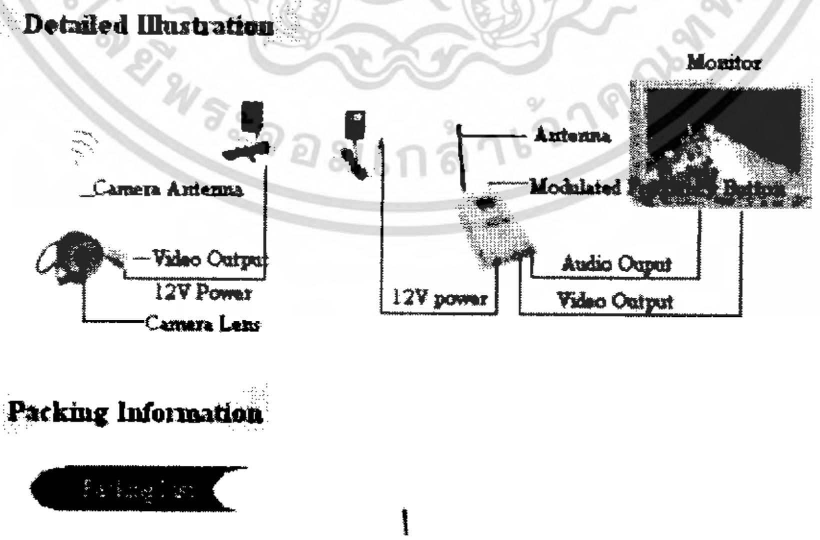
รายละเอียดกล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor

- เป็นกล้องวงจรปิดที่มีอินฟาเรดอยู่รอบๆหน้ากล้อง
- กล้องวงจรปิด อินฟาเรดแบบไร้สาย ดูได้ในที่มืดสนิท
- Sensor รับภาพแบบ CCD ความคมชัดสูงทั้งในกลางวันหรือในที่มืด
- กลางวันให้ภาพสีตามธรรมชาติ และ กลางคืนให้ภาพออกขาวดำ
- ส่งสัญญาณภาพสี+เสียง แบบไร้สาย โดยมีเครื่องส่งฝังอยู่ในตัวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีเครื่องรับสัญญาณภาพแยกต่างหาก สามารถต่อสาย AV จากเครื่องรับสัญญาณเข้าดูภาพผ่านทางช่อง AV ของทีวี (ไม่ต้องจูนหาคลื่น ดูทางช่อง AV ได้เลย)
- ส่งสัญญาณภาพและเสียงผ่านกำแพงและสิ่งขีดขวางได้ (ทะลุกำแพงได้สูงสุด 4-5 ชั้น)
- สามารถต่อเข้ากล้องถ่ายวีดีโอ ได้ทันทีที่ช่อง Video input และ Audio input (A/V in) และบันทึกรูปและเสียงได้เลย
- ตัวกล้องกินกำลังไฟเพียง 500 mA เท่านั้น
- สาย AV สำหรับต่อเข้ากับทีวี
- ติดตั้งได้ง่ายและสะดวกเพราะจะใช้งานแบบไร้สายก็ได้

รูปที่ 3.48 แสดงลักษณะตัวกล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor และ ตัวรับ-ตัวส่งสัญญาณภาพและเสียง

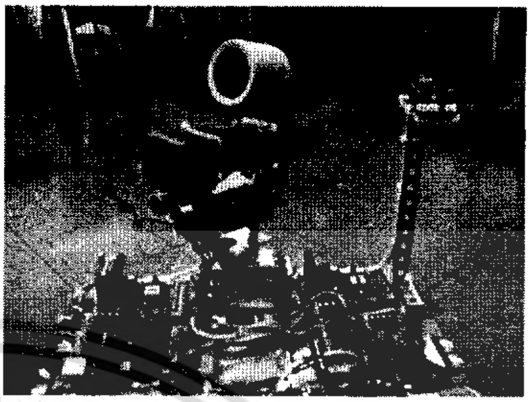


รูปที่ 3.49 แสดงลักษณะการต่อใช้งานของกล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor

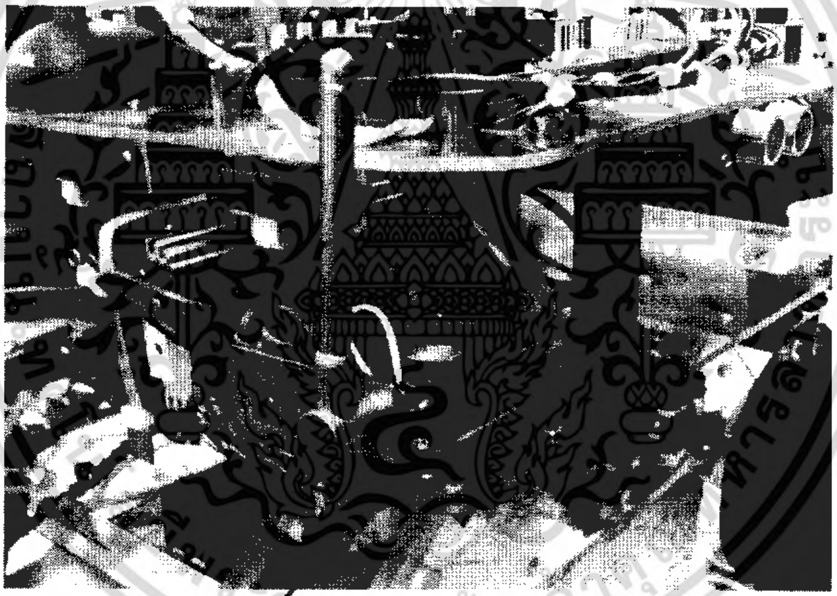
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการติดตั้ง

จะติดตั้งด้านบนสุดเพื่อให้สามารถมองเห็นบริเวณรอบๆตัวหุ่นยนต์ได้ชัดเจนขึ้นดังรูป



รูปที่ 3.50 แสดงตำแหน่งการติดตั้งกล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor



ตำแหน่งการติดตั้งตัวรับ-ตัวส่งสัญญาณภาพและเสียง

รูปที่ 3.51 แสดงตำแหน่งการติดตั้งตัวรับ-ตัวส่งสัญญาณภาพและเสียง

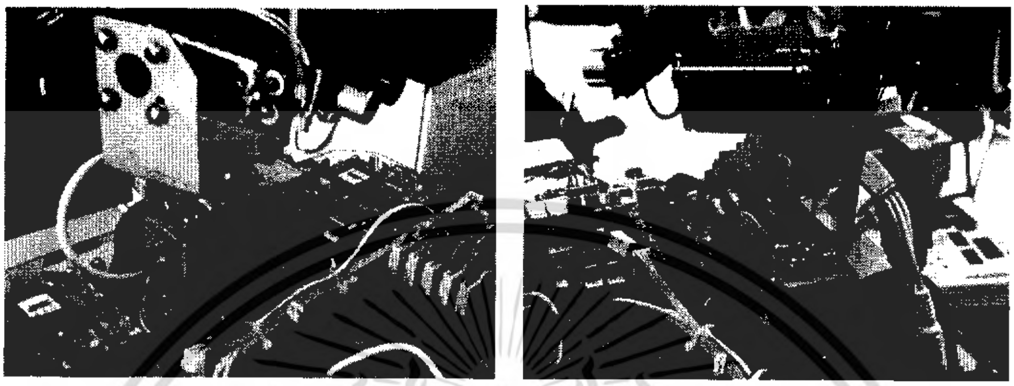
3.6.2 ส่วนการควบคุมกล้อง

ใช้ในการปรับเปลี่ยนมุมกล้องบนหุ่นยนต์ ซึ่งช่วยให้ผู้ควบคุมสามารถมองเห็นได้ในมุมกว้างมากกว่าเดิมช่วยในการตัดสินใจได้มากขึ้น ชุดควบคุมนี้สามารถหมุนได้ 180 องศาในแนวแกน X และ 30 องศา ในแนวแกน Y โดยใช้ Servo Motor ในการควบคุมการหมุน ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งด้วยสัญญาณ PWM จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ควบคุมสามารถปรับเปลี่ยนมุมกล้องได้จากคอมพิวเตอร์ผู้ควบคุม ซึ่งแสดงการติดตั้งบนตัวหุ่นยนต์ดังรูปที่ 3.52

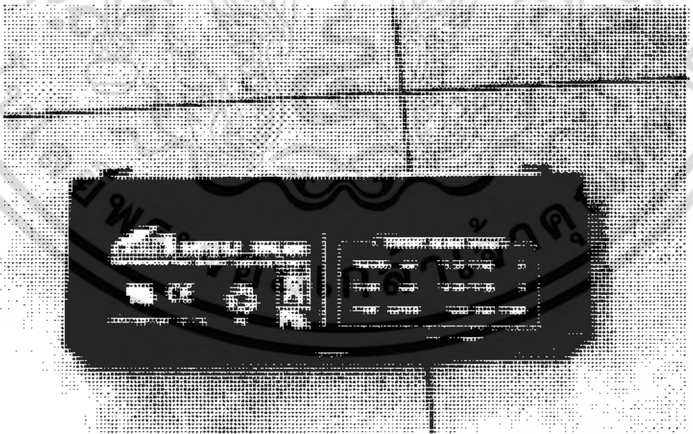
ลักษณะการติดตั้ง



รูปที่ 3.52 แสดงตำแหน่งการติดตั้งชุดควบคุมกล้อง

3.7 แบตเตอรี่

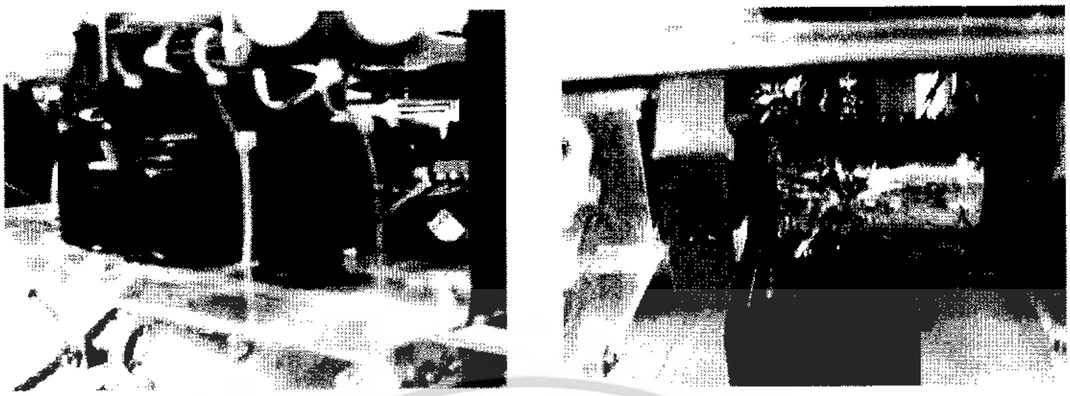
ในโครงงานนี้จะเลือกใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ อุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆ ร่วมทั้งชุดขับเคลื่อนของตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 3.53 แสดงแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการติดตั้ง



รูปที่ 3.54 แสดงตำแหน่งการติดตั้งแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองอุปกรณ์ตรวจจับและรับรู้

การทดลองวัดระยะอุปกรณ์ตรวจจับและรับรู้โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 แบบ คือ

ตารางที่ 4.1 การทดลองวัดระยะทางด้วย Ultrasonic Module SRF-04

ระยะวัตถุ (cm)	ค่าที่วัดได้ (cm)	ระยะวัตถุ (cm)	ค่าที่วัดได้ (cm)
0	ตรวจสอบไม่ได้	60	59
3	3	70	68
5	5	80	79
10	10	90	89
20	20	100	59
30	30	110	89
40	40	120	89
50	50	มากกว่า120	ตรวจสอบไม่ได้

ตารางที่ 4.2 การทดลองวัดระยะทางด้วย Infrared Module GD2D12 ณ อุณหภูมิ 36.5°C

ระยะวัตถุ(cm)	แรงดันเอาท์พุท (V)	ระยะวัตถุ(cm)	แรงดันเอาท์พุท (V)
0	0.31	50	0.81
5	2.10	60	0.75
10	2.53	70	0.72
20	1.55	80	0.69
30	1.13	90	0.65
40	0.92	100	0.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การทดลองวัดระยะทางด้วย Incremental Encoder

ระยะทางจริง (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm)
50	47.59
100	98.63
150	148.45
200	195.25
250	243.43
300	289.65
350	335.33
400	384.15
450	434.71
500	482.30
550	529.28
600	576.23

ตารางที่ 4.4 การทดลองวัดตำแหน่งทิศทางด้วย Compass Module

ทิศ(Degree)	ค่าที่วัดได้ (Degree)
North	0
North-East	45
East	90
South-East	135
South	180
South-West	225
West	270
North-West	315

4.2 การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ หุ่นยนต์

การทดลองระยะทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ การทดลองนี้เป็นการทดลองเชื่อมต่อการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่องโดยแบ่งการทดลองเป็น 3 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ทดสอบบนพื้นที่โล่งในแนวราบ ระยะ 10 เมตร ถึง 200 เมตร

ระยะทาง (เมตร)	Signal Strength
10	Excellent
50	Very Good
100	Good
150	Low
มากกว่า 200	Not Connect

ตารางที่ 4.6 ทดสอบในพื้นที่ทึบ ในแนวราบ ระยะ 10 เมตร ถึง 150 เมตร โดยผู้ควบคุมอยู่ภายในห้องควบคุม

ระยะทาง (เมตร)	Signal Strength
10	Excellent
50	Good
100	Very Low
มากกว่า 150	Not Connect

ตารางที่ 4.7 ทดสอบในพื้นที่ที่ต่างระดับกัน

ระยะห่างระหว่างชั้น	Signal Strength
1 - 2	Very Low
1 - 3	Not Connect

จากการทดลองสรุปได้ดังนี้

- จากการทดสอบบนพื้นที่โล่งในแนวราบ ระยะไกลสุดที่สามารถติดต่อสื่อสารได้รัศมีประมาณ 150 เมตร และระยะที่ดีสุดอยู่ในช่วงประมาณ 1 - 80 เมตร

- จากการทดสอบในพื้นห้องทึบ ระยะไกลสุดที่สามารถติดต่อสื่อสารได้สูงสุดที่รัศมีประมาณ 50 เมตร

- จากการทดสอบบนพื้นที่ต่างระดับ ได้ระยะทางในการติดต่อสื่อสารไกลสุดรัศมีประมาณ 6 เมตร ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบนั้นจะมีสิ่งกีดขวางอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Manual

การทดลองนี้เป็นการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ จะไม่มีส่วนของการตัดสินใจในเรื่อง ของสิ่งกีดขวางเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยจะเน้นถึงการศึกษาถึงพฤติกรรมการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการทำหุ่นยนต์แบบกึ่งอัตโนมัติ เช่น การเดินหน้า การถอยหลัง และการเลี้ยว จากการทดลองสรุปได้ดังนี้

- การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงทดลองให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าเป็นระยะทาง 3 เมตร หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ออกนอกแนวเส้นตรง พอจะวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

• ล้อของหุ่นยนต์เป็นพลาสติกที่มีความอ่อนตัว ซึ่งแต่ละล้อมีความอ่อนตัวไม่เท่ากัน

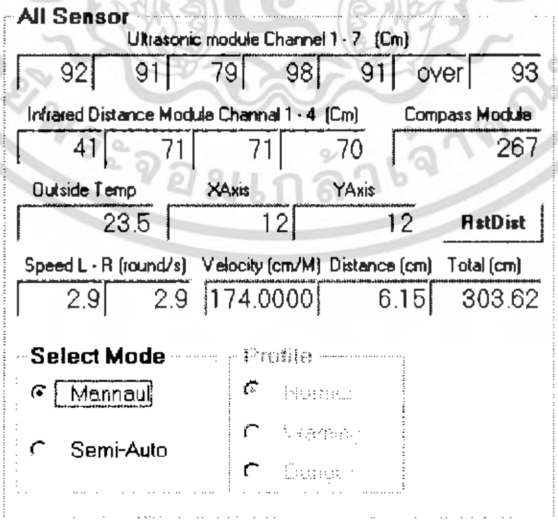
• ความเร็วในการหมุนของล้อทั้งสองข้างไม่เท่ากันเนื่องจาก Load ทั้งสองข้างของมอเตอร์แตกต่างกัน

• เนื่องจากหุ่นยนต์มีน้ำหนักมาก เมื่อสั่งให้หยุดการเลี้ยวแล้วจะเกิดการลื่นไถลจากน้ำหนักของตัวหุ่นเอง

- การเลี้ยว ทดลองให้หุ่นยนต์เลี้ยวโดยให้ล้อสองข้างหมุนสวนทิศทางกัน ปัญหาที่พบว่าจากการทดลองคือ โครงสร้างของระบบขับเคลื่อนหุ่นยนต์ ในส่วนของโซ่มีระยะหย่อนตัวเมื่อมอเตอร์หมุน ทำให้เกิดการกระชากขณะเริ่มเลี้ยว

4.4 การทดลองแสดงค่าสภาวะต่างๆ รอบๆ ตัวหุ่นยนต์

การทดลองนี้จะให้คอมพิวเตอร์บนหุ่นยนต์แสดงสภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นบน หุ่นยนต์ เช่น ระยะทาง, ระยะวัตถุ, อุณหภูมิ, ความเร็ว และทิศทาง โดยแสดงผลผ่าน โปรแกรม Visual Basic



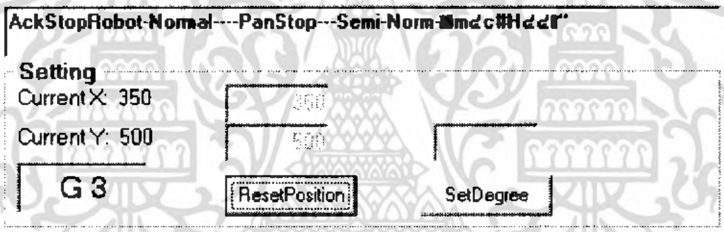
รูปที่ 4.1 ส่วนแสดงสภาวะต่าง ๆ รอบ ๆตัว หุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

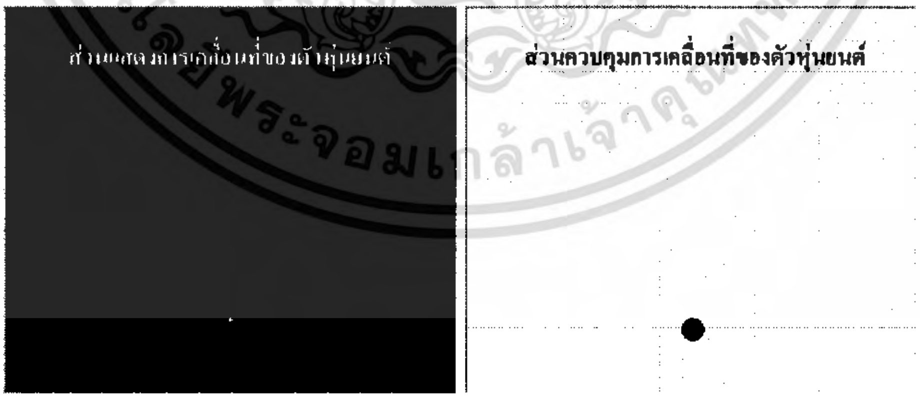
4.5 การทดลองปรับเปลี่ยนพิกัดเริ่มต้นของหุ่นยนต์

ในขณะเริ่มต้นการควบคุมหุ่นยนต์นั้นผู้ควบคุมจะต้องระบุพิกัดลงในโปรแกรมก่อน เพื่อกำหนดว่าให้หุ่นยนต์เริ่มเคลื่อนที่จาก ตำแหน่งใด

รูปที่ 4.2 พิกัดเริ่มต้นก่อนการปรับเปลี่ยน



รูปที่ 4.3 ระบุพิกัดที่ แกน X 350 Cm และ แกนY 500 Cm



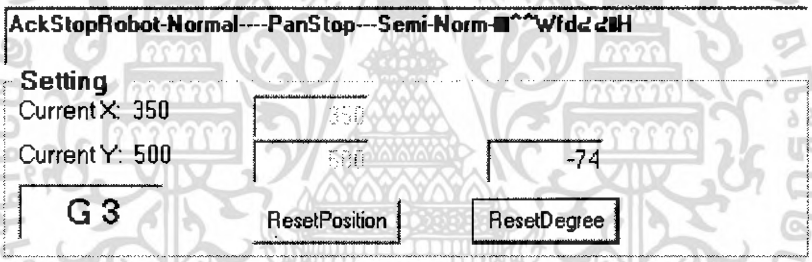
รูปที่ 4.4 พิกัดของหุ่นยนต์จะถูกเปลี่ยนแปลงไปตามค่าที่ป้อนไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

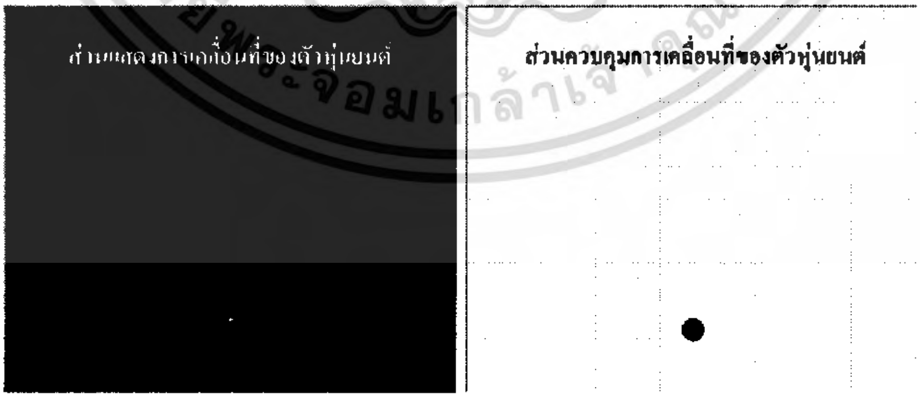
4.6 การทดลองปรับทิศทางเริ่มต้นของหุ่นยนต์

ในกรณีที่วางหุ่นยนต์ไว้ตรงกับด้านหน้าของผู้ควบคุมแล้ว ทิศทางที่แสดงบนโปรแกรมไม่ตรงกัน ต้องมีการบวกค่าชดเชยมุมเพื่อให้ทิศทางของหุ่นยนต์ตรงกับผู้ควบคุม

รูปที่ 4.5 ทิศทางเริ่มต้นก่อนการปรับแต่ง



รูปที่ 4.6 ชดเชยค่ามุมของหุ่นยนต์

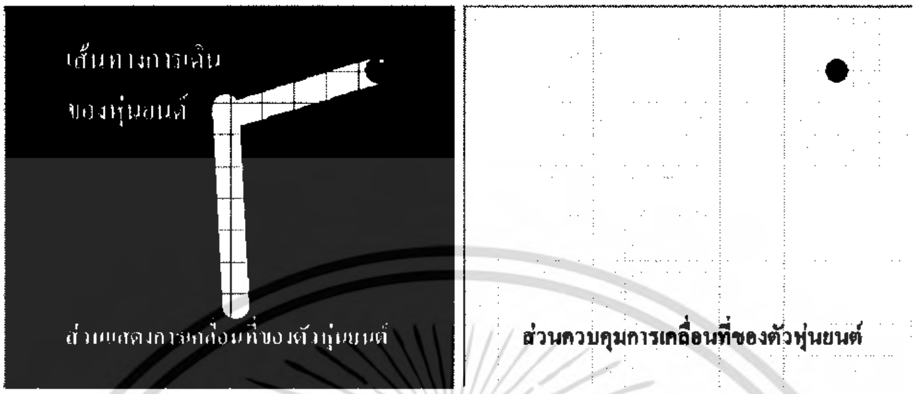


รูปที่ 4.7 ทิศทางของหุ่นยนต์จะตรงกับผู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

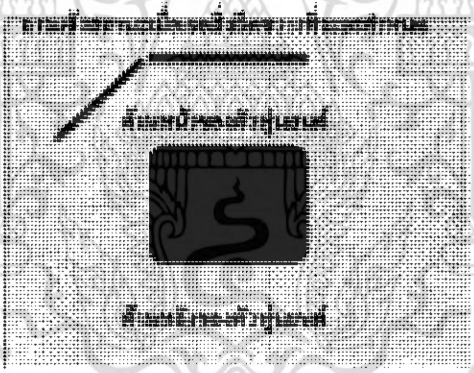
4.7 การทดลองแสดงตำแหน่งของหุ่นยนต์แบบระบุพิกัดและแบบ Graphic

โดยให้สั่งงานให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่จริง จากการทดลองพบว่าเมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่โปรแกรมจะแสดงพิกัดและเส้นทางที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ทั้งหมด



รูปที่ 4.8 แสดงเส้นทางการเคลื่อนที่และพิกัดของหุ่นยนต์

4.8 การทดลอง การแจ้งสถานะเมื่อมีระยะสิ่งกีดขวางเข้าใกล้ระยะที่กำหนด



รูปที่ 4.9 แสดงสิ่งกีดขวางรอบตัวหุ่นยนต์

4.9 การทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่แบบกำหนดระยะทาง

การทดลองนี้ เป็นการทดลองให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงแบบกำหนดระยะทางได้ โดยเริ่มทดลองที่ระยะ 30 เซนติเมตร จนถึง 150 เซนติเมตร โดยการวัดระยะทาง จาก Increment Encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การทดลองการเคลื่อนที่แบบกำหนดระยะทาง

ระยะทางที่สั่ง(Cm)	ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้(Cm)
30	42
40	54
50	61
60	70
70	72
80	84
90	90
100	100
110	107
120	110
130	120
140	123
150	130

4.10 การทดลองการเลี้ยวแบบกำหนดองศา

โดยทดลองให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายหรือขวาตามมุมที่ผู้ควบคุมกำหนด โดยให้ความผิดพลาดอยู่ในช่วง ± 5 องศา ตัวอย่างเช่น เดิมหุ่นยนต์อยู่ที่มุม 100 องศา (อ้างอิงจาก Compass Module) และต้องการให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายไป 30 องศา นั่นหมายความว่า มุมสุดท้ายของหุ่นยนต์จะอยู่ในช่วง 65 ถึง 75 องศา

จากการทดลองให้หุ่นยนต์เลี้ยวแบบกำหนดองศา แบ่งการทดลองเป็น 2 แบบดังนี้

- ทดลองให้หุ่นยนต์เลี้ยวบนอากาศ โดยยกตัวหุ่นยนต์วางบนฐานแล้วให้ล้อทั้ง 4 ข้างหมุนอย่างอิสระบนอากาศ โดยจำลองการหมุนของหุ่นด้วยการหมุนฐานของหุ่นยนต์แทน แล้วทดลองสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวแบบกำหนดองศา ผลการทดลองปรากฏว่าหุ่นยนต์สามารถเลี้ยวและหยุดเลี้ยวตามตามองศาที่กำหนดได้ เมื่อค่อยๆ หมุนฐานของหุ่นยนต์อย่างช้าๆ

- ทดลองให้หุ่นยนต์เลี้ยวบนพื้น ผลปรากฏว่าหุ่นยนต์ไม่สามารถหยุดอยู่ในช่วงดังกล่าวได้ สาเหตุอันเนื่องมาจากผลตอบสนองของ Compass Module นั้นช้าเกินไป จึงเปรียบเสมือนว่าอัตราแซมปลิ้งนั้นช้ากว่าความเร็วในการหมุนของหุ่นยนต์ โปรแกรมจึงไม่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ทัน หุ่นยนต์จึงไม่สามารถหยุดหมุนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 การทดลองเคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ

จากการทดลองให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบกึ่งอัตโนมัติ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 แบบดังนี้

- ทดลองให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนอากาศ โดยยกตัวหุ่นยนต์วางบนฐานแล้วให้ล้อทั้ง 4 ข้างหมุนอย่างอิสระบนอากาศ จากการทดลองปรากฏว่าเมื่อหุ่นยนต์เข้าใกล้สิ่งกีดขวางในระยะที่กำหนดหุ่นยนต์สามารถหยุดและทำตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง

- ทดลองให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่จริง จากการทดลองปรากฏว่าเมื่อหุ่นยนต์เข้าใกล้สิ่งกีดขวางในระยะที่กำหนดหุ่นยนต์ไม่สามารถหยุดได้ทันทีเมื่อเข้าใกล้ระยะดังกล่าว เป็นสาเหตุมาจาก Response Time ของ Transducer ไม่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทัน และหลังจากนั้น หุ่นยนต์สามารถทำตามเงื่อนไขในการถอยหลังอัตโนมัติได้ แต่ไม่สามารถทำตามเงื่อนไขการหลบหลีกสิ่งกีดขวางในส่วนของการเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวาอัตโนมัติได้ เพราะจากการทดลองเลี้ยวแบบกำหนดองศาไม่สามารถทำได้ในการเคลื่อนที่จริง จึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

4.12 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์

ส่วนประกอบต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่บนตัวหุ่นยนต์

- Embedded Computer	1 ชุด
- อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย	1 ชุด
- บอร์ด Microcontroller CP-JR51AC2	3 บอร์ด
- กล้องอินฟาเรด แบบไร้สาย CCD Sensor และชุดรับ-ส่ง	1 ชุด
- อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก	7 ตัว
- อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรด	4 ตัว
- อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ	1 ตัว
- ชุดวงจรควบคุม และขับมอเตอร์	2 ชุด
- โมดูลเข็มทิศดิจิตอล	1 ชุด
- อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด	1 ชุด
- แบตเตอรี่แห้งขนาดแรงดัน 12 V, 2.3AH และ 24 V, 2.4 AH	1 ชุด
- ชุดควบคุมกล้อง CCD	1 ชุด
- ดีซีมอเตอร์	2 ตัว
ความกว้างของตัวหุ่นยนต์	42 cm
ความยาวของตัวหุ่นยนต์	44 cm
ความสูงของตัวหุ่นยนต์	55 cm
น้ำหนักรวมของตัวหุ่นยนต์	16.5 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลอง การควบคุมให้หุ่นยนต์ทำตามคำสั่งต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การควบคุมการเคลื่อนที่ เช่นเดินหน้า, ถอยหลัง, เลี้ยวซ้าย, เลี้ยวขวาและหยุด หุ่นยนต์สามารถปฏิบัติตามคำสั่งได้ถูกต้อง ในเรื่องการแสดงข้อมูลต่าง ๆ เช่น ระยะวัตถุ, ระยะทาง, อุณหภูมิ, ทิศทาง และความเร็ว โปรแกรมสามารถแสดงค่าเหล่านี้ได้อย่างดี ทั้งในแบบตัวเลขและแบบกราฟฟิก แต่มีขีดจำกัดในเรื่องของระยะการควบคุมยังค่อนข้างน้อยเกินไป

5.2 ปัญหา

1. ระยะการทำงานหุ่นยนต์และผู้ควบคุมมีระยะจำกัดอยู่ในระยะไม่เกิน 50 เมตร เนื่องจากระดับความแรงของสัญญาณ Wireless LAN ลดลงตามระยะทาง

2. Response Time ของ Transducer วัดระยะวัตถุ ช้ากว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของระยะวัตถุในขณะที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ได้ทันท่วงที

3. เกิดการสลิปจากการวัดระยะการเคลื่อนที่ด้วย Increment Encoder เป็นผลมาจากระบบขับเคลื่อนของมอเตอร์และชุด Mechanics

4. ไม่สามารถบอกทิศทางการเคลื่อนของล้อได้หมุนไปในทิศทางใด เนื่องจากติดตั้งชุดตรวจจับเพียงชุดเดียว จึงบอกได้แต่ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้แต่บอกไม่ได้ว่าหมุนไปในทิศทางใด

5. หุ่นยนต์มีน้ำหนักมากทำให้การควบคุมการเคลื่อนที่ทำได้ยาก

6. แบตเตอรี่ ซึ่งเป็นตัวจ่ายไฟให้กับวงจรต่างๆในตัวหุ่นยนต์ ไม่สามารถทำการจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้นานนัก เนื่องจากโหลดมีจำนวนมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เรื่องระยะการทำงานของหุ่นยนต์ สามารถเพิ่มได้ด้วยการติดตั้ง Access Point เพิ่มขึ้นทำให้ระยะการทำงานเพิ่มขึ้นได้

2. เรื่อง Response Time ของ Transducer วัดระยะวัตถุ อาจแก้ไขได้ด้วยการลดความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้ช้าลง ทำให้ Transducer สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ดีมากขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงกำลังงานที่จ่ายให้ชุดมอเตอร์ด้วย ว่ายังสามารถรับภาระโหลดได้อยู่หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ต้องมีการชดเชยผลที่เกิดจากการสลิป ที่เกิดจากระบบขับเคลื่อนของมอเตอร์และชุด Mechanics

4. เพิ่มส่วนตรวจจับทิศทางการเคลื่อนที่ของ Increment Encoder เพื่อให้สามารถบอกทิศทางในการหมุนได้อย่างแน่นอน

5. ในอนาคตควรปรับปรุงให้หุ่นยนต์สามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้ อาทิเช่น มีการจดจำเส้นทางการเคลื่อนที่และสามารถกลับมาใช้ในโหมดการเดินตามเส้นทางอัตโนมัติได้ มีการตัดสินใจเรื่องการหลบหลีกสิ่งกีดขวางทั้งขณะเคลื่อนที่และหยุดอยู่กับที่ ก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. อรรถพล บุญยะโสภา, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล,

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล " เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม " บริษัท อินโนเวตีพ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

2. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร " คู่มือการเขียนโปรแกรม

และใช้งาน Visual Basic 6.0 " บริษัท อินโฟเพรส จำกัด, กรุงเทพฯ, 2544

3. โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, เครือข่ายข้อคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร,

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) กรุงเทพ ฯ, 2548

4. จักกริช พฤษการ, การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์,

สำนักพิมพ์ ท้อป จำกัด, กรุงเทพ ฯ, 2548

5. เปรม แสงสาคร และคณะ, หุ่นยนต์สำรวจควบคุมผ่าน PC, ปริญญานิพนธ์, 2543

6. http://www.engineeringtoolbox.com/50_560qframed.html

7. http://www.abqindustrial.com/thermometer-heitronics/ir-applications.html

8. http://www.sensorsmag.com/articles/1099/80/main.shtml

9. http://www.omega.com/techref/iredtempmeasur.html

10. http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet3/saowalak/hall/hall.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้