สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถไร้สายควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์

Wireless car control by using computer

T055456

จัดทำโดย

นายจีระเดช แซ่ตัน

นายสมเดช เชี่ยวชาญเลิศสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 55456

วัน.เดือน.ปี 9 พ.ค. 2548

b.....

i.....

รถไร้สายควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์

Wireless car control by using computer

จัดทำโดย

นายจีระเดช แซ่ตัน รหัส 43010071

นายสมเดช เชี่ยวชาญเลิศสกุล รหัส 43010447

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง รถไร้สายควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์

Wireless car control by using computer

จัดทำโดย นายจีระเดช แซ่ตัน รหัส 43010071

นายสมเดช เชี่ยวชาญเลิศสกุล รหัส 43010447

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว)

วันที่ 9 / เมษา / 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถไร้สายควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์

นายจีระเดช แซ่ตัน
นายสมเดช เชี่ยวชาญเลิศสกุล
ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว (อาจารย์ที่ปรึกษา)

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ กล่าวถึงการสร้างรถต้นแบบ ที่สามารถควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ โดยผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ สามารถบังคับทิศทางจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางคีย์บอร์ดแล้วคอมพิวเตอร์จะไปสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อไปควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

โครงงานนี้เป็นโครงงานเริ่มต้นในการจะสร้างรถที่ควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมรถแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wireless car control by using computer

JEERADECH TUN

SOMDATE CHEWCHARNLEARDSAKUL

DR. YUTTANA KIDCHAIDIEW (ADVISSOR)

Abstract

This report presents a design and construction of a car prototype which is able to control computer's serial port. The car can be controlled by keyboard.

This project is a simple structure of automatic car which it processed by computer and controlled car by wireless transmission .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 รายละเอียดโดยย่อของโครงงาน	1
1.2วัตถุประสงค์ของงาน	1
1.3 ขอบเขตของการทำงาน	2
1.4 ประโยชน์หรือผลลัพธ์ที่จะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital image Processing)	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	14
2.3 วงจรรักษาแรงดันใช้ไอซีรักษาแรงดัน (IC Regulator)	30
2.4 โฟโต้ไดโอด	31
บทที่ 3 การออกแบบ	
3.1 ขอบข่ายของโครงงานทั้งหมด	33
3.2 การประมวลผลและการควบคุมรถ	34
3.3 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)	34
3.4 การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์	36
3.5 การรับ-ส่ง ข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	36
3.6 การรับส่งข้อมูลการเคลื่อนที่ระหว่างคอมพิวเตอร์และรถสำรวจ	37
3.7 การทำงานของรถสำรวจ	38
3.8 วงจรเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง	39
3.9 วงจรขับมอเตอร์	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การทดลองครั้งที่ 1 ควบคุมการเคลื่อนที่แบบปกติ ไม่มีสิ่งกีดขวาง ในพื้นที่เปิดโล่ง	41
4.2 การทดลองครั้งที่ 2 ควบคุมการเคลื่อนที่แบบมีสิ่งกีดขวาง	42
4.3 การทดลองครั้งที่ 3 การควบคุมแบบอัตโนมัติ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น 43

5.2 สรุป 44

ภาคผนวก

โปรแกรม Form1 45

โปรแกรม Form2 56

กิตติกรรมประกาศ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 การแทนสัญญาณอนาลอกด้วยสัญญาณเชิงตัวเลข 3

รูปที่ 2.2 ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่มีความเหมาะสม
สำหรับการทำเทรชโชลด์แบบครอบคลุม 5

รูปที่ 2.3 ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เหมาะสม
สำหรับการทำเทรชโชลด์แบบปรับค่า 7

รูปที่ 2.4 การแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ และหาค่าเทรชโชลด์ในแต่ละภาพย่อย 7

รูปที่ 2.5 แนวความคิดในการคำนวณค่าเทรชโชลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮีสโตแกรม 9

รูปที่ 2.6 หน้าต่างขนาด 3x3 ที่บรรจุค่าคงที่ไว้ 11

รูปที่ 2.7 การกรองภาพแบบมัธยฐาน 12

รูปที่ 2.8 แสดงรูปลูกบาศก์สีของโมเดลแบบ RGB 13

รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 15

รูปที่2.10 แสดงรูปร่างและการจัดวางขาต่างๆ ของไมโครคอนโครลเลอร์ MCS-51 16

รูปที่ 2.11 แสดงการใช้หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม 17

รูปที่ 2.12 แสดงการจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมภายในและภายนอก 17

รูปที่ 2.13 แสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 18

รูปที่ 2.14 แสดงการจัดหน่วยความจำข้อมูล 19

รูปที่ 2.15 แสดงการต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกไอซี 20

รูปที่ 2.16 แสดงการเลือกใช้รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ในแต่ละกลุ่ม 21

รูปที่ 2.17 ตารางแสดงถึงหน้าที่ของขาต่าง ๆ 25

รูปที่ 2.18 แสดงสัญญาณต่างๆที่ส่งในรูปแบบอนุกรม 26

รูปที่ 2.19 แสดงการเชื่อมต่อของสายสัญญาณ 28

รูปที่ 2.20 รูปคลื่นของสัญญาณที่ส่ง 29

รูปที่ 2.21 แสดงโครสร้างภายในและตำแหน่งขาต่างๆของ Max232 30

รูปที่ 2.22 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบแรงดันคงที่ใช้ MC 78XX 31

รูปที่2.23 ลักษณะการต่อใช้งานโฟโต้ไดโอด 31

รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงานทั้งหมด 33

รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมประมวลผลในคอมพิวเตอร์ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับพอร์ตอนุกรม 36
รูปที่ 3.4 วงจรส่งของรถบังคับวิทยุที่นำมาใช้ 37
รูปที่ 3.5 วงจรรับของรถบังคับวิทยุที่ใช้ 38
รูปที่ 3.6 ผังการทำงานของวงจรประมวลผลของรถสำรวจ 38
รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดความถี่ 38 KHz 39
รูปที่ 3.8 อุปกรณ์รับความถี่ 38 KHz 39
รูปที่ 3.9 วงจรขับมอเตอร์ที่ใช้ในโครงงาน 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

รายงานฉบับนี้ได้อธิบาย ขั้นตอน และวิธีการในการออกแบบรถที่ควบคุมการทำงานผ่านคอมพิวเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมกลไกลการทำงานต่างๆ และผลการทดสอบการทำงาน โดยจะมีเนื้อหาแบ่งออกเป็นบทต่างๆ ดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี โดยจะกล่าวถึงทฤษฎี และหลักการพื้นฐานต่างๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบวงจร และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในการทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละส่วน

บทที่ 3 การออกแบบ โดยจะกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบส่วนต่างๆของวงจรควบคุม และโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง โดยจะกล่าวถึงการทดลอง และผลการทดสอบในการใช้งานจริง

บทที่ 5 สรุป และวิจารณ์ กล่าวถึงปัญหาที่พบในการทำงาน เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงต่อไปในอนาคต

1.1 รายละเอียดโดยย่อของโครงงาน

ในการสร้างหุ่นยนต์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นี้ เราได้ออกแบบแต่ละส่วนของวงจรควบคุมโดยประยุกต์การใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีเป้าหมายในการใช้งานควบคุมหุ่นยนต์ผ่านพอร์ตอนุกรม แล้วทำการออกแบบวงจรและประกอบอุปกรณ์ หลังจากนั้นทำการทดลองคุณสมบัติต่างๆวงจร จากนั้นทำการปรับปรุงแล้วนำมาประกอบเพื่อทำให้ชิ้นงานสมบูรณ์

1.2วัตถุประสงค์ของงาน

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ คือ ทำการการออกแบบ และสร้างรถที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ สามารถนำไปใช้รับภาพจากกล้องที่ติดอยู่กับตัวหุ่นยนต์แล้วนำมาแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการทำงาน

สร้างรถที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านสายพอร์ตอนุกรม มาตรฐาน RS-232 โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวรับคำสั่งและควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ส่งคำสั่งการควบคุมที่ได้จากการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข ผ่านวงจรรับส่งวิทยุไปยังรถสำรวจ

1.4 ประโยชน์หรือผลลัพธ์ที่จะได้รับ

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมายในปัจจุบันการสร้างวงจรโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปประยุกต์ให้เข้ากับวงจรไฟฟ้าต่างๆได้อีกมากมาย

สามารถนำรถที่สร้างขึ้นไปใช้งานเป็นต้นแบบ ในการออกแบบรถสำรวจไร้สายในระดับที่ซับซ้อนมากขึ้นได้

นอกจากนี้จากการที่เราได้ทำโครงงานนี้ ทำให้เราได้เพิ่มประสบการณ์ในการทำงาน ทำให้ได้ความรู้จากการศึกษาวงจรอย่างละเอียด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2 ทฤษฎี

การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital image Processing)

การเกิดภาพโดยใช้เลนส์เป็นวิธีการพื้นฐานและพบทั่วไปในการถ่ายภาพ แสงที่กระทบวัตถุและสะท้อนกลับมาที่เลนส์จะถูกรวมและนำมาแสดงยังจุดที่สอดคล้องกันกับวัตถุ ดังนั้นกระบวนการถ่ายภาพจึงเป็นการเปลี่ยนข้อมูลของวัตถุอย่าง 3 มิติ มาเป็นข้อมูลภาพ 2 มิติ โดยที่การบันทึกหรือประมวลผลรูปแบบของแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุทำได้โดยการใส่เซ็นเซอร์ที่ให้สัญญาณทางไฟฟ้าออกมาในรูปแบบที่ต่อเนื่อง ในขั้นตอนนี้เซ็นเซอร์จะทำการสแกนหรือทำการวัดผลรวมความเข้มของแสงที่จุดเล็กๆ ทีละจุดไปเรื่อยๆ ตามแนวทางที่กำหนดไว้ หรือตามแนวราสเตอร์ (Raster scan) ซึ่งปกติจะไล่จากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง ค่าที่เซ็นเซอร์วัดได้นี้ถือว่าเป็นค่าความเข้มภาพ f(x,y) ที่พิกัด (x,y) และก็มีความต่อเนื่องด้วย ดังนั้นในการที่จะนำภาพนี้มาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องทำให้ภาพที่มีลักษณะต่อเนื่องนี้กลายเป็นภาพดิจิตอลหรือภาพเชิงตัวเลขเสียก่อน โดยทำการดิจิไตซ์ (digitization) ค่าความเข้ม f(x,y) ซึ่งเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องไปเป็นฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง g(x,y) โดยการแบ่ง f(x,y) ออกเป็นช่วงๆ นี้สามารถแทนด้วยค่าตัวเลขค่าใดค่าหนึ่งจาก L ระดับ ซึ่งโดยทั่วไปจุดภาพแต่ละจุด (pixel) จะเป็นสมาชิกของเมตริกซ์ของจุดภาพที่มีขนาด M แถว N หลัก เพราะฉะนั้น x,y จะมีค่าอยู่ในช่วง ($1 \leq y \leq M$, $1 \leq x \leq N$) และจำนวนช่วงระดับความเข้มของจุดภาพ L ระดับนี้ จะบ่งบอกถึงความละเอียด (resolution) ของภาพเชิงตัวเลขด้วย ปกติแล้วนิยมกำหนดให้ L มีค่าเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ระดับความเข้มของภาพอยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้ 8 บิตของเลขฐานสองในการเก็บข้อมูลภาพแต่ละจุดนั่นเอง แต่ก็ยังมีการเก็บข้อมูลที่มากกว่านี้ได้ คือ อาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต ซึ่งจะทำให้ระดับความเข้มของจุดภาพเป็นไปได้ถึง 2^{16} หรือ 2^{24} ตามลำดับ

รูปที่ 2.1 การแทนสัญญาณอนาลอกด้วยสัญญาณเชิงตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการที่นำภาพเชิงตัวเลขไปใช้ในการประมวลผลในรูปแบบต่างๆ มากมายนั้น สามารถที่จะแบ่งรูปแบบของการประมวลภาพเหล่านั้นออกเป็น 2 ระดับด้วยกัน คือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-level Image Processing)

การประมวลผลภาพในระดับต่ำนั้นเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมดเพื่อหาตัวแปรต่างๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ และมีจุดประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านี้ไปใช้ในการประมวลผลภาพในระดับสูงต่อไป แต่การประมวลผลภาพในระดับสูง คือการทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักและเข้าใจภาพได้ เช่น การจดจำรูปแบบของตัวเลข ตัวอักษร เป็นต้น ในขณะที่การประมวลผลภาพในระดับต่ำ โดยทั่วไปจะประกอบด้วย การกำจัดสัญญาณรบกวน , การทำให้ภาพคมชัดขึ้น, การหาขอบเขตของภาพ, การทำเซกเมนท์ภาพหรือการแบ่งแยกวัตถุภายในภาพ, การสร้างภาพไบนารี เป็นต้น

ความแตกต่างที่สำคัญอีกข้อหนึ่งของการประมวลผลภาพใน 2 มิติ คือ ข้อมูลที่จะนำมาใช้ประมวลภาพ ซึ่งการประมวลผลในระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างหรือระดับความเข้มของจุดภาพโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพในระดับสูงข้อมูลที่จะถูกนำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ โดยสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่อยู่มนภาพ และใช้ตัวแปรที่ได้จากการประมวลผลในระดับต่ำมาอธิบายถึงสัญลักษณ์เหล่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประมวลผลภาพในระดับต่ำนี้มีความสำคัญมากสำหรับที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและรู้จักภาพได้

2.1 การทำเทรชโชลด์ (Thresholding technique)

การทำเทรชโชลด์ถือว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญในการประมวลผลภาพในส่วนของการทำเซกเมนต์ภาพ ซึ่งจุดประสงค์ของการทำเซกเมนต์ภาพ คือ การแยกองค์ประกอบของภาพไปเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทางกายภาพของภาพนั้น และส่วนประกอบที่ถูกแยกออกมานั้นอาจถูกนำไปประมวลผลภาพในส่วนอื่นได้ต่อไป ซึ่งการทำเซกเมนต์ภาพจะมีหลักการทำงานในแนวเดียวกันกับสายตาของคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากภาพที่มองเห็นได้ และเทคนิคการทำเทรชโชลด์ซึ่งถือว่าเป็นเทคนิคในการแยกองค์ประกอบของภาพที่ง่ายเทคนิคหนึ่ง มีหลักการว่าจุดภาพที่มีคุณสมบัติอยู่ในบางช่วงใด ๆ จะถูกจัดเป็นกลุ่มได้โดยที่ระดับความเข้มหนึ่งนั้นสามารถที่จะแบ่งแยกกลุ่มของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มของวัตถุ (object) ซึ่งจะมีระดับความเข้มของภาพ g(x,y) ค่อนข้างต่ำ (มืด) กับกลุ่มของส่วนที่เป็นพื้นหลัง (background) ที่จะมีระดับความเข้มของภาพ g(x,y) ค่อนข้างสูง (สว่าง) ดังเช่นภาพที่ 2.2 ซึ่งแสดงฮิสโตแกรมของระดับความเข้มของภาพที่ถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับ จะเห็นได้ว่าการที่จะแยกกลุ่มข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจนย่อมสามารถทำได้โดยการเลือกค่าเทรชโชลด์ที่มีค่าความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองบนฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพ แล้วทำการจรวจสอบแต่ละจุดภาพว่าถ้ามีค่า g(x,y) น้อยกว่าค่าเทรชโชลด์ถือว่าเป็นจุดภาพของวัตถุที่แสดงได้ด้วยจุดดำ แต่หากว่าจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

g(x,y) นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโชลด์ก็ถือว่าเป็นจุดภาพในส่วนพื้นหลังที่แสดงได้ด้วยจุดขาว ดังนั้นข้อมูลภาพ gthr(x,y) ที่ผ่านการทำเทรชโชลด์สามารถนิยามได้ดังนี้

$$g_{thr}(x,y) = \begin{cases} 0 \text{ if } g(x,y) < T \\ 1 \text{ if } g(x,y) \geq T \end{cases} \quad \ldots.(2.1)$$

โดยที่

$g_{thr}(x,y)$	คือ	ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นไบนารี
g(x,y)	คือ	ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ
T	คือ	ค่าเทรชโชลด์ เป็นค่าคงที่ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง L
0	คือ	จุดดำ (ส่วนที่เป็นวัตถุ)
1	คือ	จุดขาว (ส่วนที่เป็นพื้นหลัง)

รูปที่ 2.2 ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่มีความเหมาะสม
สำหรับการทำเทรชโชลด์แบบครอบคลุม

จะเห็นได้ว่า การทำเซกเมนต์ภาพโดยใช้เทคนิคการทำเทรชโชลด์เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ค่าเทรชโชลด์ที่ใช้นั่นเอง เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโชลด์ที่ไม่เหมาะสมแล้วภาพผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ถูกต้อง ดังนั้นปัญหาของการทำเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเทรชโชลด์นี้ก็คือทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรชโชลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพแต่ละภาพที่นำมาทำการเซกเมนต์ได้ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเทรชโชลด์ไว้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสมกับภาพที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 รูปแบบในการทำเทรชโชลด์

ภาพที่มีระดับความเข้มของจุดภาพของส่วนที่เป็นวัตถุและจุดภาพของส่วนที่เป็นพื้นหลังแตกต่างกันอย่างชัดเจนและมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งภาพ สามารถใช้ค่าเทรชโชลด์เพียงค่าเดียวในการทำเซกเมนต์กับแต่ละจุดภาพทั่วทั้งภาพได้ เรียกการทำเทรชโชลด์แบบนี้ว่า การทำเทรชโชลด์แบบครอบคลุม (Globol Thresholding) แต่ถ้าภาพนั้นมีระดับความเข้มไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุหรือพื้นหลัง หรือในทั้งสองส่วน การใช้ค่าเทรชโชลด์เพียงค่าเดียวตลอดทั้งภาพย่อมไม่เหมาะสมกับภาพนั้น ในกรณีนี้ค่าเทรชโชลด์ที่ดีควรมีการปรับเปลี่ยนค่าไปตามตำแหน่งของจุดภาพนั้นได้ คือ การใช้ค่าเทรชโชลด์ที่ต่างกันสำหรับจุดภาพที่ตำแหน่งต่างกัน และเรียกการทำเทรชโชลด์ในลักษณะดังกล่าวนี้ว่า การทำเทรชโชลด์แบบปรับค่า (Adaptive Thresholding)

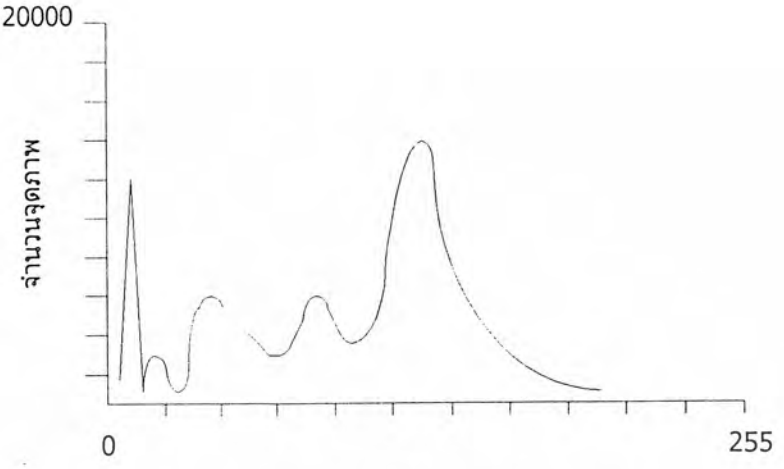
2.1.1.1 การทำเทรชโชลด์แบบครอบคลุม (Global Thresholding)

สำหรับขั้นตอนการหาค่าเทรชโชลด์ที่ครอบคลุมตลอดทั้งภาพโดยอัตโนมัติ ปกติจะมีพื้นฐานของการดำเนินการอยู่บนฮีสโตแกรมของระดับความเข้มของจุดภาพ ซึ่งฮีสโตแกรมระดับความเข้มนี้สามารถสร้างได้จากการนับจำนวนของจุดภาพที่มีระดับความเข้มเท่ากับค่าความเข้มที่จุดนั้นทั้งหมดทั่วภาพนั่นเอง จากนั้นจึงทำการหาค่าเทรชโชลด์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถแบ่งฮีสโตแกรมนี้ออกเป็น 2 ส่วน (ส่วนที่เป็นระดับความเข้มของวัตถุ กับส่วนที่เป็นระดับความเข้มของพื้นหลัง) ได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีของภาพที่มีอัตราความแตกต่างของระดับความเข้มระหว่างส่วนที่เป็นวัตถุกับส่วนที่เป็นพื้นหลังมีค่าสูง (แตกต่างกันมาก) และยังมีระดับความเข้มที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนมีความสม่ำเสมอ ย่อมเหมาะสมที่จะใช้ระดับความเข้มที่มีจำนวนของจุดภาพที่ต่ำสุดซึ่งอยู่ระหว่างกลุ่มระดับความเข้มที่มีค่าสูงสุด (peak) ทั้งสองกลุ่มบนฮีสโตแกรมเป็น "ค่าเทรชโชลด์" ดังเช่นตัวอย่างในรูปที่ 2.2 หรือในกรณีทั่ว ๆ ไป ค่าเทรชโชลด์อาจจะพิจารณาจากค่าระดับความเข้มที่สามารถแบ่งฮีสโตแกรมออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วทำให้ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีค่ามากที่สุด แต่ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีค่าต่ำสุด หลังจากนั้นนำค่าเทรชโชลด์ที่คำนวณได้ไปทำเทรชโชลด์กับแต่ละจุดภาพทั่วทั้งภาพเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่เป็นไบนารีในที่สุด

2.1.1.2 การทำเทรชโชลด์แบบปรับค่า (Adaptive Thresholding)

ในกรณีที่ข้อมูลภาพมีความไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุ หรือส่วนของพื้นหลัง หรือในทั้งสองส่วน ซึ่งภาพในลักษณะเช่นนี้ ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เกิดขึ้นอาจมีลักษณะดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เหมาะสมสำหรับการทำเทรชโชลด์แบบปรับค่า

การใช้ค่าเทรชโชลด์แบบครอบคลุมเพียงค่าเดียวกับภาพทั้งภาพนี้ อาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้สามารถแก้ไขได้โดยการแบ่งข้อมูลของภาพทั้งภาพออกเป็นภาพย่อย ๆ ที่แสดงได้ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งแต่ละภาพย่อยก็จะมีการหาค่าเทรชโชลด์ในรูปแบบที่กำหนดเพื่อหาค่าเทรชโชลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพย่อยนั้น และใช้ค่าเทรชโชลด์ที่ได้ทำการเซกเมนต์กับแต่ละภาพย่อยนั้น ขั้นตอนสุดท้ายคือนำแต่ละภาพย่อยที่ผ่านการทำเซกเมนต์แล้วมารวมกันตามพิกัดเดิม

รูปที่ 2.4 การแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ และหาค่าเทรชโชลด์ในแต่ละภาพย่อย

2.1.2 วิธีการหาค่าเทรชโชลด์

ขั้นตอนในการทำเซกเมนต์ดภาพโดยใช้เทคนิคเทรชโชลด์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัดนั้น สิ่งสำคัญที่สุด คือการหาค่าเทรชโชลด์ เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโชลด์ที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโชลด์มีค่ามากหรือน้อยเกินไป) หรือภาพที่ได้มีสิ่งรบกวน (noise) เกิดขึ้น แล้วย่อมเป็นผลทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่ตรงตามความต้องการ ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีโดยวิธีเทรช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซลด์นี้ก็คือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรชโซลด์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละภาพที่จะนำมาทำการเซกเมนต์ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเทรชโซลด์นี้ไว้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีก็เหมาะกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไป เช่น การหาค่าเทรชโซลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Preassigned threshold value), การหาค่าเทรชโซลด์จากค่ากลาง (Mid-range threshold value), และการหาค่าเทรชโซลด์โดยพิจารณาจากฮีสโตแกรม (Histogram threshold value) โดยที่แต่ละวิธีสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.2.1 การหาค่าเทรชโซลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Preassigned threshold value)

การหาค่าเทรชโซลด์ด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เพราะสามารถหาค่าเทรชโซลด์ได้จากการกำหนดค่าเองจากผู้ใช้ (User) ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้นั้น ๆ โดยการเลือกค่าดงที่ค่าหนึ่งที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มของข้อมูลภาพอินพุท เช่นข้อมูลภาพอินพุทมีระดับเทา 256 ระดับ (0-255) ค่าเทรชโซลด์ที่สามารถเลือกได้ก็คือค่าที่อยู่ระหว่างค่า 0 ถึง 255 เมื่อเลือกค่าเทรชโซลด์ได้แล้วก็สามารถทำเซกเมนต์ได้โดยใช้สมการที่ 2.1 ทั้งนี้การกำหนดค่าเทรชโซลด์ขึ้นมานี้ เช่น 50, 100, 200 อาจนำมาทดลองทำการเซกเมนต์ภาพก่อนแล้วดูผลลัพธ์ที่ได้ จากนั้นจึงเลือกใช้ค่าที่เหมาะสมที่สุดมาใช้งาน

2.1.2.2 การหาค่าเทรชโซลด์จากค่ากลาง (Mid-range threshold value)

การหาค่าเทรชโซลด์โดยพิจารณาจากค่ากลาง เป็นการหาค่าเทรชโซลด์ที่แตกต่างจากวิธีแรกเนื่องจากเป็นการหาค่าเทรชโซลด์โดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยการหาค่าเทรชโซลด์วิธีนี้ได้อาศัยการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในเรื่องของการหาค่ากลางแบบที่เป็นค่าเฉลี่ย (Mean) มาประยุกต์ใช้ ค่าเทรชโซลด์ที่คำนวณได้จะเป็นค่าที่ได้จากค่ากลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum level) และหาค่าระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum level) ของข้อมูลภาพอินพุท สำหรับการคำนวณค่ากึ่งกลางนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$T = \frac{\text{Max}[g(x, y)] + \text{Min}[g(x, y)]}{2} \qquad \ldots.(2.2)$$

โดยที่

T	คือ	ค่าเทรชโซลด์
G(x,y)	คือ	ข้อมูลภาพอินพุท ที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ
Max [g(x,y)]	คือ	ค่าสูงสุดของระดับเทาของข้อมูลอินพุท
Min [g(x,y)]	คือ	ค่าต่ำสุดของระดับเทาของข้อมูลอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคำนวณค่าเทรชโชลด์ได้แล้ว ก็สามารถทำการเซกเมนต์ภาพได้โดยนำค่าเทรชโชลด์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.1

2.1.2.3 การหาค่าเทรชโชลด์โดยพิจารณาจากฮีสโตแกรม (Histogram threshold value)

การหาค่าเทรชโชลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮีสโตแกรมระดับเทาของข้อมูลอินพุท โดยที่การหาค่าเทรชโชลด์วิธีนี้ ข้อมูลภาพอินพุทที่เหมาะสมต้องมีลักษณะที่สามารถแบ่งแยกเป็นสองกลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มหนึ่งจะเป็นกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นพื้นหลัง ซึ่งแนวคิดในการคำนวณค่าเทรชโชลด์โดยวิธีนี้สามารถแสดงได้ดังรูป

รูปที่ 2.5 แนวความคิดในการคำนวณค่าเทรชโชลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮีสโตแกรม

สำหรับการคำนวณหาค่าเทรชโชลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮีสโตแกรม สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ข้อมูลภาพอินพุทมีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ
2. คำนวณหาฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพหน้าเอกสาร โดยการนับจำนวนจุดภาพที่ระดับความเข้มแต่ละระดับ
3. จากฮีสโตแกรมจะพบว่าจะเกิดกลุ่มของระดับความเข้มสูงสุด (Peak) 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของพื้นหลัง
4. เลือกค่าที่ต่ำที่สุด (Valley) ที่อยู่ระหว่างสองกลุ่มนั้น กำหนดค่านี้เป็นค่าเทรชโชลด์
5. ทำการเซกเมนต์ภาพ โดยนำค่าเทรชโชลด์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.1

จากขั้นตอนการทำงานข้างต้น ถ้าได้ทดลองทำกับภาพ 256 ระดับเทาที่เป็นภาพตัวอักษรบนพื้นกระดาษที่สีอ่อนกว่า ซึ่งเมื่อทำการสร้างฮีสโตแกรมระดับเทาของภาพแล้วจะปรากฏกลุ่มของข้อมูลสูงสุด (Peak) 2 กลุ่ม คือกลุ่มของข้อความ และกลุ่มของพื้นหลัง จากนั้นทำการเลือกค่าต่ำสุด (Valley) ระหว่าง 2 กลุ่มนั้นเป็นค่าเทรชโชลด์ ซึ่งค่าที่ได้จากวิธีนี้จะมีค่าที่เที่ยงตรงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อย่างไรก็ดีวิธีนี้ไม่เหมาะสมกับภาพที่ไม่สามารถแยกกลุ่มของสิ่งที่อยู่ในภาพได้อย่างชัดเจน ระหว่างกลุ่มของวัตถุและกลุ่มของพื้นหลัง เนื่องจากว่าถ้าหากภาพอินพุทไม่สามารถแยกแยะได้แล้วจะทำให้ค่าเทรชโฮลด์ที่คำนวณได้ผิดไปจากความเป็นจริง คืออาจจะมากหรือน้อยเกินไป อันเป็นผลทำให้ได้ภาพที่ไม่เหมาะสม รายละเอียดบางส่วนขาดหายไปได้

2.2 การกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise reduction)

การกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพ เป็นกระบวนการส่วนแรกก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพจริง (Preprocessing) เพื่อกำจัดภาพที่ไม่พึงประสงค์ออกจากภาพนั้น สัญญาณรบกวนบนภาพอาจเกิดจากขั้นตอนการเก็บภาพ หรือขั้นตอนการส่งผ่านข้อมูลภาพจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เป็นต้น

การกำจัดสัญญาณรบกวนนั้น เป็นการกรองสัญญาณภาพแบบความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filtering) ซึ่งภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าองค์ประกอบที่ราบเรียบ (Smoothing) มากขึ้น ซึ่งตรงกับจุดประสงค์ของการลดสัญญาณรบกวนนั่นเอง โดยการกรองภาพใด ๆ นั้นเราจะอาศัยตัวดำเนินการซึ่งมีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดจำกัด หรือบางครั้งเรียกว่าหน้าต่าง (Window) หรือหน้ากาก (Mask) เคลื่อนที่ไปกระทำการบางอย่างกับทุกจุดภาพในภาพที่ต้องการลดสัญญาณรบกวนนั้นเพื่อคำนวณหาค่าใหม่ของจุดภาพในตำแหน่งที่อยู่กึ่งกลางของหน้าต่างในการกระทำกับแต่ละจุดภาพนั้น สำหรับขนาดของหน้าต่างที่นิยมใช้คือ ขนาด 3 X 3 แต่ทั้งนี้ก็ยังสามารถใช้ขนาดอื่น ๆ ได้อีก เช่น
5 X 5, 7 X 7 หรือ 15 X 15 ก็ได้

การดำเนินการกรองภาพด้วยหน้าต่างนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ตามลักษณะของหน้าต่าง กล่าวคือ ถ้าการกรองนั้นใช้หน้าต่างที่บรรจุค่าคงที่ไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จากการกรองนี้จะเกิดจากการคำนวณร่วมกันระหว่าง ค่าระดับความเข้มของจุดภาพที่อยู่ภายใต้หน้าต่างและค่าคงที่ของหน้าต่างนั้นทุกค่า แล้วจะเรียกว่า การกรองแบบเป็นเชิงเส้น (Linear filtering) แต่ถ้าการกรองนั้นใช้หน้าต่างที่ไม่ได้บรรจุค่าใด ๆ ไว้โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการกรองจะเกิดจากการคำนวณค่าของจุดภาพทุกจุดที่อยู่ภายในหน้าต่างเท่านั้นแล้วจะเรียกว่า การกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear filtering)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การกรองแบบหาค่าเฉลี่ย (Average filtering)

การกรองภาพด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยนี้เป็นการกรองแบบเป็นเชิงเส้นซึ่งมีวิธีการคำนวณหาค่าความเข้มใหม่ (R) ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ภายใต้หน้าต่างขนาด 3 X 3 ที่แสดงเป็นกรณีทั่วไปดังรูปที่ 2 . 7 ตามสมการ

$$R = W_1z_1 + W_2z_2 + \ldots + W_9z_9 \qquad \ldots.(2.3)$$

โดย $z_1, z_2, \ldots, z_9$ คือ ค่าระดับความเข้มของจุดภาพภายใต้หน้าต่างและมีตำแหน่งที่ตรงกับหน้าต่างนี้

W1	W2	W3
W4	W5	W6
W7	W8	W9

รูปที่ 2.6 หน้าต่างขนาด 3x3 ที่บรรจุค่าคงที่ไว้

ในกรณีที่เป็นการกรองแบบหาค่าเฉลี่ยจะต้องมีหลักการเพิ่มเติมเฉพาะคือ หน้าต่างที่ใช้ต้องบรรจุค่าที่เป็นบวก และผลรวมของค่าสมาชิกทุกตัวในแต่ละหน้าต่างจะต้องเท่ากับ 1 เช่น w ทุกตัวที่อยู่ในรูปที่ 2.6 จะมีค่าเป็น 1/9 เป็นต้น แล้วค่าความเข้มใหม่ (R) ที่คำนวณได้จากสมการที่ 2.3 ก็จะเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการกรองแบบหาค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดภาพนั่นเอง

2.1.2.2 การกรองแบบมัธยฐาน (Median filtering)

การกรองแบบมัธยฐานเป็นการกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีหลักการสำคัญคือ การครอบหน้าต่างที่มิได้บรรจุค่าใด ๆ ไว้ลงบนข้อมูลภาพ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเรียงลำดับจากค่าต่ำสุดไปหาค่าสูงสุดจากนั้นก็เลือกค่าที่อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางข้อมูลที่เรียงลำดับนั้นมาเป็นค่าความเข้มใหม่ (R) ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลางภายใต้หน้าต่างนั้น เช่น ใช้หน้าต่างขนาด 3 X 3 กับข้อมูลภาพดังรูปที่ 2.7 (a) จากนั้นนำค่าความเข้มภายในตารางมาเรียงลำดับเป็น 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 9 แล้วเลือกเอาค่าลำดับที่ 5 ซึ่งในที่นี้เป็นค่า 1 เป็นค่าความเข้มใหม่ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลางหน้าต่างขณะนี้ ทำเช่นนี้ไปจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดทั้งข้อมูลภาพจะได้รูปที่ 2.7(b) เป็นข้อมูลที่ผ่านการกรองแล้ว จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการกรองแบบนี้ อาจจะได้ข้อมูลเดิมหรือค่าใหม่ก็ได้ ถ้าหากข้อมูลตัวใดที่มีค่าแตกต่างไปจากค่าของจุดภาพรอบข้างมาก ก็จะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวนและถูกกำจัดออกไปวิธีนี้มีข้อดีกว่าวิธีกรองแบบหาค่าเฉลี่ยคือ สามารถลดสัญญาณรบกวนได้ดีและยังรักษาความคมชัดของขอบภาพไว้ได้ด้วย

1	1	1	1	1
1	9	1	1	6
1	9	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

(a) ข้อมูลภาพ

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

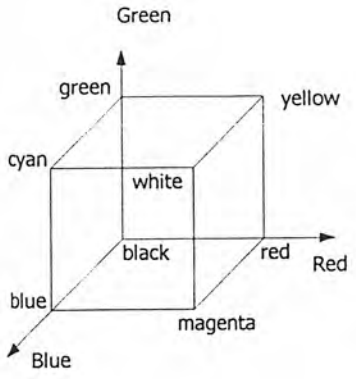
(b) ข้อมูลภาพที่ผ่านการกรองแล้ว

รูปที่ 2.7 การกรองภาพแบบมัธยฐาน

2.1.3 โมเดลสีแบบ RGB

โมเดลสีชนิดนี้ประกอบด้วยการรวมกันของแม่สีหลักซึ่งได้แก่ แดง (Red:R), เขียว (Green:G) และน้ำเงิน (Blue:B) ซึ่งค่าสีต่าง ๆ ในแถบสเปคตรัมของสีจะได้มาจากการผสมกันในอัตราส่วนที่แตกต่างกันของแม่สีทั้งสามโมเดลสี RGB นี้จะแสดงด้วยแกนของลูกบาศก์สามแกนในระนาบ 3 มิติ ซึ่งค่าสีแดง เขียว และน้ำเงินจะอยู่ที่มุมทั้งสามของแต่ละแกนดังแสดงด้วยรูปที่ 2.8 ซึ่งจะเห็นว่าค่าสีดำจะอยู่ที่จุดกำเนิด (origin) สีขาวจะอยู่ที่มุมตรงข้ามกับสีดำ ค่าของสีในช่วงระดับเทาจะอยู่ตามเส้นที่เชื่อมระหว่างค่าสีดำและค่าสีขาว จากรูปถ้าเป็นในระบบการแสดงสีแบบ 24 บิต (แบ่งออกเป็น 8 บิตต่อแม่สีหนึ่งสี) นั้น ค่าสีแดงจะถูกแทนด้วยค่า (255, 0, 0) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงรูปลูกบาศก์สีของโมเดลแบบ RGB

โมเดลสี RGB ง่ายต่อการออกแบบและใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิค แต่ไม่เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ ค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก ซึ่งจะเป็นการยากที่จะนำไปประมวลผลเกี่ยวกับภาพ ดังนั้นหลายครั้งที่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการแปลงภาพจากโมเดลสี RGB ให้อยู่ในรูปแบบของภาพแบบระดับเทา (Gray scale image) เพื่อความสะดวกดังกล่าว

ในการแปลงภาพจากโมเดลสี RGB ให้อยู่ในรูปแบบภาพระดับเทานั้น สามารถทำได้โดยการใช้สมการการแปลงดังนี้

$$\text{Gray scale intensity} = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad \ldots.(2.4)$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้สำหรับการแปลงภาพจากมาตรฐาน NTSC

$$\text{Gray scale intensity} = 0.333R + 0.333G + 0.333B \quad \ldots.(2.5)$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้ในการแปลงจาก RGB ไปเป็น HIS

ในระบบดิจิตอลวีดีโอนั้น เรากล่าวถึงจำนวนบิตที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างสัญญาณแต่ละครั้งเป็นตัววัดความละเอียดของภาพที่ได้เป็นจำนวนบิตต่อพิคเซล (bit per pixel : bpp)

เนื่องจากในการสุ่มตัวอย่างสัญญาณแต่ละครั้งนั้นจะได้เป็นหนึ่งพิคเซล โดยในระบบ monochrome ที่มีคุณภาพสูงนั้นจะใช้ 8 bpp ซึ่งหมายถึงจำนวนระดับเทา (gray level) ของภาพเท่ากับ 256 ระดับ แต่ในระบบการแสดงผลแบบสีนั้นเราต้องการหนึ่งช่องสัญญาณแบบ monochrome ต่อแม่สีแต่ละสี (แดง, เขียว และน้ำเงิน) ซึ่งจะต้องใช้จำนวนบิตทั้งหมดเป็น 24 บิต ซึ่งจะได้ค่าระดับสีที่เป็นไปได้คือ 16,777,216 สี ในระบบดิจิตอลวีดีโอบางระบบซึ่งจะใช้ 24 บิตต่อพิคเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

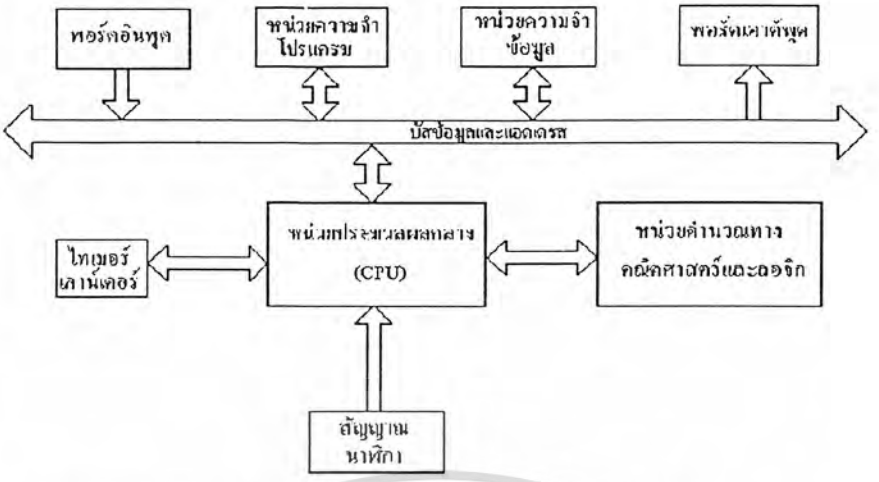
ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตที่มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในหลายอย่างได้แก่ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม เนื่องจากโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในนี้เอง ทำให้การใช้งานง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมากเหมือนกับ ตัวไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป นอกจากนี้หากเราต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับ อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมเช่น ไอซี 8255 หรือหน่วยความจำภายนอก เรายังสามารถนำมาเชื่อมต่อเพิ่มเติมเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อีกด้วย

2.2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แสดงในรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

-หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
-หน่วยประมวลผลสำหรับข้อมูลแบบบิต (BOOLEAN PROCESSOR)
-ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์
-ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์
-หน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบต์ แบบ อีพรอม (เบอร์ 8451)
-หน่วยความจำแบบ แรม ภายในจำนวน 128 ไบต์
-พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนานจำนวน 32 เส้น ซึ่งสามารถแยกทำงานได้อย่างอิสระ
-วงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวนสองวงจร
-วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบดูเพล็กเต็ม(FULL DUPLEX)
-วงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภท พร้อมการกำหนดลำดับ วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในซึ่งโครงสร้างการทำงานทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์จะอาศัยหลักการทำงานที่เกี่ยวข้องกัน โดยอาศัยหลักการทำงานที่เป็นไป ตามโครงสร้างเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



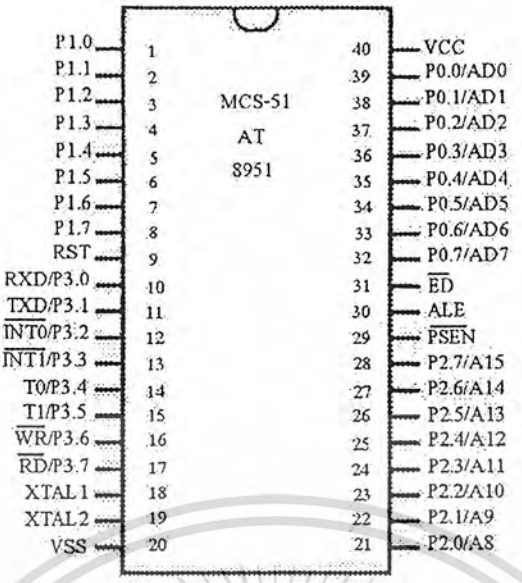
รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โดยมากแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มักจะมีรูปร่างของไอซีเป็นแบบขนาด 40 ขา ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งแต่ละขาสัญญาณจะมีหน้าที่ที่ระบุชัดเจนตามสัญลักษณ์ชื่อย่อ ที่กำกับในแต่ละขา อย่างไรก็ตามจะมีบางขาสัญญาณที่อาจจะมีหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่าง (ซึ่งเขียนกำกับไว้ว่า ALTERNATE FUNCTION ในรูปที่ 2.2) ซึ่งจะไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น ขาสัญญาณบิต 0 ของพอร์ต 3 (ใช้ตัวย่อเป็น P3.0) อาจจะใช้เป็นขาสัญญาณเอาต์พุต หรืออินพุต ตามปกติ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการทำงานต่างๆ ภายในไอซีMCS-51 จำนวนมาก โดยแต่ละบล็อกซึ่งเป็นวงจรควบคุมรีจิสเตอร์ (REGISTER) หรือหน่วยความจำภายในของไอซี MCS-51 จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันผ่านทางเส้นสัญญาณที่เรียกว่าบัสข้อมูลภายใน รีจิสเตอร์และหน่วยความจำเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ระหว่างการประมวลผลคำสั่งหน้าที่ของโปรแกรมที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมาก็เป็นการควบคุมการรับหรือส่งข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์เหล่านี้ ซึ่งอาจจะมีการดำเนินการร่วมกับหน่วยการดำเนินงานประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก หรือเรียกว่าARITHMATIC AND LOGIC UNIT :ALU

2. 2.2 โครงสร้างหน่วยความจำภายในไมโครคอนโครลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แยกการจัดการหน่วยความจำออกเป็นสองส่วนอย่างชัดเจน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) และหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) หน่วยความจำทั้งสองนี้ มีหน้าที่แตกต่างไปจากกัน และใช้วิธีการอ้างแอดเดรสสัญญาณการติดต่อแยกออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



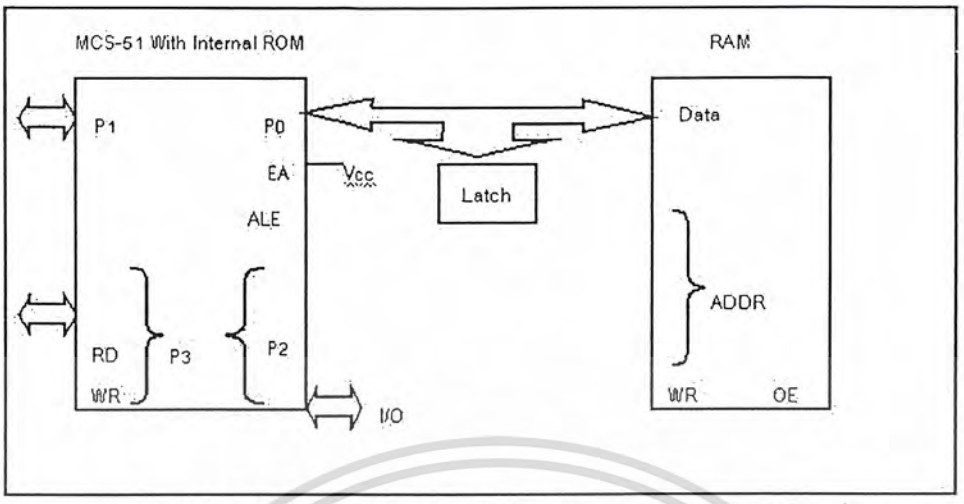
รูปที่2.10 แสดงรูปร่างและการจัดวางขาต่างๆ ของไมโครคอนโครลเลอร์ MCS-51

2.2.3 หน่วยความจำโปรแกรม

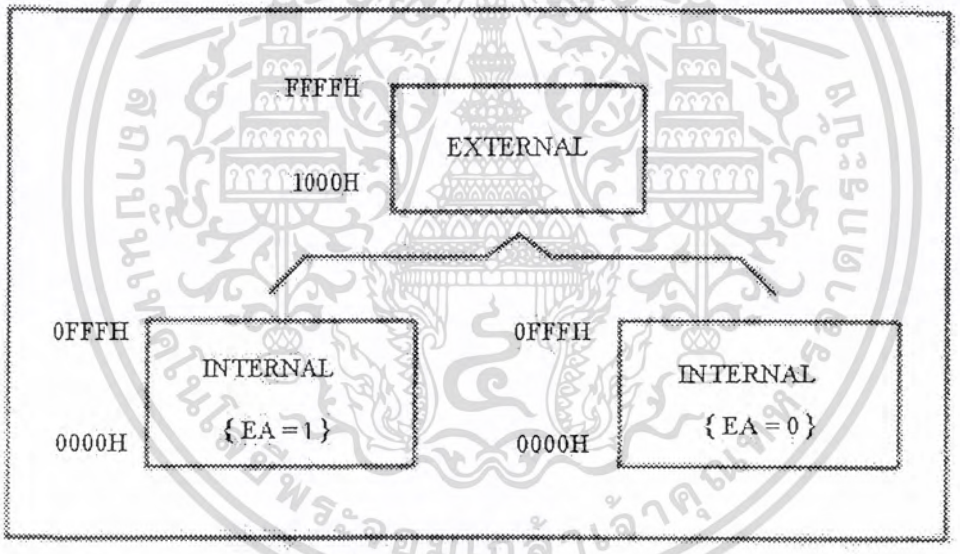
หน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นบริเวณหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลและคำสั่งใช้งานต่างๆ ซึ่งแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบข้อมูลเหล่านี้ก็ยังคงอยู่ไม่สูญหายโครงสร้างของหน่วยความจำโปรแกรม มีลักษณะเช่นเดียวกับหน่วยความจำที่บรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของหน่วยความจำ ประเภทต่างๆ เช่น หน่วยความจำแบบรอม (READ ONLY MEMORY) หรือ อีพรอม (ERASABLE PROGRAMABLE READ ONLY MEMORY) ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถอ่านข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมนี้ได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทของหน่วยความจำโปรแกรมเป็น 2 ลักษณะ ตามตำแหน่งของหน่วยความจำนั้น คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (INTERNAL PROGRAM MEMORY) ซึ่งเป็นหน่วยความจำรอม หรือ อีพรอม ที่อยู่ภายในตัวไอซีของไมโคร-คอนโทรลเลอร์เอง และหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (EXTERNAL PROGRAM MEMORY) ซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำมาทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.11 แสดงการใช้หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม



รูปที่ 2.12 แสดงการจัดพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมภายในและภายนอก

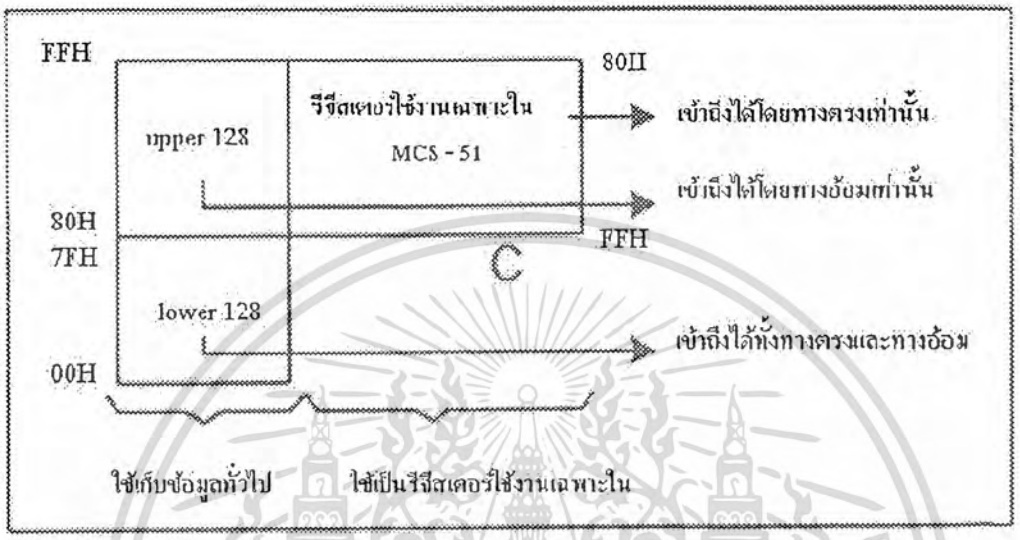
ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่างๆ ของตระกูล 8051 นี้สามารถขยายให้ใช้งาน ในหน่วยความจำภายนอกได้ทั้งสิ้น โดยกรณีที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในอยู่แล้ว การอ้างตำแหน่งแอดเดรสที่มีทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมภายในและภายนอกนั้นจะต้องทำการควบคุมระดับลอจิกของสัญญาณ ในขณะนั้นด้วย ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่างๆ ภายในตระกูล 8051 จะแตกต่างกันออกไป เพื่อความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานลักษณะต่างๆ เช่น

-8051 และ 8052 มีหน่วยความจำแบบรอม 4 และ 8 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55456

-8751 มีหน่วยความจำแบบ อีพรอม ขนาด 4 กิโลไบต์ ข้อมูลที่จัดเก็บภายในนี้ ซึ่งสามารถใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตลบและนำกลับไปบรรจุโปรแกรมใหม่ได้อีกครั้งหนึ่ง
-8031 และ 8032 ไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมอยู่ภายในตัวไอซี ดังนั้นในการนำไปใช้งานจึงจำเป็นต้องอาศัยหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเสมอ

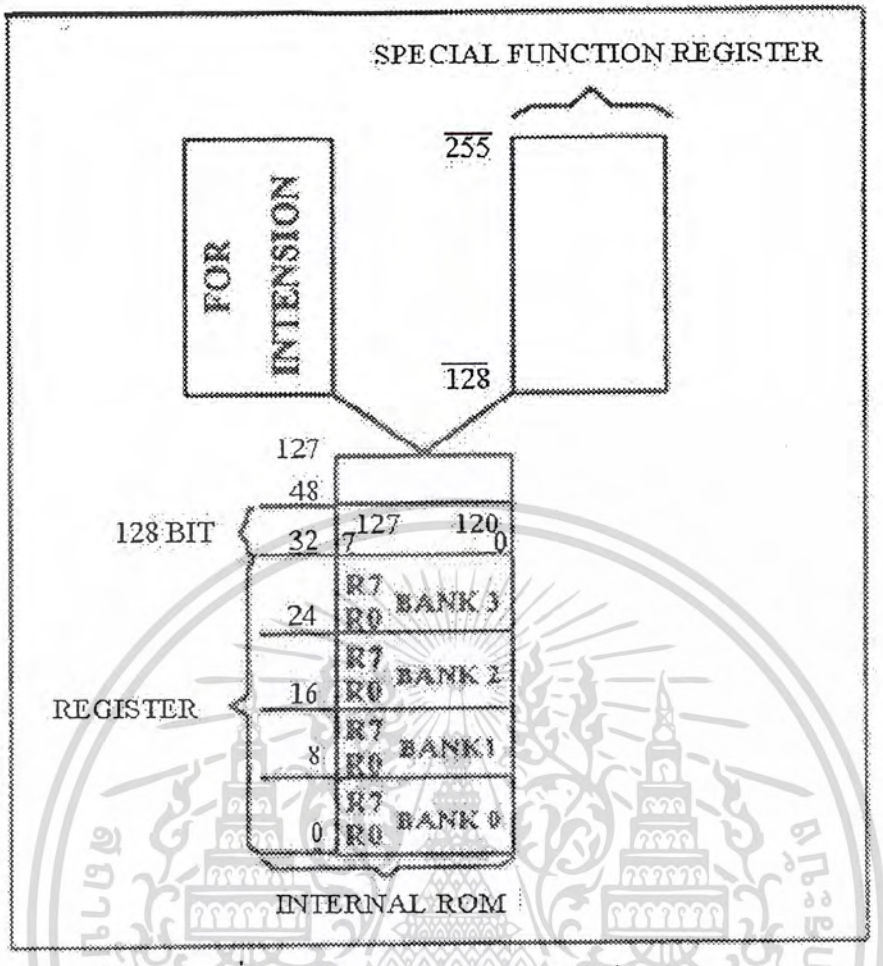


รูปที่ 2.13 แสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.2.4 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วเป็นหน่วยความจำแรมสามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลได้ (READ OR WRITE MEMORY) ใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลโปรแกรมไว้เป็นการชั่วคราว ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วหน่วยความจำข้อมูลจัดเป็นหน่วยความจำแรมแบบสแตติกดังนั้นเมื่อไม่มีการจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ภายในหน่วยความจำนี้สูญไป พื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของไมโคร-คอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทออกเป็นสองลักษณะตามตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำนั้น ตามลักษณะของหน่วยความจำโปรแกรมภายในซึ่งก็เป็นแรมที่อยู่ภายในตัวไอซีในตระกูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ และหน่วยความจำข้อมูลภายนอกซึ่งเป็นการใช้ไอซีหน่วยความจำแรมมาเพิ่มเติมเข้าไปในวงจรลักษณะเดียวกับ การนำไอซีอีพรอมมาใช้งานเป็นหน่วยความจำโปรแกรมนั่นเอง

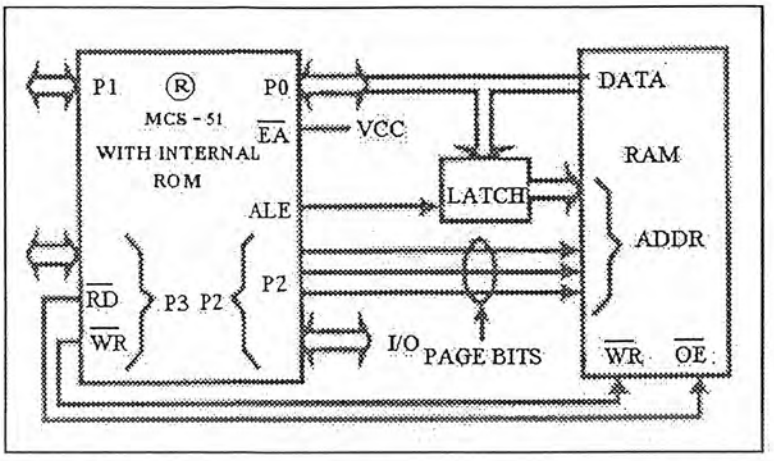
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงการจัดหน่วยความจำข้อมูล

โดยที่หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ในส่วนที่เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในไอซี และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกๆ เบอร์จะมีหน่วยความจำเก็บข้อมูลทั่วๆ ไปภายในไอซีอย่างน้อยคือ 128 ไบต์ ไปจนถึง 256 ไบต์ทั้งนี้ ขึ้นกับเบอร์ของไอซี หน่วยความจำสำหรับเก็บ ข้อมูลภายในไอซีในบริเวณ 128 ไบต์เรียกว่า LOWER 128 และในบริเวณ 128 ไบต์หลัง ที่มีเพิ่มในบางเบอร์มีชื่อเรียกว่า UPPER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

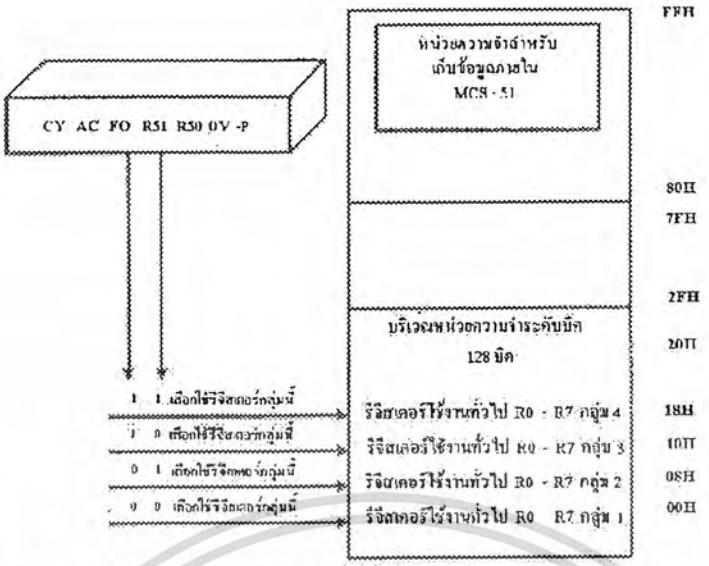


รูปที่ 2.15 แสดงการต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกไอซี

2.2.5 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

รีจิสเตอร์ในกลุ่มนี้จะเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16บิตที่ใช้งานเพื่อเก็บข้อมูลของตัวแอดเดรสเป็นสำคัญโดยค่าที่อยู่ภายในแอดเดรสนี้จะนำไปเป็นค่าของข้อมูลที่ส่งออกไปทางบัสแอดเดรส ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อบอกตำแหน่งที่ต้องการติดต่อ รีจิสเตอร์ที่จัดในกลุ่มนี้ประกอบด้วย รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (GENERAL-PURPOSE REGISTERS) รีจิสเตอร์ในกลุ่มนี้จัดเป็นพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้ในการสนับสนุนในการประมวลผล การทำงานจากหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) เพื่อให้สามารถจัดการข้อมูลให้เร็วที่สุด นอกจากนี้โปรแกรมที่ไม่ได้ใช้คำสั่งเหล่านี้ก็ยังใช้เป็นการเก็บข้อมูลตัวแปรภายในโปรแกรม จะเห็นได้ว่าชื่อของรีจิสเตอร์ไม่ว่าจะอยู่ในรีจิสเตอร์แบงก์ใด ก็จะมีชื่อว่า R0 ถึง R7 เหมือนกันทั้งสิ้น ดังนั้นในการใช้งานผู้ใช้จะต้องให้ความระมัดระวังว่า ต้องการรีจิสเตอร์นั้นๆ จากแบงก์ใดๆ ซึ่งการกำหนดเลือกแต่ละกลุ่มของรีจิสเตอร์นี้ก็ทำได้ง่าย เพียงการกำหนดค่าของบิตที่อยู่ภายในแฟลก (PSW) เท่านั้นอย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปก็มักจะมีการใช้งานรีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 เฉพาะในแบงก์ 0 เท่านั้น ดังนั้นพื้นที่ของแบงก์อื่นๆ ที่เหลือก็สามารถนำมาใช้ในลักษณะของหน่วยความจำแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงการเลือกใช้รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ในแต่ละกลุ่ม

- รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ เป็นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR) เป็นรีจิสเตอร์สำหรับ การควบคุมหน้าที่ และการทำงานของอุปกรณ์หรือพอร์ตของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทั้งหมด ตำแหน่งของรีจิสเตอร์เหล่านี้จะจัดอยู่ในบริเวณแอดเดรส 80H - FFH การใช้งานรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษเหล่านี้สามารถทำได้ทั้งการระบุชื่อของรีจิสเตอร์ หรือตำแหน่งแอดเดรส ที่เป็นของรีจิสเตอร์นั้นก็ได้ การจัดพื้นที่หน่วยความจำสำหรับรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษเหล่านี้ โดยมีข้อสังเกตว่ารีจิสเตอร์ที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสที่มีจำนวนเป็นทวีคูณของค่า 8 จะสามารถอ้างถึงในระดับบิตได้ด้วย (นั่นคือแอดเดรส 80H 88H 90H A0H A8H B0H B8H D0H E0H และ F0H)

- แอกคิวมูเลเตอร์ (ACCUMULATOR) หรือ ACC เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่จะส่งให้กับหน่วยทำงานภายในหน่วยประมวลผลกลาง และเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานเท่านั้น การทำงานของรีจิสเตอร์นั้มีลักษณะเช่นเดียวกับตัวแอกคิวมูเลเตอร์ของโปรเซสเซอร์ทั่วไป การใช้งานในโปรแกรมซึ่งใช้เรียกเป็น รีจิสเตอร์ A

2.2.6 ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประกอบด้วยคำสั่งทั้งหมดจำนวนมาก ซึ่งสามารถจะจัดกลุ่มคำสั่งเหล่านี้ตามลักษณะและหน้าที่การทำงานที่คล้ายคลึงกัน เพื่อความสะดวกต่อการศึกษา ทำความเข้าใจและใช้งาน ดังนี้

1. กลุ่มการถ่ายเทข้อมูล คือ กลุ่มคำสั่งในการโอนย้ายข้อมูล ทำหน้าที่ในโอนย้ายข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์ หรือหน่วยความจำภายในแรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ชุดคำสั่งในการถ่ายเทแรมภายในนั้น ซึ่งเวลาที่ใช้ในหนึ่งคำสั่งนั้น จะเป็นเวลาเมื่อขณะที่ความถี่ในการทำงานของหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลผลกลาง ที่ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์ และรายละเอียดของแต่ละคำสั่งมีดังนี้ MOV :ข้อมูลในลักษณะเป็นการถ่ายเทข้อมูลที่มีขนาดเป็น ไบต์ หรือ บิตก็ได้ จากแหล่งกำเนิดเข้าสู่ตัวรับข้อมูลในฟิลด์โอเปอร์แรนด์ PUSH:จะทำงานโดยเพิ่มค่ารีจิสเตอร์ SP ก่อนแล้วจึงทำการถ่ายเทข้อมูล 1 ไบต์จากแหล่งกำเนิดไปบริเวณสแต็กตามตำแหน่งที่รีจิสเตอร์ SP กำหนด POP:การถ่ายเทข้อมูลขนาด 1 ไบต์จากบริเวณตำแหน่งที่รีจิสเตอร์ SP กำหนดไปยังรีจิสเตอร์ที่โอเปอร์แรนด์ กำหนดและหลังจากนั้นรีจิสเตอร์ SP จะลดค่าลง XCH:คำสั่งแลกเปลี่ยนไบต์ระหว่างแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์กับรีจิสเตอร์ AXCHD คำสั่งในการแลกเปลี่ยนขนาดนิบเบิลทางอันดับต่ำของแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์กับนิบเบิลอันดับต่ำลงของแอกคิวมูเลเตอร์ ตัวอย่างเช่นทำการเลื่อนข้อมูลไป 2ไบต์ทางขวามือซึ่งจะมี 2 วิธีคือใช้คำสั่ง MOV หรือใช้คำสั่ง XCH รายละเอียดการใช้คำสั่งทั้ง 2 แบบ

2. กลุ่มคำสั่งทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ และหารข้อมูลภายในตัว รีจิสเตอร์ต่างๆ ช่วงเวลาการทำงาน ของแต่ละคำสั่งนั้นจะกำหนดที่ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ 12 เมกะเฮิรตซ์ คำสั่งทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ใช้เวลา 1 ms ยกเว้นคำสั่ง INC DPTR ซึ่งใช้เวลา 2 ms โดยที่คำสั่งการคูณและหารใช้เวลา 4 ms โดยมีรายละเอียดการใช้คำสั่งมีดังนี้ INC:เป็นการบวกหนึ่งกับโอเปอร์แรนด์และใส่ค่าใหม่กลับเข้าที่ตัวโอเปอร์แรนด์นั้นๆ DEC:เป็นการลบออกจากตัวเลขที่อยู่ในแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเก็บไว้ที่ตัวโอเปอร์แรนด์นั้น ADD:เป็นการบวกในแอกคิวมูเลเตอร์เข้ากับค่าในแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ ADDC:เป็นการบวกค่าต่างๆ ในแอกคิวมูเลเตอร์เข้ากับค่าในแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์และบวกกับบิตทดด้วย SUBB:เป็นการนำเลขที่แหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ ลบออกจากตัวเลขใน A และนำค่าบิตตัวทดมาลบออกอีกและผลลัพธ์ที่ได้นำมาใส่ลงในแอกคิวมูเลเตอร์ A MUL:เป็นการคูณแบบไม่คิดตัวเครื่องหมายของตัวเลขที่อยู่ใน แอกคิวมูเลเตอร์กับเลขใน รีจิสเตอร์ B แล้วได้ผลลัพธ์ 2 ไบต์ นำมาเก็บไว้ที่ AB โดย A จะรับอันดับต่ำส่วน B จะรับอันดับสูง DIV:เป็นคำสั่งในการหารแบบไม่คิดเครื่องหมายที่อยู่ในแอกคิวมูเลเตอร์แล้วหารตัวเลขในรีจิสเตอร์ B แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บในแอกคิวมูเลเตอร์และเศษของการหารตัวเลข จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ B DA:สำหรับการบวกกันทางตัวเลข BCD เป็นการปรับค่ารวม ซึ่งเป็นผลมาจากการบวกกันทางไบนารี่ของระบบตัวเลข BCD ขนาด 2 หลักสองจำนวน การปรับค่าตัวเลขผลรวมด้วยการใช้คำสั่ง DA จะได้ผลลัพธ์กลับมาที่แอกคิวมูเลเตอร์ รายละเอียดการใช้คำสั่ง

3. กลุ่มคำสั่งทางตรรกศาสตร์หรือ แบบลอจิก ทำหน้าที่เกี่ยวกับการประมวลผลแบบ ลอจิกต่างๆ เช่น การ AND OR หรือ EX-OR ระหว่างข้อมูลในรีจิสเตอร์ A นั่นเอง โดยมีการใช้คำสั่งดังนี้ CPL:เป็นการใช้คำสั่งกลับค่าหรือคอมพลีเมนต์ ข้อมูลในแอกคิวมูเลเตอร์จะไม่มีผลใดๆ ต่อค่าของแฟลก หรือการอ้างถึงตำแหน่งแอดเดรสนั้นตามบิตนั้นๆ RL, RLC, RR, RRC, SWAP:ทั้ง 5 คำสั่งนี้เป็นคำสั่งในการทำงานการวนบิตบนตัวของแอกคิวมูเลเตอร์ซึ่ง RL เป็นการวนบิตทางขวา, RLC เป็นการทำการวนทางซ้ายผ่านบิตทด, RRC เป็นการวนขวาผ่านบิตทด และ SWAP เป็นการวนซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี่ครั้ง ANL:เป็นการ ADD กันทางตรรกศาสตร์ ระหว่างแหล่งกำเนิดสองโอเปอร์แรนด์ ซึ่งจะสั่งให้ทำงานในรูปแบบของตรรกศาสตร์ทางข้อมูลขนาดเป็นไบต์หรือบิต กลุ่มคำสั่งแบบบูลีนหรือแบบบิต ซึ่งเป็นความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่จะดำเนินการประมวลผลแบบบิตแทนที่จะเป็นข้อมูลทั้งไบต์เช่นปกติ โดยมีชุดคำสั่งที่จัดการโดยตรง ทุกคำสั่งจะเข้าถึงข้อมูลโดยตรงในระดับบิต โดยมีการบิตแอดเดรสได้ตั้งแต่ 00H - 7FH ในพื้นที่ 128 บิต หน่วยความจำข้อมูลภายในและบิตแอดเดรส 80H - FFH ในบริเวณกลุ่มรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR)

4. กลุ่มคำสั่งในการกระโดดไปยังตำแหน่งต่างๆภายในโปรแกรม ซึ่งจะเปลี่ยนลำดับของการประมวลผลภายในโปรแกรมไปยังส่วนต่างๆแทนที่จะดำเนินการไปเป็นลำดับ ต่อเนื่องโดยที่คำสั่ง JMP จะแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ SJMP, LJMP, AJMP ซึ่งในแต่ละคำสั่ง จะมีข้อแตกต่างของการกระโดดไปยังแอดเดรสไกลสุดที่ต่างกัน คำสั่ง JMP ซึ่งเป็นแบบโมนีซิก ที่สามารถจะใช้ได้โดยมีรายละเอียดการใช้งานของคำสั่งดังต่อไปนี้ SMP:จะเป็นการกระโดดแบบการย้ายอันดับตำแหน่งของแอดเดรสตำแหน่งเดิมซึ่งจะสามารถกระโดดได้ -128 ถึง +127 ไบต์ AJMP:ลักษณะแบบนี้จะสามารถกระโดดได้ไกลสุดประมาณ 2 กิโลไบต์ ซึ่งจะใช้หน่วยความจำเพียง 2 ไบต์เท่านั้นในการกำหนด LJMP:ลักษณะแบบนี้จะสามารถกระโดดได้ไกลสุดประมาณ 64 กิโลไบต์ ซึ่งจะใช้หน่วยความจำเพียง 3 ไบต์เท่านั้นในการกำหนด JMP @A+DPTR:เป็นการควบคุมการกระโดดไปยังโปรแกรมที่ต้องการเฉพาะภายในส่วนต่างๆ

6. โครงสร้างการอินเตอร์รัปต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

จากแผนภาพโครงสร้างระบบอินเตอร์รัปต์ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51สัญญาณที่เข้ามาทำการอินเตอร์รัปต์ MCS-51 นั้นเกิดขึ้นได้5ลักษณะตามตารางข้อมูล ในรูปที่ 2.6 โดยจะเห็นได้ว่าสามารถที่จะกำหนดเลือกเพื่อยินยอม (หรืออีนาเบิล : ENABLE) และห้าม (หรือดิสเอเบิล : DISABLE) ไม่ให้มีการอินเตอร์รัปต์แต่ละประเภทได้ โดยการกำหนดบิตของข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งมักจะอยู่ภายในรีจิสเตอร์ TCON และ SCON นอกจากนี้ยังมีตำแหน่งบิตภายในรีจิสเตอร์ IE (INTERRUPT ENABLE REGISTER) ซึ่งทำหน้าที่เสมือนกับเป็นสวิตช์หลักที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ทั้งหมด หากว่ากำหนดไม่ให้เกิดการอินเตอร์รัปต์แล้วการกำหนดบิตเพื่อห้ามหรือยินยอมของแต่ละอินเตอร์รัปต์ก็จะไม่มีผลใดๆเกิดขึ้น ยังแสดงให้เห็นว่าสัญญาณอินเตอร์รัปต์แต่ละประเภทยังสามารถกำหนดระดับความสำคัญ (PRIORITY) ของการอินเตอร์รัปต์ได้สองลักษณะ คือ ระดับความสำคัญสูงหรือต่ำ (HIGH OR LOW PRIORITY) กล่าวคือขณะที่กำลังประมวลผลอยู่ภายในส่วนของโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ของสัญญาณที่มีระดับความสำคัญต่ำอยู่ ก็อาจจะถูกขัดจังหวะให้ไปประมวลผลของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่มีระดับความสำคัญสูงกว่า แต่หากว่าเป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่มีระดับความสำคัญต่ำเช่นเดียวกันแล้ว ก็ต้องรอให้เสร็จสิ้นการประมวลผลที่ ดำเนินการอยู่ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การรีเซต โดยความหมายของการรีเซตเป็นการบังคับให้มีการเริ่มต้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่ง มักจะกระทำโดยการกำหนดสภาวะของสัญญาณที่ขารีเซตของไอซี MCS-51 ให้เป็นระดับลอจิก ที่เหมาะสมเท่านั้น การรีเซตด้วยวิธีนี้ถือว่าเป็นการอินเตอร์รัปต์อย่างหนึ่งได้ แต่จะมีลักษณะต่างออกไปจากการอินเตอร์รัปต์ของสัญญาณนี้ได้ ซึ่งมีศัพท์เฉพาะเรียกว่า NON-MASKABLE INTERRUPT นอกจากนี้การดำเนินการของโปรแกรมก็แตกต่างออกไปด้วย โดยจะไม่มีการเก็บค่าของคำสั่งที่กำลังจะไปทำในลำดับต่อไปภายในรีจิสเตอร์ PC เมื่อมีการรีเซตเกิดขึ้นโปรแกรม จะถูกสั่งให้กระโดดไปยังแอดเดรส 0000 ทันที ซึ่งตำแหน่งนี้จะเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของการทำงานของไมโครคอนโทรล เลอร์ MCS-51 เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับระบบเมื่อใดก็ตามที่มีการรีเซตเกิดขึ้นค่าสภาวะต่างๆ ภายใน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกกำหนดกลับไปเป็นค่าเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์กับพอร์ตอนุกรม

การติดต่อกับพอร์ตอนุกรมนั้นจะยากกว่าการ ติดต่อกับกับพอร์ตขนาน การสื่อสารของอุปกรณ์ที่ต่อกับพอร์ตอนุกรมจะถูกเปลี่ยน (Convert) เป็น สัญญาณแบบขนาน แล้วจึงนำไปประมวลผลต่อ ซึ่งจะใช้ Universal Asynchronous Receiver / Transmitter (UART) เป็นตัวทำหน้าที่ส่วนทางด้านโปรแกรม ก็มีรีจิสเตอร์ที่ต้องจัดการมากกว่า Standard Parallel Port (SPP) อีกหลายตัว

ข้อดีของพอร์ตอนุกรม

1. ระยะของสายอนุกรมสามารถมีความยาวได้มากกว่าสายของขนานมาก ทั้งนี้เพราะสัญญาณของพอร์ตอนุกรม ซึ่งส่วนใหญ่ใช้มาตรฐาน RS-232C จะมีค่า –3Volt ถึง –15Volt สำหรับ Logic "1" หรือ "Mark" และมีค่า +3Volt ถึง +15Volt สำหรับ Logic "0" หรือ "Space" (สำหรับช่วง +3Volt ถึงถึง -3Volt เป็นช่วง Undefined) ส่วนสัญญาณของสายขนานนั้น Logic "1" จะมีค่า +5Volt และ logic "0" จะมีค่า 0Volt ทำให้สัญญาณของสายอนุกรมสามารถรับการสูญเสียของสาย (Cable loss) ได้มากกว่าสัญญาณของสายขนาน ปรกติสายขนานจะไปได้เพียง 5 ฟุต ส่วนสาย RS-232 จะไปได้ถึง 50 ฟุตที่ความเร็วสูงสุดของมัน

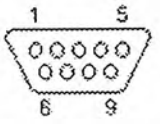
2. สายอนุกรมจะใช้จำนวนสายไฟน้อยกว่าสายขนานถ้าต่อในลักษณะ Null Modem จะใช้สายเพียง 3 เส้น ขณะที่แบบขนาน จะต้องใช้สาย 19 ถึง 25 เส้น

3. การสื่อสารแบบไร้สายเช่นการใช้ Infra Red การส่งพร้อมกันทีละ 8บิท แบบขนาน จะทำให้ไม่สามารถแยกแยะได้ว่า Bit ใดเป็น Bit0 หรือ Bit1 ... เป็นต้น ปัจจุบันอุปกรณ์ IrDA มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 115.2K Baud แต่มี Pulse length เพียง 3/16 ของ RS-232 เพื่อประหยัดพลังงาน เพราะส่วนมากใช้ในอุปกรณ์แบบพกพาเช่น Laptop หรือ Palmtop

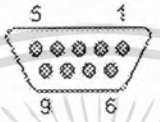
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ มักมีการผนวกพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรมไว้ด้วย เพราะใช้จำนวนขาน้อยกว่าแบบขนาน

RS-232C กำหนด Baud rate ไว้ไม่เกิน 20K Baud ปัจจุบันได้แก้ไขให้รองรับกับเทคโนโลยีใหม่ได้ จึงมีการปรับปรุงถึง RS-232E ซึ่งมีรายละเอียดอีกหลายอย่าง



(Male at the computer side)



(Female at the cable side)

Pin	Name	RS232	V.24	Dir	Description
1	CD	CF	109	←	Carrier Detect
2	RXD	BB	104	←	Receive Data
3	TXD	BA	103	→	Transmit Data
4	DTR	CD	108.2	→	Data Terminal Ready
5	GND	AB	102	—	Signal Ground
6	DSR	CC	107	←	Data Set Ready
7	RTS	CA	105	→	Request to Send
8	CTS	CB	106	←	Clear to Send
9	RI	CE	125	←	Ring Indicator

รูปที่ 2.17 ตารางแสดงถึงหน้าที่ของขาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abbreviation	Full Name	Originator	Function
TD	Transmit Data	DTE	Serial data output (TXD) from DTE.
RD	Receive Data	DCE	Serial data input (RXD) to DTE.
CTS	Clear To Send	DCE	Tell DTE that DCE is ready to exchange data.
(D)CD	(Data) Carrier Detect	DCE	Carrier from remote DCE is detected.
DSR	Data Set Ready	DCE	Tell DTE that DCE is ready to establish a link.
DTR	Data Terminal Ready	DTE	Tell DCE that DTE is ready to establish a link.
RTS	Ready To Send	DTE	Tell DCE that DTE is ready to exchange data.
RI	Ring Indicator	DCE	Ringing signal from the phone line is detected.

รูปที่ 2.18 ตารางแสดงสัญญาณต่างๆที่ส่งในรูปแบบอนุกรม

หน้าที่ของสัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้

Protective ground เป็นจุดที่ต่อกับตัวเปลือกของอุปกรณ์ และไม่ต่อกับสัญญาณใด ๆ ในระบบเพื่อใช้ต่อลงดิน เป็นการป้องกันอันตรายจากไฟลัดวงจร และใช้เป็น Shield ป้องกันการรบกวน

Signal ground หรือ Common return เป็นจุดสำคัญที่สุดที่ต้องมีในระบบ RS-232 เพราะเป็นจุดอ้างอิงของทุกสัญญาณ ยกเว้น Protective ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Transmit data เป็นสัญญาณข้อมูลที่ส่งจาก DTE ไปยัง DCE ในขณะที่ไม่ได้ส่งข้อมูลมันจะมีสถานะเป็น Logic "1" หรือ "Mark" หรือ "Off" หรือ -5V ถึง -15V ที่ด้านส่ง (DTE) หรือ -3V ถึง -15V ที่ด้านรับ (DCE) การส่งข้อมูลจะเกิดขึ้นได้ต้องมีสัญญาณควบคุมที่เกี่ยวข้อง "On" ก่อนคือสัญญาณ RTS, CTS, (D)CD, DTR และ DSR

Recieve data เป็นสัญญาณข้อมูลจาก DCE มายัง DTE ในขณะที่ไม่ได้ส่งข้อมูลมันจะมีสถานะเป็น Logic "1" หรือ "Mark" หรือ "Off" หรือ -5V ถึง -15V ที่ด้านส่งหรือ -3V ถึง -15V ที่ด้านรับ ในขณะที่ไม่ได้ส่งข้อมูลมันจะมีสถานะเป็น Logic "1" หรือ "Mark" หรือ "Off" หรือ -5V ถึง -15V ที่ด้านส่ง (DCE) หรือ -3V ถึง -15V ที่ด้านรับ (DTE) กรณีที่เป็นการสื่อสารแบบ Half-duplex สัญญาณ RD จะอยู่สถานะ "Off" ขณะที่สัญญาณ RTS อยู่ในสถานะ "On" และสัญญาณ RD จะยังคงอยู่ในสถานะ "Off" อีกชั่วระยะหนึ่งหลังจากที่สัญญาณ RTS เปลี่ยนจากสถานะ "On" มาเป็น "Off" แล้วเพื่อให้การรับ-ส่งข้อมูลเสร็จสมบูรณ์

Request to send เป็นสัญญาณจาก DTE ส่งไปให้ DCE เพื่อขอส่งข้อมูลไป ปรกติจะอยู่ในสถานะ "Off" เมื่อต้องการส่งข้อมูลจะเปลี่ยนเป็นสถานะ "On" จนกว่าการส่งเสร็จสิ้นจึงเปลี่ยนกลับมาที่สถานะ "Off" ตามเดิม ทั้งนี้ทาง DTE ต้องได้รับสัญญาณ CTS จึงจะสามารถส่งข้อมูล TD ไปยัง DCE ได้ และสัญญาณ RTS ที่กลับสู่สถานะ "Off" จะไม่สามารถเปลี่ยนเป็น "On" ใหม่ขณะที่สัญญาณ CTS อยู่ในสถานะ "On" ต้องรอจนกว่าสัญญาณ CTS เปลี่ยนมาอยู่ในสถานะ "Off" ก่อนเพื่อป้องกันการเกิด Overrun

Clear to send เป็นสัญญาณที่ DCE ส่งให้ DTE เพื่อแจ้งว่าพร้อมรับการส่งข้อมูลจาก DTE

Data set ready เป็นสัญญาณที่ DCE ส่งให้ DTE เพื่อแจ้งว่า DCE สามารถเชื่อมโยงไปยังปลายทางและพร้อมที่จะติดต่อแล้ว

Data Terminal ready เป็นสัญญาณที่ DTE ส่งให้ DCE เพื่อแจ้งว่า DTE พร้อมหรือต้องการจะติดต่อสื่อสาร ซึ่งสัญญาณ DTR นี้ต้องเกิดก่อนทาง DCE จึงจะทำการติดต่อไปยังปลายทางและเมื่อติดต่อได้แล้วจึงส่งสัญญาณ DSR มายัง DTE เพื่อแจ้งให้รู้ว่าพร้อมรับการสื่อสารแล้ว และถ้า DTR เปลี่ยนเป็น Off แปลว่า DTE ไม่ต้องการติดต่อสื่อสารแล้วทาง DCE ก็จะปิดช่องสื่อสารและเปลี่ยนสัญญาณ DSR เป็น Off ทันที คู่สัญญาณระหว่าง RTS กับ CTS เป็นเรื่องของความพร้อมเกี่ยวกับช่องสื่อสารระหว่าง DTE กับ DCE ส่วนคู่สัญญาณ DTR กับ DSR เป็นเรื่องของความพร้อมเกี่ยวกับตัวอุปกรณ์ DTE กับ DCE

Data carrier detect เป็นสัญญาณที่ DCE ส่งให้ DTE เพื่อแจ้งว่าได้รับสัญญาณพาหะจาก DCE ที่อยู่อีกด้านหนึ่งของการสื่อสาร ซึ่งหมายความว่า ช่องการสื่อสารระหว่าง DCE ทั้ง 2 ไม่ขาดตอนพร้อมที่จะทำการสื่อสารได้ ซึ่งอุปกรณ์ DTE หรือโปรแกรมที่ควบคุมการสื่อสารมักจะตรวจสัญญาณนี้ ถ้าไม่อยู่ที่ On แสดงว่าช่องการสื่อสารขาด ก็จะไม่ทำการรับหรือส่งข้อมูล

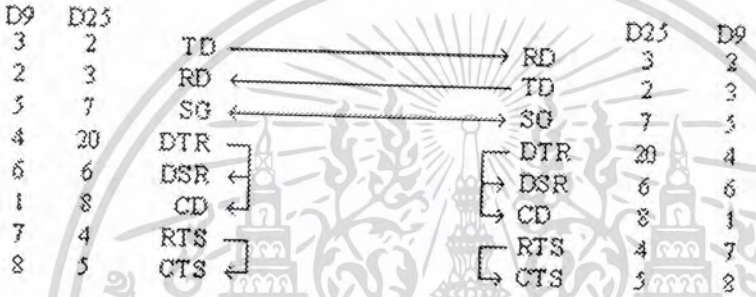
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ring Indicator เป็นสัญญาณจาก DCE แจ้งให้ DTE รู้ว่ามีการเรียกจาก DCE ที่อยู่อีกด้านหนึ่งของการสื่อสาร ซึ่งมักจะใช้ในระบบ Automatic answering

อุปกรณ์ DCE บางรุ่นได้รับการออกแบบมาให้สามารถตรวจสอบระบบสื่อสารได้ด้วยการสั่งจาก DTE ให้ทำการ Loop back ทั้งจาก Local หรือ Remote ด้วยการใช้สัญญาณที่กล่าวมาทั้งหมดนี้

Null Modems

Null Modem ใช้สำหรับเชื่อมโยงระหว่าง DTE 2 ตัวเข้าด้วยกันโดยตรง ซึ่งโดยมากใช้ในการถ่ายข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ หรือใช้ในการพัฒนาระบบไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 2.19 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อของสายสัญญาณ

Flow Control

การติดต่อระหว่าง DTE และ DCE จะมีการควบคุมการไหลของข้อมูล เพื่อไม่ให้เกิดการ Overflow ขึ้นได้ ซึ่งมีอยู่ 2 แบบคือ Hardware flow control และ Software flow control

สำหรับ Software flow control มักจะเรียกว่า Xon/Xoff flow control ซึ่งใช้รหัส ASCII 17 เป็นสัญญาณ Xon และใช้รหัส ASCII 19 เป็นสัญญาณ Xoff หลักการทำงานก็ง่าย ๆ คือ Modem จะมี Buffer อยู่ เมื่อ Modem รับข้อมูลจาก Computer จน Buffer ใกล้จะเต็ม มันก็จะส่งสัญญาณ Xoff ไปให้ Computer เพื่อให้ Computer หยุดส่งข้อมูลให้มันชั่วคราว และเมื่อ Buffer มีที่ว่างถึงระดับหนึ่ง Modem ก็จะส่งสัญญาณ Xon ไปให้ Computer เพื่อให้ Computer ส่งข้อมูลให้มันต่อ การควบคุมโดยวิธีนี้ประหยัดสายสัญญาณ เพราะรับ-ส่งผ่าน TD และ RD แต่อาจทำให้การสื่อสารช้าลงอย่างเห็นได้ชัดในกรณีที่ใช้กับการสื่อสารที่มี speed ต่ำ เพราะแต่ละตัวอักษร ASCII ที่รับ-ส่งจะมีขนาด 10 Bit

ส่วน Hardware flow control มักจะเรียกว่า RTS/CTS flow control จะใช้สายสัญญาณของ Serial Port ในการควบคุม ทำให้ไม่บั่นทอนความเร็วของข้อมูล หลักการทำงานคือ เมื่อ Modem มีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่างเพื่อรับข้อมูล มันก็จะส่งสัญญาณ CTS ไปให้ Computer และเมื่อมันใกล้จะเต็ม มันก็จะหยุดส่งสัญญาณ CTS ไปให้ Computer

รูปคลื่น สัญญาณ RS-232

การสื่อสารโดย RS-232 เป็นการสื่อสารแบบ asynchronous หมายความว่าสัญญาณ clock ที่ใช้ควบคุมจังหวะไม่ได้ส่งไปพร้อมกับ Data แต่จะใช้ start bit เป็นตัว sync.ในแต่ละ word ของการสื่อสารและใช้สัญญาณ clock ภายในของแต่ละด้านเป็นตัวให้จังหวะเอง

รูปที่ 2.20 รูปคลื่นของสัญญาณที่ส่ง

แสดงลักษณะของสัญญาณจาก UART เมื่อใช้ format แบบ 8N1 คือ 8 data bits ไม่มี parity bit และมี 1 stop bit ขณะที่ idle จะอยู่ในสถานะ "Mark" หรือ logic "1" การส่งจะเริ่มจากการส่ง start bit คือ logic "0" และตามด้วย LSB bit จนหมด data bits และถ้ามี parity bit ก็จะส่งที่จุดนี้แล้วลงท้ายด้วย stop bit ซึ่งมีค่าเป็น logic "1" ในรูปได้แสดง bit ที่ต่อถัดจาก stop bit ซึ่งมีค่าเป็น logic "0" หมายความว่าเป็น start bit ของ การส่ง word ถัดไป แต่ถ้ายังไม่มีการส่ง word ถัดไป ก็ต้องอยู่ในสถานะของ logic "1" ซึ่งเป็นสถานะของ idle และถ้าสายอยู่ในสถานะของ logic "0" นานกว่าเวลาของการส่ง 1 full word ระบบจะถือว่าเป็นสัญญาณ "Break" เพื่อหยุดการสื่อสาร ดังนั้นต้องไม่ลืมที่จะสั่งในสายกลับสู่สถานะ idle เมื่อสิ้นสุดการส่ง

การรับ-ส่งข้อมูลในลักษณะนี้เรียกว่าแบบ frame คือมีกรอบปิดล้อมข้อมูลไว้ด้วย start bit และ stop bit

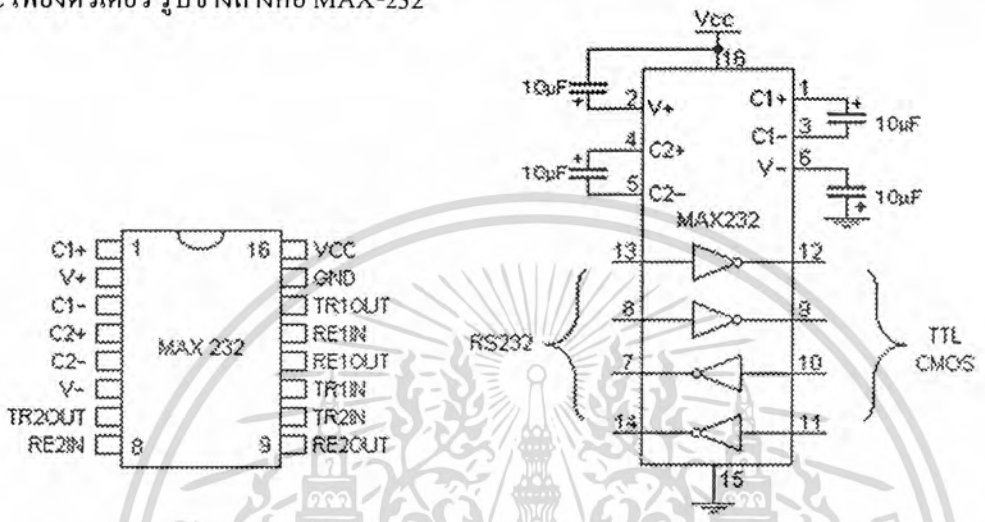
ตัวแปลงสัญญาณ RS-232

สัญญาณ RS-232 มีค่าแรงไฟต่างจากที่ใช้ใน UART ดังนั้นจึงต้องมีตัวแปลงสัญญาณ เพื่อแปลงระดับสัญญาณให้เหมาะสมก่อนที่จะเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรม หรือ RS-232 port ของคอมพิวเตอร์

สัญญาณ RS-232 นั้น logic "0" จะมีค่า +3 V ถึง +25 V และ logic "1" จะมีค่า –3 V ถึง –25 V ส่วนค่าระหว่าง –3 V ถึง +3 V เป็นค่า undefined ระดับสัญญาณนี้ใช้กับทุกสัญญาณไม่ใช่เฉพาะสัญญาณรับ-ส่งข้อมูลเท่านั้นแต่ยังรวมถึงสัญญาณควบคุมต่าง ๆ เช่น DTR, RTS, CTS เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC ที่ใช้มักจะเป็นเบอร์ 1488 (RS-232 Driver) และ 1489 (RS-232 Receiver) โดยภายในแต่ละตัวจะประกอบด้วย inverter 4 ตัวและต้องการไฟเลี้ยง 2 ชุดคือ +7.5 V ถึง +15 V และ –7.5 V ถึง –15 V ซึ่งอาจจะมีปัญหาในเครื่องที่มีไฟเลี้ยง +5 V เพียงชุดเดียว แต่ก็ยังมี IC อีกตัวหนึ่งคือเบอร์ MAX-232 ซึ่งมีวงจร charge pump สามารถสร้างไฟ +10 V และ –10 V จากไฟ +5 V ได้ พร้อมทั้งมี 2 Tx และ 2 Rx อยู่ใน package เดียวกัน และรองรับ baud rate ได้ถึง 120 Kbps จึงสะดวกมากเพราะใช้ IC เพียงตัวเดียว รูปข้างล่างคือ MAX-232



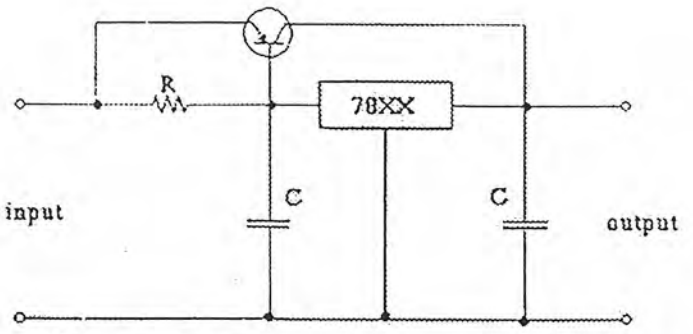
รูปที่ 2.21 แสดงโครงสร้างภายในและตำแหน่งขาต่างๆของ Max232

ส่วนการที่เราจะนำข้อมูลมาใช้งานก็ต้องแปลงเป็น parallel ก่อนซึ่งเป็นหน้าที่ของ UART ซึ่งปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์มักจะมี serial communication interface (SCI) อยู่ในตัว แต่อาจจะมีงานบางอย่างที่ไม่ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และต้องการประมวลผลข้อมูลกับพอร์ตอนุกรม เช่น ต่อ ADC เข้ากับ UART หรือต่อ LCD display เข้ากับ Serial comm. ก็ต้องใช้ UART ช่วย เช่นเบอร์ 8250 หรือ 16550A หรือเบอร์อื่น ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่มี UART อีกพวกหนึ่งที่แยก Tx bus กับ Rx bus ออกจากกัน ทำให้มีความคล่องตัวมากขึ้น

2.3 วงจรรักษาแรงดันใช้ไอซีรักษาแรงดัน (IC Regulator)

ข้อดีของวงจรแบบนี้คือ ราคาถูก มีขนาดเล็ก และรูปแบบวงจรที่ง่าย สามารถจ่ายกระแสเอาท์พุ ทได้ตั้งแต่ 3 mA ถึง 100 mA ตามเบอร์ที่เราเลือกใช้ ยังมีวงจรป้องกันกระแสเกินภายในและวงจรป้องกันอุณหภูมิเกินภายในด้วย โดย IC เบอร์ต่างๆจะมีคุณสมบัติด้านกระแสเอาท์พุ ทสูงสุด แรงดันอินพุทไลน์เรคกูเลชั่น โหลดเรคกูเลชั่น และช่วงอุณหภูมิที่ทำงานให้เราเลือกตามต้องการ วงจรรักษาระดับแรงดันแบบ IC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



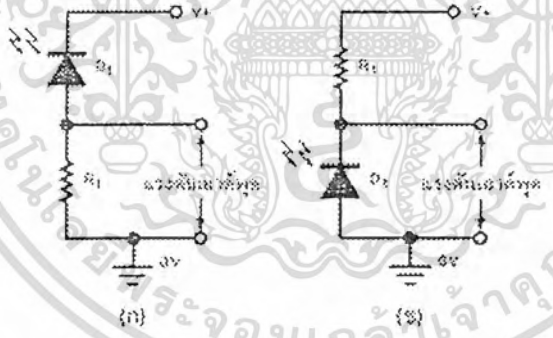
รูปที่ 2.22 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบแรงดันคงที่ใช้ MC 78XX

วงจรรวมแรงดันคงที่ 3 ขาที่นิยมใช้จะเป็นตระกูล 78xx และ 79xx

ข้อแตกต่าง 78xx ให้ไฟบวก แต่ 79xx ให้ไฟลบ โดยมีเลข XX เป็นค่าแรงดันเอาท์พุท

2.4 โฟโต้ไดโอด

เมื่อใดที่รอยต่อพี-เอ็น ชนิดซิลิกอนได้รับการไบแอสกลับ จะเกิดกระแสรั่วไหลย้อนกลับผ่านไดโอด ซึ่งกระแสรั่วไหลย้อนกลับและอิมพีแดนซ์ของรอยต่อพี-เอ็นนี้ มีความไวต่อแสงมาก คือจะมีอิมพีแดนซ์สูงเมื่ออยู่ในที่มืด และมีอิมพีแดนซ์ต่ำเมื่ออยู่ในที่สว่าง



รูปที่2.23 ลักษณะการต่อใช้งานโฟโต้ไดโอด

ไดโอดโดยทั่วไปนั้น จะมีถูกหุ้มรอยต่อนี้ไว้ด้วยวัสดุทึบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้น แต่สำหรับโฟโต้ไดโอดเป็นไดโอด ซึ่งถูกผลิตขึ้นมาเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์นี้โดยเฉพาะ รอยต่อจึงถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงสามารถผ่านได้ ไดโอดชนิดนี้มี 2 แบบ คือ ชนิดที่ตอบสนองต่อช่วงแสงที่สายตามองเห็น และชนิดที่ตอบสนองต่อแสงย่านอินฟาเรด (IR) ในการานำไปใช้งาน โฟโต้ไดโอดจะต้องถูกต่อในลักษณะได้รับการไบแอสกลับ สำหรับแรงดันเอาต์พุตเป็นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลด ที่ต่ออนุกรมกับโฟโต้ไดโอด ระหว่างโฟโต้ไดโอดและกราวนด์ดังรูป หรืออยู่ระหว่างโฟโต้ไดโอด และแหล่งจ่ายไฟบวก ดังรูปก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบกับแคดเมียม - ซัลไฟด์ LDR แล้ว โฟโต้ไดโอดจะมีความไวต่อแสงที่ต่ำ แต่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ของระดับแสงได้เร็ว ดังนั้นโดยทั่ว ๆ ไป LDR จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ ในงานตรวจจับระดับแสงที่ค่อนข้างจะเปลี่ยนแปลงช้า ส่วนโฟโต้ไดโอดจะถูกนำมาประยุกต์ใช้ ในงานที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟสลับ ที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว สำหรับการประยุกต์ใช้โฟโต้ไดโอด ชนิดทีตอบสนองต่อแสงอินฟราเรดก็เช่นการใช้ในวงจรรีโมตคอนโทรล, วงจรสัญญาณเตือนต่าง ๆ ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการควบคุม เป็นต้น

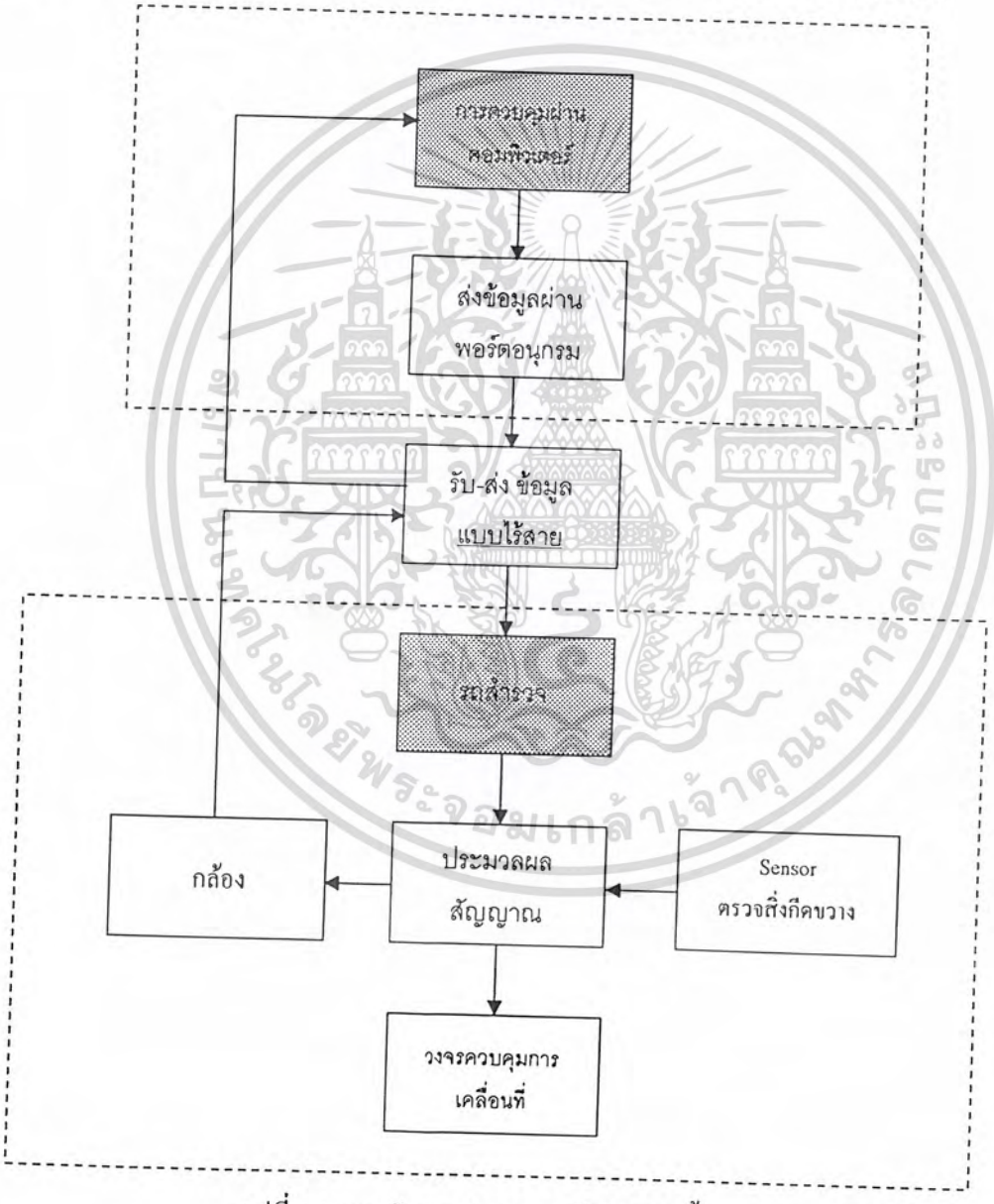
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3 การออกแบบ

ขอบข่ายของโครงงานทั้งหมด

เป้าหมายในการทำโครงงานชิ้นนี้คือการสร้างรถสำรวจที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ในระบบไร้สายซึ่งจะมีกล้องติดตั้งอยู่กับตัวรถเพื่อส่งภาพที่ได้มาให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยในส่วนของตัวรถนั้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆซึ่งจะประกอบด้วย มอเตอร์สำหรับการเคลื่อนที่ของรถ กล้องรับภาพ และเซนเซอร์ตรวจสอบสิ่งกีดขวางเพื่อหลบหลีก



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลและการควบคุมรถ

เราได้ออกแบบการควบคุมด้วยการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Visual basic ซึ่งจะใช้ควบคุมและประมวลผลสัญญาณต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของรถต่อไปซึ่งจะสามารถทำได้2รูปแบบคือ

1. การควบคุมแบบ Manual เป็นการควบคุมผ่านแป้นพิมพ์

2. การควบคุมแบบAuto เป็นการประมวลผลจากรูปภาพที่ส่งมาจากรถ โปรแกรมจะทำการประมวลผลวัตถุและทิศทางการเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติ

การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

คอมพิวเตอร์จะรับภาพจากกล้องที่ติดอยู่ที่ตัวรถ ซึ่งส่งเข้ามาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งโปรแกรมแต่ละส่วนจะถูกเขียนขึ้นด้วยการใช้โปรแกรม Visual Basic ซึ่งเราได้ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลภาพที่ได้รับโดยโปรแกรมจะแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนหลักต่างๆดังนี้

1. โปรแกรมควบคุมการรับภาพและการแสดงผล

โปรแกรมส่วนรับและแสดงผลนี้เราจะใช้ การทำงานของcomponent ที่มีชื่อว่า "Icimage" ซึ่งจะทำหน้าที่ดึงภาพจากการ์ดทีวีที่มีสัญญาณภาพที่ส่งมาในรูปแบบสัญญาณAVต่ออยู่ มาแสดงผลทางหน้าจอซึ่งจะสามารถทำการจัดเก็บ ตกแต่ง ปรับปรุงคุณภาพต่างๆของภาพได้ตามต้องการ

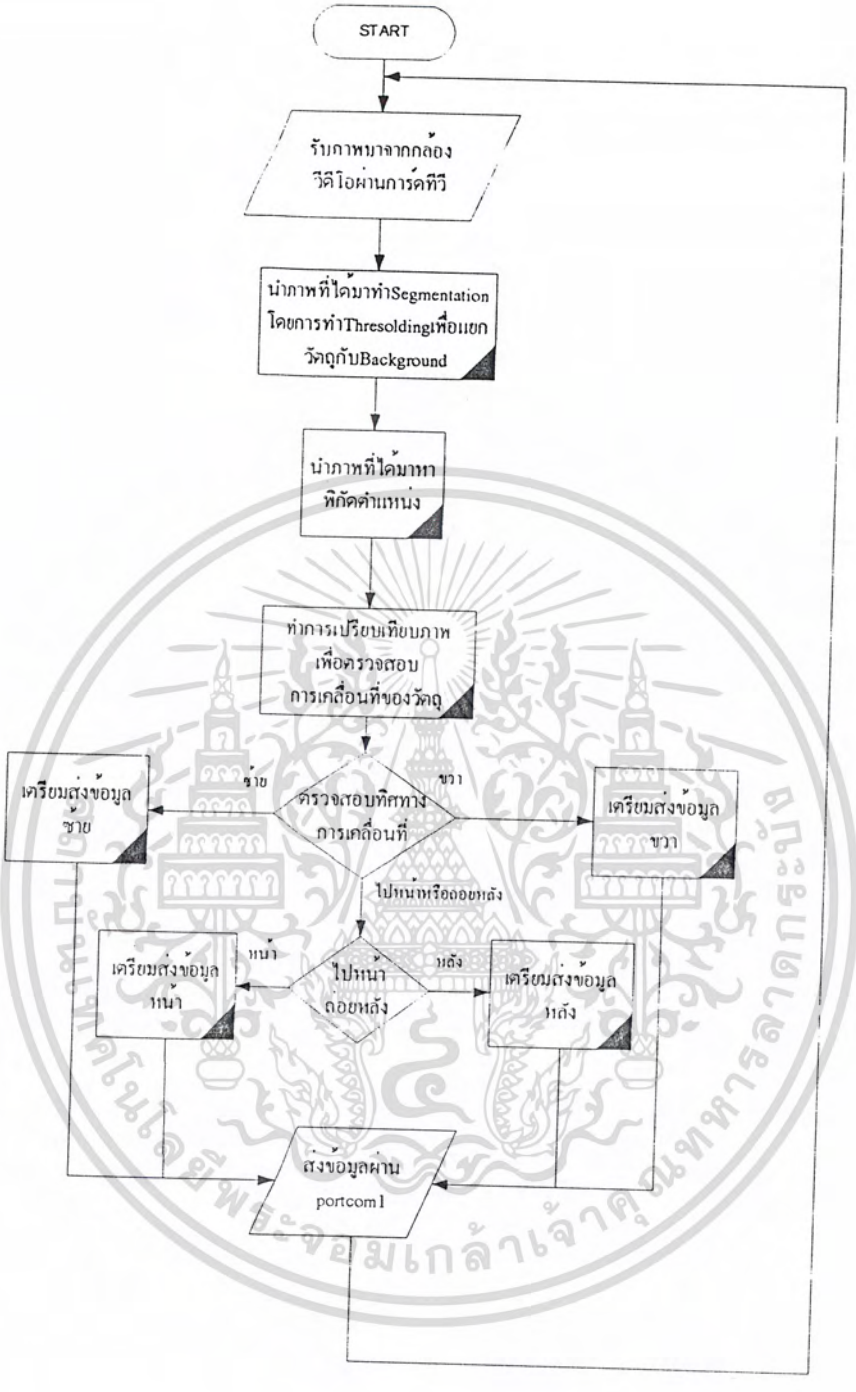
2. โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงตัวเลข

หลังจากได้ข้อมูลภาพมาแล้ว เราจะนำมาทำการประมวลผลเพื่อหาพิกัดของวัตถุภายในภาพโดยวิธีการหาค่าThreshold เพื่อแยกภาพออกจากสิ่งแวดล้อมแล้วหาจุดพิกัดที่วัตถุอยู่ โดยจะทำการประมวลภาพเพื่อหาจุดพิกัดทุกช่วงๆเวลาหนึ่ง ถ้าค่าพิกัดของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง ก็จะส่งคำสั่งข้อมูลทำให้พิกัดของวัตถุเลื่อนมาเป็นตำแหน่งตามเดิม

3. โปรแกรมติดต่อพอร์ตอนุกรม

จะส่งข้อมูลไปยังวงจรรับส่งแบบไร้สายกรณีที่ต้องการจะควบคุมการเคลื่อนที่ของรถสำรวจซึ่งจะส่งผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



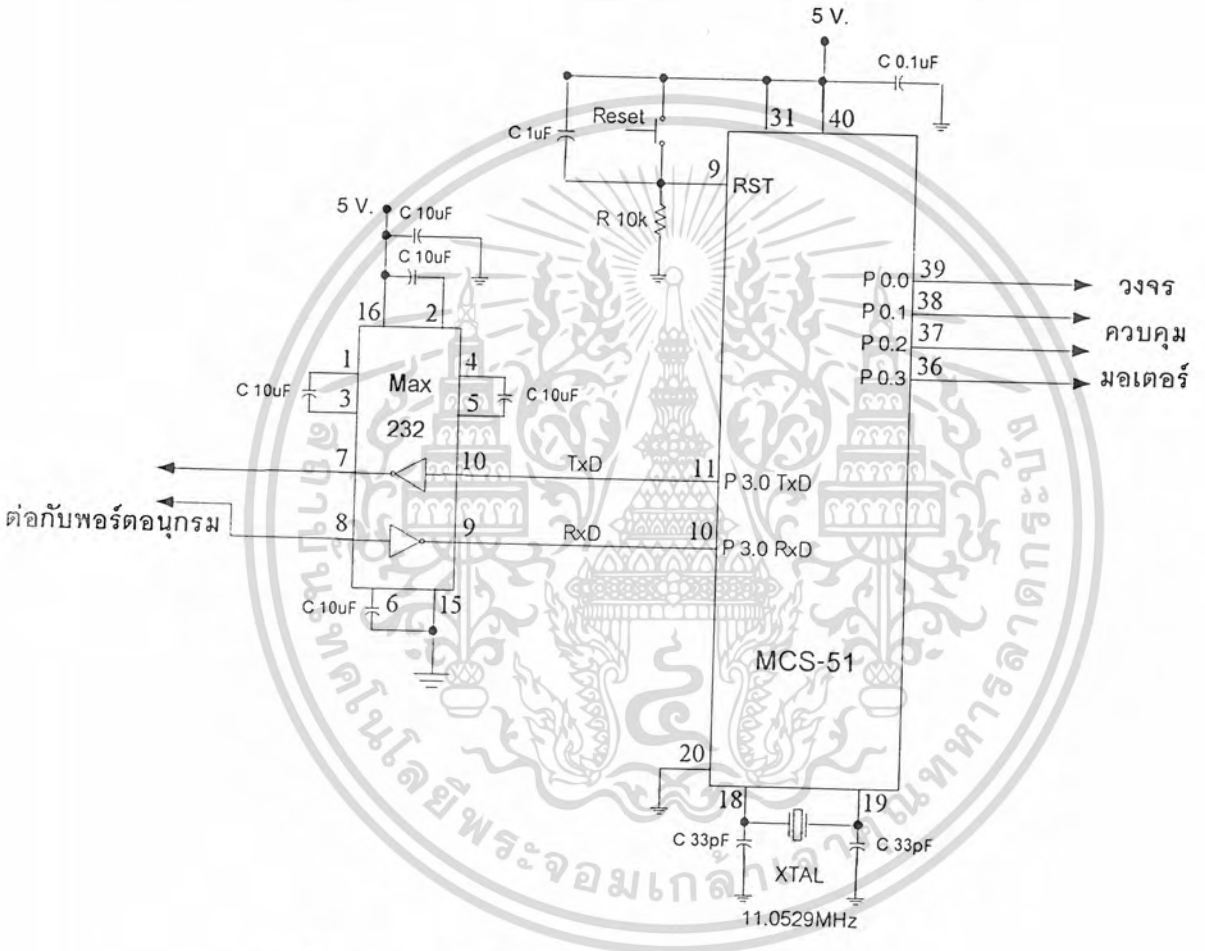
รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมประมวลผลในคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์

จะใช้การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม โดย microcontroller ตระกูล MCS-51 ได้ทำการสร้างพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรมจัดเตรียมไว้ภายในตัวเองแล้วดังนั้นการส่งข้อมูลและการรับข้อมูลแบบอนุกรม สามารถที่จะส่งและรับข้อมูลแบบอนุกรมโดยการเขียนโปรแกรมควบคุม MCS-51

โดยจะรับข้อมูลจากแป้นคีย์บอร์ดแล้วส่งข้อมูลที่ได้รับไปยังพอร์ตอนุกรม เป็นข้อมูล 8 บิท อัตราบอดเท่ากับ 9600 บิทต่อวินาที ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานที่ใช้กับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.3 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับพอร์ตอนุกรม

การรับ-ส่ง ข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

คอมพิวเตอร์ทำการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม ตามมาตรฐาน RS-232 โดยการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูป โดยต่อเข้ากับไอซี Max232 จากวงจรนี้เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลข้อมูลที่อยู่ในรูปของรหัสASCII ไปให้ไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งจะเซตการทำงานให้ทำงานในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ตัวไมโครคอนโทรเลอร์จะทำหน้าที่รับข้อมูล และแปลข้อมูลที่ได้เป็นคำสั่งและไปสั่งงานให้ตัวหุ่นยนต์ทำงานต่อไป

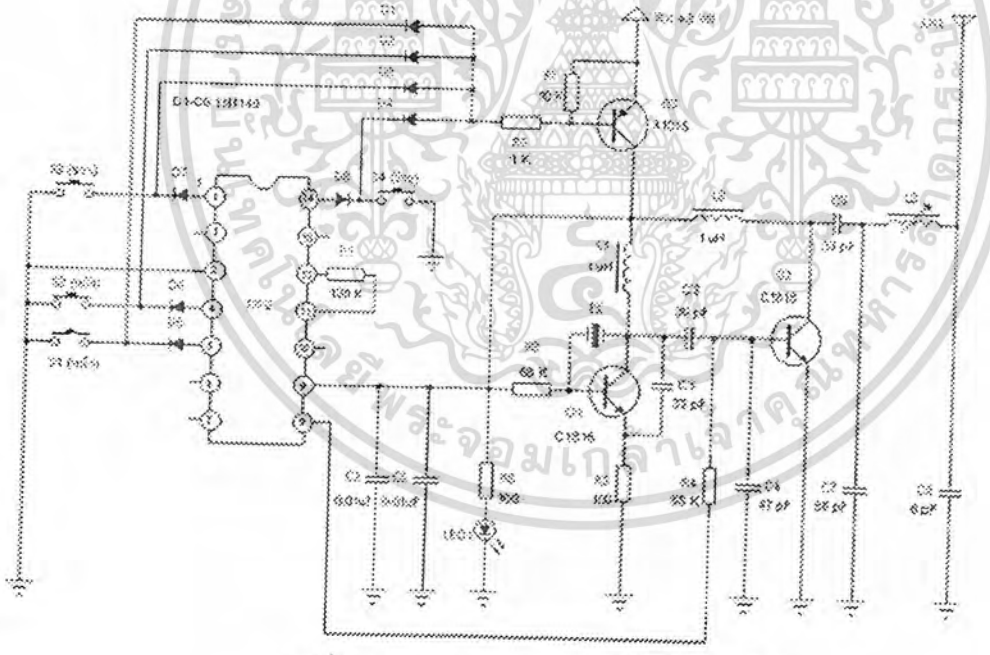
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่สำคัญในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรเลอร์ในโครงงานนี้คือความเร็วของอัตรารับส่งข้อมูลที่จะต้องเท่ากันระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวไมโครคอนโทรเลอร์เนื่องจากการทำงานที่เป็นแบบอะซิงโครนัสจึงต้องกำหนดอัตราความเร็วที่เท่ากัน โดยในโครงงานนี้เราให้ความเร็วที่9600 บิทต่อวินาที ซึ่งเราต้องโปรแกรมลงไปที่ตัวไมโครคอนโทรเลอร์ให้ทำงานที่อัตราความเร็วที่เท่ากันด้วยโดยการกำหนดในส่วนต้นของโปรแกรม

การรับส่งข้อมูลการเคลื่อนที่ระหว่างคอมพิวเตอร์และรถสำรวจ

เราใช้การรับส่งข้อมูลแบบไร้สายโดยใช้วงจรจากรถรับส่งวิทยุที่มีอยู่ในท้องตลาด สามารถควบคุมได้ระยะไกลประมาณ 3-5เมตร โดยเครื่องส่งจะเชื่อมต่ออยู่กับวงจรภาคส่งของคอมพิวเตอร์ ส่วนเครื่องรับจะติดอยู่กับตัวรถสำรวจ

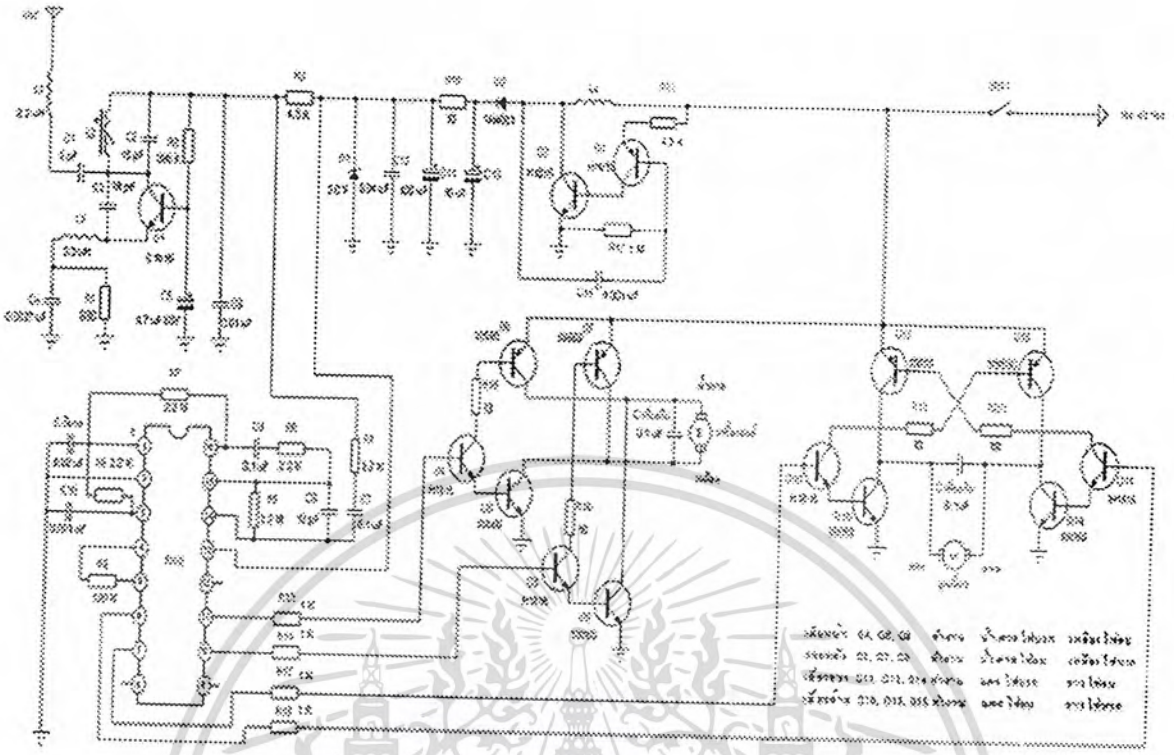
การนำวงจรรถบังคับวิทยุมาใช้นั้นเราสามารถดัดแปลงจากการกดปุ่มควบคุมมาเป็นหารใช้สัญญาณจากไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมแทน โดยสามารถแยกย่อยคำสั่งได้สูงสุด 6 รูปแบบ



รูปที่ 3.4 วงจรส่งของรถบังคับวิทยุที่นำมาใช้

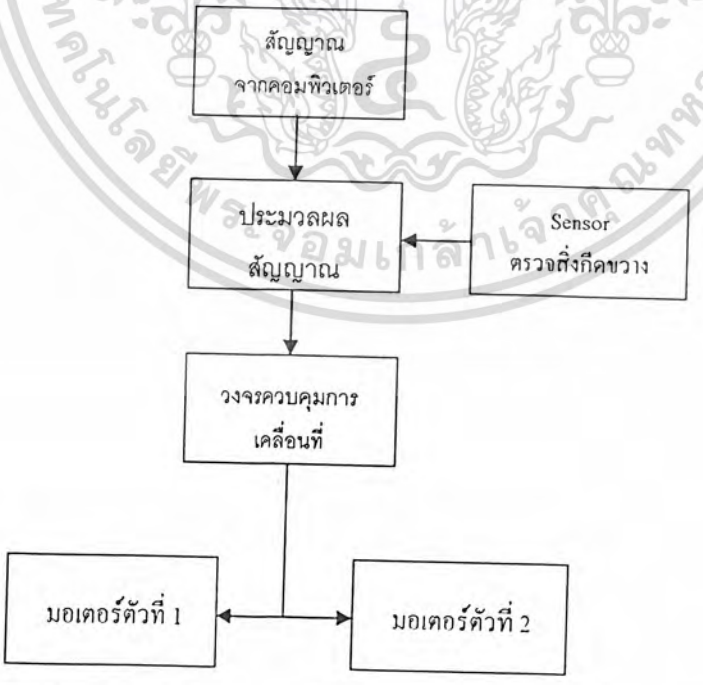
วงจรภาครับของรถสำรวจจะรับค่าคำสั่งการเคลื่อนที่จากภาคส่ง ใน4ทิศทางการเคลื่อนที่คือ หน้า หลัง ซ้าย และขวา โดยแปลงข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล 0 และ1 แล้วประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ติดอยู่กับรถสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรรับของรถบังคับวิทยุที่ใช้

การทำงานของรถสำรวจ



รูปที่ 3.6 ผังการทำงานของวงจรประมวลผลของรถสำรวจ

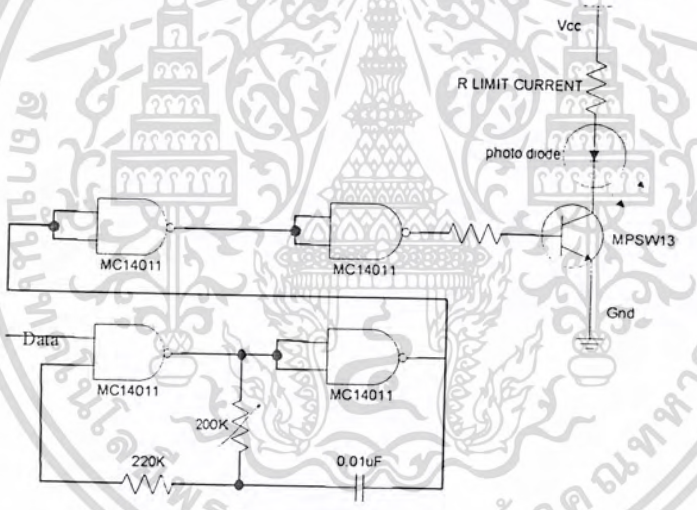
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้รับสัญญาณการควบคุมจากคอมพิวเตอร์แล้ว เราจะนำมาประมวลผลเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ต่างๆของรถโดยในการทำงานนั้นจะทำงานโดยจะประมวลสัญญาณที่ได้เปรียบเทียบกับสัญญาณจากเซนเซอร์ว่าสามารถเคลื่อนที่ไปได้หรือไม่ แล้วจึงทำการควบคุมมอเตอร์ให้เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสมโดยจะมีมอเตอร์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 2 ตัว

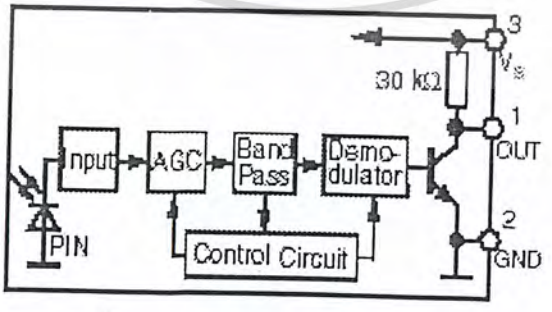
การประมวลผลสัญญาณจะทำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยอาศัยการเขียนโปรแกรมภายในอุปกรณ์เพื่อประมวลผล

วงจรเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง

เนื่องจากในการตรวจจับสิ่งกีดขวางนั้นเราต้องการความไกลในการตรวจจับมากพอสมควรเพื่อป้องกันรถพุ่งเข้าชนสิ่งกีดขวางจึงจำเป็นต้องใช้วงจรเซนเซอร์ตรวจจับที่มีการสร้างความถี่เพื่อทำให้สามารถตรวจจับได้ในระยะไกล ในที่นี้เราใช้วงจรกำเนิดความถี่ 38 กิโลเฮิร์ท และตัวรับความถี่ 38 กิโลเฮิร์ท (TSOP 4838)



รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดความถี่ 38 KHz

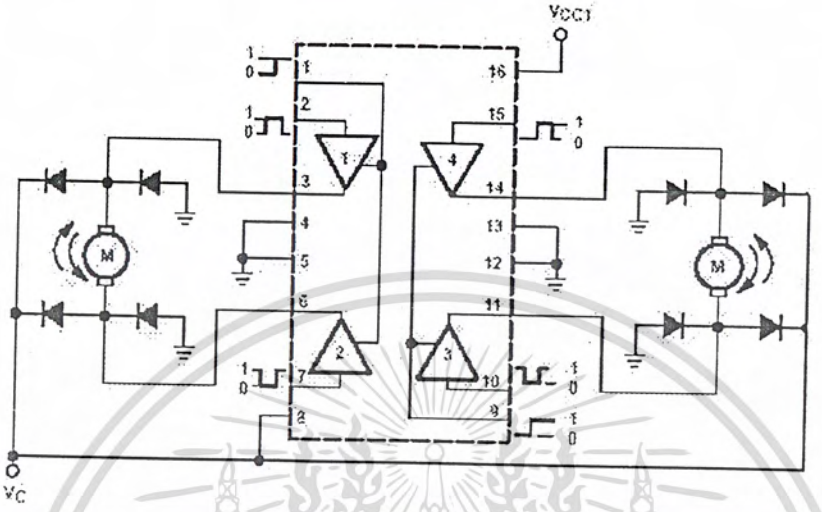


รูปที่ 3.8 อุปกรณ์รับความถี่ 38 KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขับมอเตอร์

เราใช้ไอซีสำเร็จรูปในการขับกระแส (L293) ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์2ทิศทางได้2ตัวพร้อมกัน โดยใช้ลอจิกในการควบคุม



รูปที่ 3.9 วงจรขับมอเตอร์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

การทดลองควบคุมการเคลื่อนที่ของรถผ่านคีย์บอร์ด คอมพิวเตอร์

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบโปรแกรมที่ใช้รับ-ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ผ่านพอร์ตอนุกรมคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดการติดต่อสื่อสาร บอร์ดเรต 9600 บิทต่อวินาที ข้อมูล 8 บิท มีบิทเริ่มต้น 1 บิท

จากโปรแกรม เรากำหนดให้รถสามารถเคลื่อนที่แบบอิสระ หน้า-หลัง-ซ้าย-ขวา โดยมีระบบป้องกันโดยจะมีเซนเซอร์ที่ติดอยู่ด้านหน้าของรถ กรณีที่รถกำลังจะวิ่งชนสิ่งกีดขวางเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางข้างหน้าและจะสั่งให้รถหยุดเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้าเพื่อป้องกันไม่ให้รถชนกับวัตถุกีดขวาง แต่เราสามารถควบคุมรถให้วิ่งถอยหลังได้ เมื่อเซนเซอร์ไม่ตรวจพบสิ่งกีดขวางก็สามารถเคลื่อนที่ได้ตามปกติจนกว่าจะพบสิ่งกีดขวางอีกครั้ง

การทดลองครั้งที่ 1 ควบคุมการเคลื่อนที่แบบปกติ ไม่มีสิ่งกีดขวาง ในพื้นที่เปิดโล่ง

ผลการทดลอง

ระยะทาง	จำนวนคำสั่ง	จำนวนครั้งที่ถูกต้อง	จำนวนครั้งที่ผิดพลาด	% ความผิดพลาด
1 เมตร	100	100	0	0
2 เมตร	100	100	0	0
3 เมตร	100	100	0	0
4 เมตร	100	98	2	2
5 เมตร	100	87	13	13

ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับระยะทางของรถกับเครื่องส่ง ซึ่งจะพบว่าในระยะทางไม่เกิน4เมตร เราสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้อย่างแม่นยำ แต่ถ้าไกลกว่านั้นจะเริ่มเกิดความผิดพลาดขึ้น เพราะกำลังส่งของเครื่องส่งไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 2 ควบคุมการเคลื่อนที่แบบมีสิ่งกีดขวาง

ผลการทดลอง

ระยะทาง	จำนวนคำสั่ง	จำนวนครั้งที่ถูกต้อง	จำนวนครั้งที่ผิดพลาด	% ความผิดพลาด
1 เมตร	100	98	2	2
2 เมตร	100	97	3	3
3 เมตร	100	98	2	2
4 เมตร	100	94	3	3
5 เมตร	100	83	4	4

ในการทดลองนี้เป็นการวัดความผิดพลาดของการทำงานเซนเซอร์ ซึ่งจะพบว่าในระยะทางไม่เกิน4เมตร จะเกิดความผิดพลาดมากขึ้นเนื่องมาจากการทำงานที่ผิดพลาดของเซนเซอร์ที่ไม่สามารถตรวจสอบวัตถุที่กีดขวางได้

การทดลองครั้งที่ 3 การควบคุมแบบอัตโนมัติ

ใช้โปรแกรมที่ออกแบบด้วย Visual Basic ในการประมวลผล โดยจะกำหนดวัตถุจากภาพที่ปรากฏบนหน้าจอ โปรแกรมจะประมวลผลและสั่งควบคุมรถให้ติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อให้จุดพิกัดของวัตถุอยู่ในแนวของกลางจอภาพเสมอ

จากการทดลองพบว่ารถสามารถจับภาพของวัตถุและประมวลผลการเคลื่อนที่ได้ดีในระดับหนึ่ง แต่จะเกิดปัญหาเมื่อสีวัตถุมีความใกล้เคียงกับสิ่งแวดล้อม หรือเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของแสงที่ตกกระทบวัตถุในระดับที่แตกต่างจากเดิมมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5 สรุปและวิจารณ์

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. รถที่เราออกแบบใช้การเคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันทั้ง2ตัวแต่ก็ยังคงมีข้อแตกต่างอยู่บ้าง ทำให้กรณีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและข้างหลังที่มอเตอร์ต้องทำงานพร้อมกันทั้งสองตัวนั้น รถไม่สามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงได้ตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งถ้าต้องการแก้ไขปัญหาส่วนนี้จำเป็นจะต้องออกแบบส่วนควบคุมความเร็วมอเตอร์ หรืออาจจะต้องเปลี่ยนชนิดของมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนแทน เพื่อให้มอเตอร์สามารถเคลื่อนที่ได้พร้อมๆกัน การควบคุมแบบอัตโนมัติ

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากส่วนของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมทำงานผิดพลาดซึ่งจะเกิดจาก2สาเหตุดังนี้

- ปริมาณแสงที่ตกกระทบวัตถุเปลี่ยนไปในปริมาณสูงจะทำให้ค่าข้อมูลสีที่อ่านได้ผิดไปจากค่าข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ ทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมวลผล ซึ่งจะแก้ไขได้ด้วยการสร้างสภาพแวดล้อมของแสงให้อยู่ในระดับคงที่ด้วยการออกแบบวงจรที่คอบควบคุมปริมารแสงที่ตกกระทบวัตถุให้คงที่ เช่นมีปริมาณแสงที่ส่องตกกระทบวัตถุๆอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งอาจจะติดแหล่งกำเนิดแสงนี้ให้ติดอยู่บนตัวรถและคอยส่องไปยังวัตถุเสมอๆ ทำให้ปริมาณแสงไม่เปลี่ยนแปลง

- วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงเกินไป ทำให้รถเคลื่อนที่ตามไม่ทัน ทำให้ประมวลผลไม่ได้เพราะไม่มีภาพของวัตถุที่จะนำมาประมวลผล เราต้องออกแบบให้รถเคลื่อนที่ได้ละเอียดมากขึ้นและทำงานด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วในการประมวลผล และความสามารถของรถที่จะตอบสนองต่อการควบคุม

สรุป

โครงงานนี้เป็นการสร้างรถต้นแบบที่ทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุโดยทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำงานได้ดี แต่ยังคงมีข้อจำกัดหลายๆด้าน ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเพื่อสร้างให้มีคุณภาพดีขึ้น สามารถรับส่งได้ในระยะไกลมากขึ้น การทำงานแบบอัตโนมัติมีข้อจำกัดที่น้อยลง ซึ่งรายละเอียดและปัญหาที่พบพร้อมทั้งวิธีแก้ไขได้ถูกนำเสนอไปแล้ว และสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานชิ้นนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม From1

```
Dim cl1 As Long
Dim auto1 As Boolean
Dim auto2 As Boolean
Dim method As Boolean
Dim x0 As Single
Dim y0 As Single
Dim xx As Single
Dim yy As Single
Dim mov As Boolean
Dim mark As Boolean
Dim pox As Integer
Dim poy As Integer

---

Private Sub Capture_Click()
  Timer1.Enabled = True
End Sub

---

Private Sub Close_Click()
VideoOCX1.Stop
 VideoOCX1.Close
 Frame5.Enabled = False
End Sub

---

Private Sub Command1_Click()
Timer1.Enabled = False
Mode.Text = "Now Stoping"
End Sub

---
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Command2_Click()
auto2 = True
Timer2.Enabled = True
Mode.Text = "Auto"
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
Command6.Enabled = True
Form2.Show
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
End
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()
auto2 = False
auto1 = False
Timer2.Enabled = False
Mode.Text = "Manual"
End Sub
```

```
Private Sub Command6_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
  Case up
    Text1.Text = "Forward"
    MSComm1.Output = "w"
  Case down
    Text1.Text = "Backward"
    MSComm1.Output = "s"
  Case leftt
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Text1.Text = "Left"
        MSComm1.Output = "a"
    Case right
        Text1.Text = "Right"
        MSComm1.Output = "d"
    Case Else
    End Select
End Sub
```

```
Private Sub Command6_KeyUp(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Text1.Text = "Stop"
MSComm1.Output = " "
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
MSComm1.CommPort = 1
MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
MSComm1.PortOpen = True
auto1 = False
auto2 = False
mark = False
pox = 160
poy = 120
End Sub
```

```
Private Sub HScroll1_Change()
th = HScroll1.Value
Text2.Text = th
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub HScroll2_Change()
pox = HScroll2.Value
End Sub

---

Private Sub HScroll3_Change()
poy = HScroll3.Value
End Sub

---

Private Sub Init_Click()
' Init VideoOCX Control, allocate memory and start grabbing
  ' Only if not running...
  If (Not Timer1.Enabled) Then
    ' Disable internal error messages in VideoOCX
    VideoOCX1.SetErrorMessages False
    ' Init control
    If (Not VideoOCX1.Init) Then
      ' Init failed. Display error message and end sub
      MsgBox VideoOCX1.GetLastErrorString, vbOKOnly, "VideoOCX Error"
      End
    End If
    ' Allocate memory for global image handle
    capture_image = VideoOCX1.GetGrayImageHandle
    helper_image = VideoOCX1.GetGrayImageHandle
    result_image = VideoOCX1.GetGrayImageHandle
    color_image = VideoOCX1.GetColorImageHandle
    VideoOCX1.SetPreview (True)
    VideoOCX1.Start
    Frame5.Enabled = True
  End If
End Sub

---
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Option1_Click()
Capture.Enabled = True
method = False
End Sub
```

```
Private Sub Option2_Click()
Capture.Enabled = True
method = True
End Sub
```

```
Private Sub Picture1_Click()
auto1 = True
mark = True
End Sub
```

```
Private Sub Picture1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
cl1 = Picture1.Point(x, y)
x0 = x
y0 = y
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()
Dim pxx As Long
Dim pyy As Long
Dim ppx As Long
Dim ppy As Long
Dim cl3 As Long, cl4 As Double
Dim px As Integer
Dim py As Integer
Dim i As Integer
Dim j As Integer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim imagetoshow As Long
Dim x1 As Long, x2 As Long, y1 As Long, y2 As Long
Dim step As Boolean
   step = True
   mov = True
   If method = True Then
      If (VideoOCX1.Capture(capture_image)) Then
         If (VideoOCXTools1.Threshold(capture_image, th, result_image)) Then
         imagetoshow = result_image
         End If
      End If
   ElseIf method = False Then
   If (VideoOCX1.Capture(color_image)) Then
   imagetoshow = color_image
   End If
   End If
     'show position
     If mark = True Then
        xx = x0
        yy = y0
        mark = False
     End If
If (auto1 And auto2) Then
cl3 = (cl1 * 60) \ 100
cl4 = (cl1 * 120) \ 100
cout = 0
For j = yy To 0 Step -1
     If Not ((cl3 <= Picture1.Point(xx, j)) And (cl4 >= Picture1.Point(xx, j))) Then
        cout = cout + 1
        If cout = 3 Then
        Exit For
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            End If
        Else
            cout = 0
        End If
    Next j
    y1 = j + 3
    cout = 0
    For j = yy To Picture1.ScaleHeight Step 1
    If Not ((cl3 <= Picture1.Point(xx, j)) And (cl4 >= Picture1.Point(xx, j))) Then
            cout = cout + 1
            If cout = 3 Then
            Exit For
            End If
        Else
            cout = 0
        End If
    Next j
    y2 = j - 3
    yy = (y1 + y2) \ 2
    cout = 0
    For i = xx To 0 Step -1
        If Not ((cl3 <= Picture1.Point(i, yy)) And (cl4 >= Picture1.Point(i, yy))) Then
            cout = cout + 1
            If cout = 3 Then
            Exit For
            End If
        Else
            cout = 0
        End If
    Next i
    x1 = i + 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cout = 0
For i = xx To Picture1.ScaleWidth Step 1
If Not ((cl3 <= Picture1.Point(i, yy)) And (cl4 >= Picture1.Point(i, yy))) Then
        cout = cout + 1
        If cout = 3 Then
        Exit For
        End If
    Else
        cout = 0
    End If
Next i
x2 = i - 3
xx = (x1 + x2) \ 2

cout = 0
For j = yy To 0 Step -1
    If Not ((cl3 <= Picture1.Point(xx, j)) And (cl4 >= Picture1.Point(xx, j))) Then
        cout = cout + 1
        If cout = 3 Then
        Exit For
        End If
    Else
        cout = 0
    End If
Next j
y1 = j + 3
cout = 0
For j = yy To Picture1.ScaleHeight Step 1
If Not ((cl3 <= Picture1.Point(xx, j)) And (cl4 >= Picture1.Point(xx, j))) Then
        cout = cout + 1
        If cout = 3 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Exit For
            End If
        Else
            cout = 0
        End If
    Next j
    y2 = j - 3
    yy = (y1 + y2) \ 2
    cout = 0
    For i = xx To 0 Step -1
        If Not ((cl3 <= Picture1.Point(i, yy)) And (cl4 >= Picture1.Point(i, yy))) Then
            cout = cout + 1
            If cout = 3 Then
            Exit For
            End If
        Else
            cout = 0
        End If
    Next i
    x1 = i + 3
    cout = 0
    For i = xx To Picture1.ScaleWidth Step 1
    If Not ((cl3 <= Picture1.Point(i, yy)) And (cl4 >= Picture1.Point(i, yy))) Then
            cout = cout + 1
            If cout = 3 Then
            Exit For
            End If
        Else
            cout = 0
        End If
    Next i
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x2 = i - 3
xx = (x1 + x2) \ 2

px = 0
py = 0
ppy = 0
ppx = 0
For j = y1 To y2 Step 5
   For i = x1 To x2 Step 5
      If (cl3 <= Picture1.Point(i, j)) And (cl4 >= Picture1.Point(i, j)) Then
      px = px + 1
      ppx = ppx + i
      py = py + 1
      ppy = ppy + j
      End If
   Next i
Next j

If (px = 0) Or (py = 0) Then
pxx = xx
pyy = yy
mov = False
Else
pxx = ppx \ px
pyy = ppy \ py
xx = pxx
yy = pyy
mov = True
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If mov = False Then
   MSComm1.Output = " "
   Text1.Text = "Target Not Found"
Else
If (pxx < (pox - 50)) Or (pxx > (pox + 50)) Then
If pxx > pox Then
   MSComm1.Output = "d"
   Text1.Text = "Right"
   Else
   If pxx < pox Then
   MSComm1.Output = "a"
   Text1.Text = "Left"
   End If
End If
step = False
End If
If step = True Then
If (pyy < (poy - 30)) Or (pyy > (poy + 30)) Then
If pyy < poy Then
 MSComm1.Output = "s"
 Text1.Text = "Backward"
 Else
 If pyy > poy Then
 MSComm1.Output = "w"
 Text1.Text = "Forward"
 End If
End If
Else
   MSComm1.Output = " "
   Text1.Text = "Stop"
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End If
End If
VideoOCXTools1.DrawLine imagetoshow, xx, y1, xx, y2, 255, 0, 0
VideoOCXTools1.DrawLine imagetoshow, x1, yy, x2, yy, 255, 0, 0
End If
VideoOCXTools1.DrawCrosshair imagetoshow, pox, poy, 255, 0, 0
Picture1 = VideoOCX1.ToPicture(imagetoshow)
End Sub
```

```
Private Sub Timer2_Timer()
MSComm1.Output = " "
End Sub
```

```
Private Sub VideoOCX1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Form2

```
Private Sub Command1_Click()
Form2.Hide
End Sub
```

```
Private Sub Frame1_DragDrop(Source As Control, X As Single, Y As Single)
End Sub
```

```
Private Sub Text1_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
up = KeyCode
End Sub
```

```
Private Sub Text2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
down = KeyCode
End Sub
```

```
Private Sub Text3_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
lefft = KeyCode
End Sub
```

```
Private Sub Text4_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Right = KeyCode
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

อาจารย์ ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว(อาจารย์ที่ปรึกษา) และอาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่ให้การอุปการะในการให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับโครงงานในครั้งนี้ และให้ยืมใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการทดลอง และสั่งสอนให้ความรู้จนสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการทำโครงงานครั้งนี้

ชุมนุมวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. ที่ให้สถานที่ในการทำโครงงานครั้งนี้ และสต๊าฟชุมนุมทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน

คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้เป็นห่วง และให้กำลังใจพวกเราพวกเราเสมอมา ทั้งในด้านการทำงานและการเรียน จนกระทั่งเราสามารถจบการศึกษาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้