สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถขับเคลื่อนอัตโนมัติ

Automatic Vehicle

โดย

นายมนูญ สันถวะคุปต์ เลขประจำตัว 40010587
นายมานะ รวมกิจธรรม เลขประจำตัว 40010597

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42753
วัน, เดือน, ปี 7 มิ.ย. 2545

.b.....
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถขับเคลื่อนอัตโนมัติ

Automatic Vehicle

โดย

นายมนูญ สันถวะคุปต์ เลขประจำตัว 40010587

นายมานะ รวมกิจธรรม เลขประจำตัว 40010597

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์

รายงานสำหรับวิชา โครงงาน 2

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถขับเคลื่อนอัตโนมัติ

AUTOMATIC VEHICLE

นายมนูญ สันถวะคุปต์ 40010587

นายมานะ รวมกิจธรรม 40010597

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงาน ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ 1. นายมนูญ สันถวะคุปต์

2. นายมานะ รวมกิจธรรม

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถขับเคลื่อนอัตโนมัติ

นายมนูญ สันถวะคุปต์ 40010587
นายมานะ รวมกิจธรรม 40010597
ผศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการควบคุมการขับเคลื่อนของรถโดยอัตโนมัติ และสามารถวิ่งตามเส้นทางถนนที่มีเลนสีขาวได้อย่างถูกต้อง โดยใช้วิธีการนำภาพจากกล้องวิดีโอที่ติดตั้งอยู่ที่หน้ารถมาทำการประมวลผลถึงเส้นทางที่รถกำลังจะขับเคลื่อนผ่าน แล้วทำการควบคุมการขับเคลื่อนของล้อให้สามารถขับเคลื่อนไปได้อย่างถูกต้องโดยอัตโนมัติ เช่น ถนนข้างหน้าเป็นทางโค้ง รับภาพจากกล้องมาทำการประมวลผลเพื่อทำการควบคุมการขับเคลื่อนของรถให้เลี้ยวโค้งตามทางได้โดยอัตโนมัติ โดยโครงงานนี้ได้สร้างให้สามารถเลือกการควบคุมการขับเคลื่อนของทิศทางรถได้ตามต้องการของผู้บังคับเองก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic Vehicle

Mr.Manoon Santawakoop 40010587

Mr.Mana Ruamkittham 40010597

Assist.Prof.Dr. Surapan Airphaiboon (Adviser)

2nd Semester, 2000

Abstract

This project is automatic vehicle. Which can run follow the route of white lane correctly and automatically. By using picture from CCD camera that is on the vehicle, process the route and control wheels' movement. Such as bend road detection, the vehicle can control the movement follow bend road correctly and automatically by itself. Not only the automatic control mode, but it can control the vehicle with manual control mode by yourself.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 การหาขอบเขตของถนน	2
1.3 การประมวลผลภาพจากตำแหน่งเลนถนน	2
บทที่ 2 ระบบการรับและแสดงภาพ	3
2.1 หลักการพื้นฐานของกล้องโทรทัศน์	4
2.1.1 ตัวรับภาพแบบมอส (MOS Image Sensor	9
2.1.2 ประโยชน์และคุณภาพของกล้อง CCD	10
2.2 การนำแสดงภาพออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์	10
2.2.1ComponentโปรแกรมDelphiที่ใช้ในโครงงาน	10
บทที่ 3 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่	11
3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทางเชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel Port	11
3.1.1 เหตุผลที่เลือกใช้งานพอร์ตขนาน	12
3.1.2 ลักษณะทางกายภาพของพอร์ตขนาน	13
3.1.3 ตำแหน่งขาและหน้าที่ในการทำงานของพอร์ตขนาน	14
3.2 การเชื่อมต่อพอร์ตขนานเพื่อใช้ทำการควบคุมรถ	15
3.2.1 การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก(DAC)	15
3.2.2 การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำการควบคุมสเตปมอเตอร์ต่อ	16
3.2.3 การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานออกแล้วให้ทำการขับสเตปมอเตอร์โดยตรง	16
3.3 ส่วนประกอบภายในเซอร์โว	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.4 เครื่องรับ-ส่ง สัญญาณวิทยุบังคับ (Receiver and Transmitter) 20

3.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 21

3.5.1 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 21

3.5.2 การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 23

3.5.3 การควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 24

บทที่ 4 ระบบการประมวลผลภาพ 27

บทที่ 5 ขั้นตอนการสร้างโครงงาน 34

5.1 ขั้นตอนการสร้างระบบกลไกของรถ 34

5.2 ขั้นตอนการสร้างระบบควบคุม 35

5.2.1 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุม การเคลื่อนที่ของรถ 35

5.3 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม 40

บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง 41

6.1 การทดลองที่ 1 เรื่องการหาจำนวนสเต็ปที่ใช้หมุนโวลุ่ม 41

6.1.1 จำนวนสเต็ปที่ใช้หมุนโวลุ่มให้เลี้ยวขวา 41

6.1.2 จำนวนสเต็ปที่ใช้หมุนโวลุ่มให้เลี้ยวซ้าย 42

6.1.3 จำนวนสเต็ปที่หมุนควบคุมการวิ่งและหยุดของรถ 42

6.2 การทดลองที่ 2 เรื่องการรับภาพ การประมวลผลภาพ และการส่งค่าควบคุม 43

6.3 การทดลองที่ 3 เรื่องการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม กับการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์เพื่อควบคุมทิศทาง 46

บทที่ 7 บทสรุป 48

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 บล๊อกไดอะแกรมแสดงองค์ประกอบของระบบ	2
รูปที่ 1.2 (ก) ภาพเลนถนนที่ทำการตรวจจับ	2
รูปที่ 1.2 (ข) ภาพเลนถนนที่ผ่านการเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำเพื่อการประมวล	2
รูปที่ 2.1(ก) กล้องโทรทัศน์ CCD ขนาดต่างๆ	3
รูปที่ 2.1(ข) ส่วนรับภาพและพิคเจอร์อิลีเมนต์	3
รูปที่ 2.2 ภายใน CCD พิกเจอร์อิลีเมนต์จะมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นและถ่ายเทไปทาง OFD	5
รูปที่ 2.3 ทิศทางการถ่ายเทของอิเล็กตรอนใน OFD หรือ Overflow Drain	5
รูปที่ 2.4 การถ่ายเทอิเล็กตรอนโดยผ่านทางรีจีสเตอร์ในแนวตั้งและรีจีสเตอร์ในแนวระดับ	7
รูปที่ 2.5 การถ่ายเทอิเล็กตรอนจะทำให้เกิดมีอิเล็กตรอนสูญเสีย	7
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ CCD แบบเฟรมทรานสฟอร์ม	7
รูปที่ 2.7โครงสร้างของตัวรับแบบMOS	8
รูปที่ 2.8 เทคโนโลยีชดเชย Original Spatial Effect ของโซนี่	7
รูปที่ 2.9 ลำดับการรับและแสดงภาพ	10
รูปที่ 2.10 แสดงรูป Component ต่างๆที่ใช้ในโครงงานนี้	10
รูปที่ 3.1 ลำดับการควบคุมการเคลื่อนที่	11
รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งขาภายในพอร์ตขนาน	14
รูปที่ 3.3 แสดงชุดรับ-ส่ง สัญญาณวิทยุบังคับ และเซอร์โวที่ทำการขับเคลื่อน	16
รูปที่ 3.4 Futaba S-148	17
รูปที่ 3.5 ความกว้างของพัลส์ที่มีผลต่อค่ามุมที่เปลี่ยนไป	18
รูปที่ 3.6 แสดงชุดเฟืองทดรอบภายในเซอร์โว	19
รูปที่ 3.7 ส่วนประกอบรวมภายในเซอร์โว	19
รูปที่ 3.8 วงจรควบคุม(ซ้าย)คือต้นแบบและ(ขวา)คือหลังการปรับปรุงแก้ไขจากต้นแบบ เพื่อปรับแต่งรอบความเร็วเซอร์โว	19
รูปที่ 3.9 (ก) แสดงชุดรับสัญญาณวิทยุควบคุมเซอร์โว 4 ช่องสัญญาณของFUTABA	20
รูปที่ 3.9 (ข) แสดงชุดส่งสัญญาณวิทยุควบคุม	20
รูปที่ 3.10 แสดงรูปร่างหน้าตาของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดต่างๆ	22
รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.12 แสดงทิศทางการหมุนโรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 25
รูปที่ 4.1 แสดงวิธีการกรองระดับภาพ (Filter Image) 27
รูปที่ 4.2 แสดงรูปการแบ่งส่วนของการตรวจสอบภาพที่ได้รับมา 28
รูปที่ 4.3 แสดงFlow Chart การทำงานของโปรแกรม Delphi 31
รูปที่ 4.3 (ต่อ)แสดงFlow Chart การทำงานของโปรแกรม Delphi 32
รูปที่ 4.3 (ต่อ)แสดงFlow Chart การทำงานของโปรแกรม Delphi 33
รูปที่ 5.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมลำดับการสร้างโครงงาน 34
รูปที่ 5.2 แสดงระบบกลไกของรถ 34
รูปที่ 5.3 แสดงตำแหน่งขากลางของตัวต้านทานปรับค่าได้ที่ถูกควบคุมด้วยแรงดันจาก DAC 35
รูปที่ 5.4 แสดง Flow Chart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 36
รูปที่ 5.5 แสดงวงจรจ่ายไฟเลี้ยงและวงจรขับมอเตอร์กระแสตรงแบบ PWM 37
รูปที่ 5.6 แสดงวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกและวงจรแสดงผลข้อมูล 8 บิต 38
รูปที่ 5.7 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม
การหมุนสเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับ 39
รูปที่ 6.1 แสดงรายละเอียดออปเจคโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้น 43
รูปที่ 6.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อพบถนนโค้งขวา 44
รูปที่ 6.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อพบถนนโค้งซ้าย 44
รูปที่ 6.4 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อพบถนนทางตรง 45
รูปที่ 6.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อไม่พบขอบถนน 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 สัญญาณสำคัญของพอร์ตขนานที่ใช้ติดต่อกับเครื่องพิมพ์ 13
ตารางที่ 3.2 แสดงสัญญาณทั้งหมดที่อยู่บนพอร์ตขนาน 14
ตารางที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบเวฟ 24
ตารางที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส 26
ตารางที่ 6.1 แสดงผลการตรวจสอบลักษณะถนน 46
ตารางที่ 6.2 แสดงผลการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 46
ตารางที่ 6.3 แสดงผลการทดลองควบคุมการขับเคลื่อนอัตโนมัติ 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

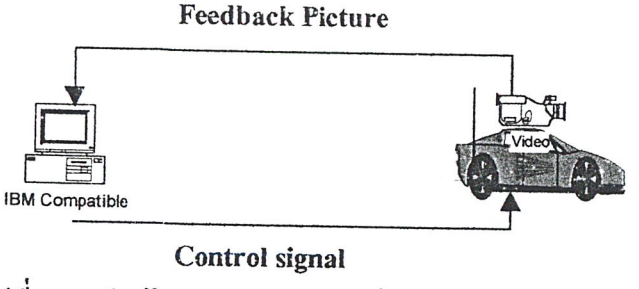
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

จากที่ได้มีการวิจัยทางด้านระบบการประมวลผลภาพหรือที่เรียกกันว่า (Image processing) กันค่อนข้างมากในปัจจุบันทำให้เราสามารถนำประโยชน์ที่ได้รับจากความรู้นี้ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีแนวความคิดที่จะสร้างเป็นโครงงานสำหรับการขับเคลื่อนยานพาหนะแบบอัตโนมัติ ซึ่งในต่างประเทศนั้นได้มีการคิดค้นและสร้างใช้งานกันแล้วแต่สำหรับในเมืองไทยยังมีการวิจัยงานทางด้านนี้ไม่มากนัก จึงเล็งเห็นความสำคัญถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านนี้ที่พัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง จึงควรให้ความสำคัญต่องานวิจัยด้านนี้ โดยที่องค์ประกอบหลักของโครงงานนี้จะประกอบด้วยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาทำการควบคุม-สั่งงานรถให้วิ่งไปตามถนนอย่างถูกต้อง โดยเราจะนำภาพของสภาพท้องถนนที่มีเลนถนน มาทำการประมวลผล ซึ่งสัญญาณภาพที่ได้มานี้จะได้รับมาจากกล้องดิจิตอลไร้สาย นำสัญญาณภาพที่ได้มาแสดงภาพที่เครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วทำการประมวลผลภาพเพื่อที่จะได้สามารถให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการควบคุมการขับเคลื่อนรถ ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องสร้างโปรแกรมการประมวลผลเพื่อให้ควบคุมการทำงานของรถให้ได้ถูกต้อง โดยโครงงานนี้ได้กำหนดรูปแบบการทำการควบคุมเป็น 2 แบบ คือ แบบการควบคุมขับเคลื่อนรถอัตโนมัติ (Automatic Control) และการควบคุมผ่านผู้ควบคุมเอง (Manual Control) อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความไวในการประมวลผลที่สูงมากพอ เพื่อให้การตอบสนองต่อการทำงานเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ทันต่อสภาพการเคลื่อนที่ของรถ ดังนั้นจึงต้องทำการสร้างโครงงานเป็นส่วนๆดังต่อไปนี้

1) การสร้างโปรแกรมที่ใช้ในการรับสัญญาณภาพ ที่ได้มาจากกล้องดิจิตอลไร้สาย นำมาแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์(โปรแกรมส่วนที่ทำการรับภาพจะนำมาใช้ในการประมวลผลภาพต่อไป)
2) การสร้างโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลภาพที่ได้รับมาแล้วทำการส่งค่าข้อมูล เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของรถผ่านทางพอร์ตขนาน (Parallel Port) ซึ่งข้อมูลที่ส่งออกมาจากพอร์ตขนานนั้นจะเป็นตัวกำหนดการทำงานของรถต่อไปตามต้องการ
3) การสร้างวงจรที่ทำการรับค่าข้อมูลที่ส่งออกมาจากพอร์ตขนาน แล้วควบคุมวิทยุควบคุมรถ เพื่อสั่งงานให้รถเคลื่อนที่ไปตามต้องการ
4) การสร้างระบบกลไกภายในรถ หลังจากที่ได้รับสัญญาณวิทยุควบคุม เพื่อให้รถทำงานสอดคล้องกับสัญญาณที่ได้รับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบในส่วนต่างๆ ของระบบที่สร้างขึ้น สามารถแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้

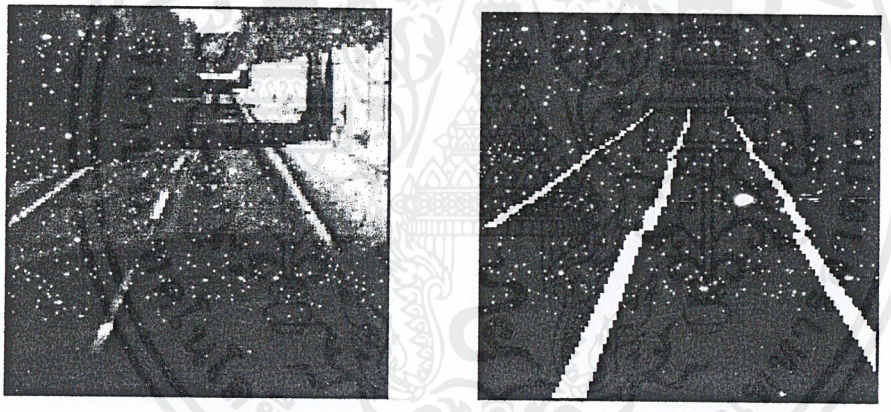


รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงองค์ประกอบของระบบ

1.2 การหาขอบเขตของถนน

ขั้นตอนในการหาขอบเขตถนน นั้นเริ่มต้นด้วยการรับภาพเลนถนนซึ่งเป็นภาพสี เข้ามาสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แล้วทำการประมวลผลภาพเพื่อทำการหาตำแหน่งขอบของเลนถนนจะได้ใช้ในการกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่ของรถต่อไป

คอมพิวเตอร์



(ก) (ข)

รูปที่ 1.2 (ก) ภาพเลนถนนที่ทำการตรวจจับ
(ข) ภาพเลนถนนที่ผ่านการเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำเพื่อการประมวล

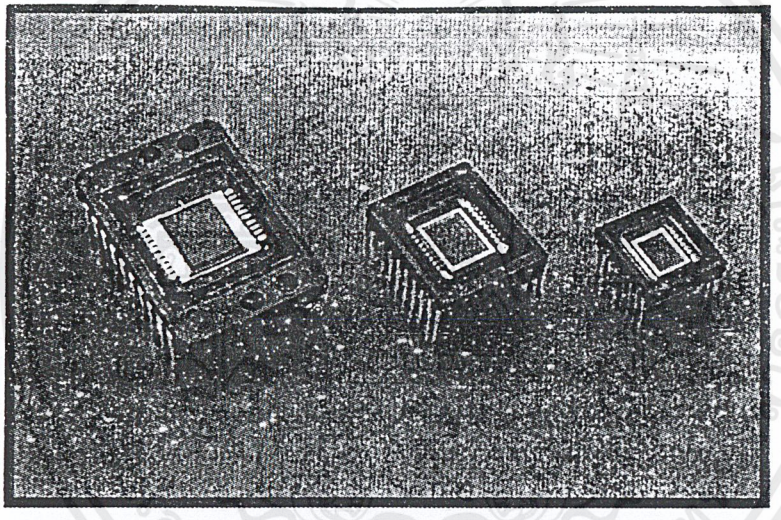
1.3 การประมวลผลภาพจากตำแหน่งเลนถนน

หลังจากที่เราได้ขอบเลนถนนแล้วเราสามารถทำการประมวลผลภาพ เพื่อใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของรถได้ แต่เราจะพบว่ามีบางปัจจัยที่มีผลกระทบและรบกวนต่อภาพเลนถนนที่รับได้มา เช่น ปริมาณแสงสว่าง เงามืด และวัตถุอื่นๆ จึงต้องทำการพัฒนาระบบที่จะหาตำแหน่งของเลนถนนที่สภาวะต่างกันให้ได้

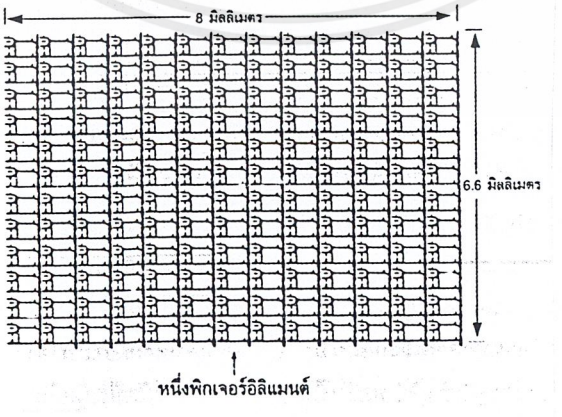
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ระบบการรับและแสดงภาพ

ในส่วนประกอบของระบบการรับและแสดงภาพนั้น สิ่งที่ขาดเสียไม่ได้นั่นคือ กล้องโทร-ทัศน์ดิจิตอล และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลภาพ ดังนั้น จึงควรทำความเข้าใจกับหลักการพื้นฐานของกล้องโทรทัศน์ดิจิตอล (Charge Coupled Device หรือเรียกสั้นๆว่า CCD) ส่วนในการนำสัญญาณภาพโทรทัศน์จากกล้องดิจิตอล มาแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์นั้น ต้องอาศัยซอฟแวร์ในการ Interface สัญญาณจากกล้องให้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้แล้วจึงนำภาพมาแสดงได้ ดังนั้น หลักการพื้นฐานของระบบรับและแสดงภาพสามารถที่จะแบ่งได้เป็นสองอย่าง คือ การทำงานของกล้องโทรทัศน์ดิจิตอล และ การทำงานทางซอฟแวร์ที่ใช้แสดงผลภาพโทรทัศน์



รูปที่ 2.1 (ก) กล้องโทรทัศน์ CCD ขนาดต่างๆ



รูปที่ 2.1 (ข) ส่วนรับภาพและพิคเจอร์อิลีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

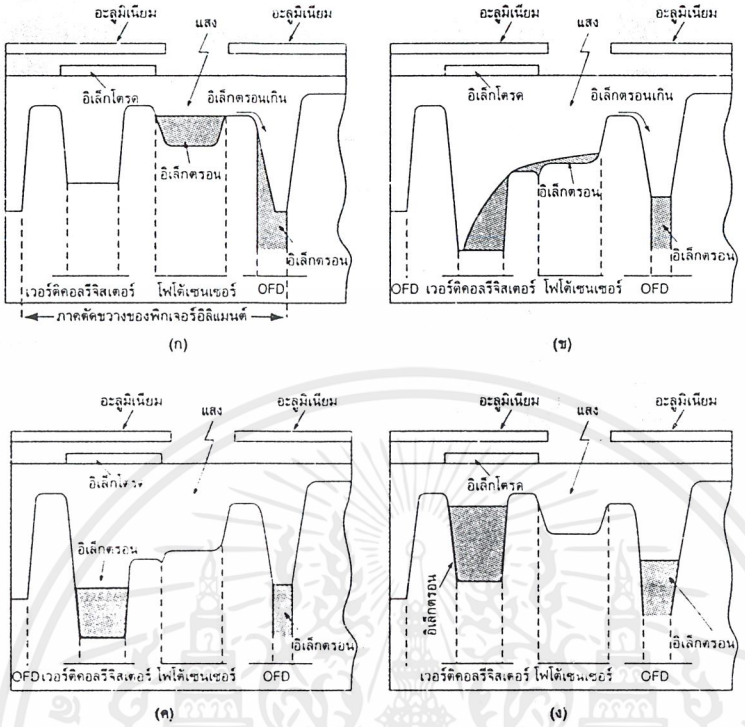
2.1 หลักการพื้นฐานของกล้องโทรทัศน์

CCD หรืออุปกรณ์ Charge Couple Device ก็คือ VLSI (Very Large Scale IC) ที่บรรจุด้วยจุดรับภาพมากกว่า 250,000 จุด อยู่บนแผ่นตรวจจับแสงในพื้นที่ขนาดเล็กเพียง 8.8x6.6 มิลลิเมตร เป็นผลจากการพัฒนาของเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ CCDจะให้อิเล็กตรอนเมื่อมีแสงสว่างตกกระทบตัวมัน ปริมาณอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงเนสัดส่วนกับความเข้มของแสงที่ได้รับ โดยแบ่งการทำงานภายใน CCD เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

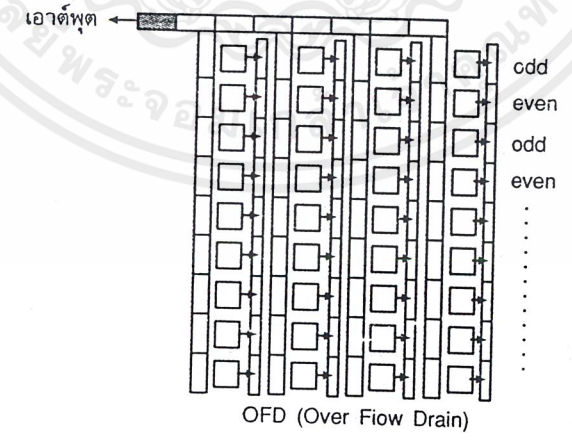
- **กำเนิดอิเล็กตรอนจากแสงที่ได้รับ (Detect incident light)** จุดรับภาพแต่ละจุดจะให้กำเนิดอิเล็กตรอนตามความเข้มของแสงที่ได้รับซิลค์อะลูมิเนียมของจุดรับภาพ ตามรูปที่ 2.2 จะทำหน้าที่บังแสงไม่ให้ตกไปยังส่วนอื่นๆ ยกเว้นบริเวณตัวตรวจจับแสง
- **เก็บรักษาอิเล็กตรอน (Store induced charge)** ค่าความต่างศักย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 จะอยู่ภายในของจุดรับภาพแต่ละจุด อิเล็กตรอนที่ถูกเก็บอยู่ในตัวจับแสงจำนวนมากจะไหลลงสู่ OFD (Over Flow Drain) และขจัดปัญหาการเกิดหางของภาพ (Becoming) ซึ่งเกิดขึ้นเสมอสำหรับกล้องชนิดหลอด ด้วยวิธีนี้จะสามารถรักษาระดับสูงสุดของจำนวนอิเล็กตรอนให้คงที่แม้ว่าจะมีแสงสว่างมากเกินไป
- **ถ่ายเทอิเล็กตรอน** ขณะที่มีแรงดันป้อนให้กับอิเล็กโตรดของจุดรับภาพส่วนลึกของแต่ละแรงดันภายใต้อิเล็กโตรดจะเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนที่ถูกเก็บไว้จะเริ่มถ่ายเทลงมาให้กับรีจีสเตอร์ในแนวตั้ง (Vertical Register) ดังรูปที่ 2.2(ก) ซึ่งเปรียบเสมือนประตูเขื่อนถูกเปิดออก ขณะที่อิเล็กตรอนถูกถ่ายทอดออกหมดแล้ว ความต่างศักย์ที่ป้อนให้กับอิเล็กโตรดจะหยุดด้วยดังแสดงในรูปที่ 2.2(ค) นั่นคือความลึกของแต่ละแรงดันจะลดน้อยลงและกลับคืนค่ามาเหมือนเดิม การถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโฟโตเซ็นเซอร์ไปสู่รีจิสเตอร์ในแนวตั้งได้สิ้นสุดลง ในระหว่างการถ่ายเทอิเล็ก-ตรอนภายในอยู่ จะยังไม่มีการกำเนิดอิเล็กตรอนใหม่ ถึงแม้ว่าตัวตรวจจับแสงกำลังรับแสงอยู่ก็ตาม เป็นเพราะว่าความเร็วในการถ่ายเทนั้นสูงกว่าการเกิดอิเล็กตรอน การถ่ายเทอิเล็กตรอนของ CCD นี้สามารถตัดปัญหาการเผาไหม้และภาพที่มีลักษณะเป็นดาวหางได้

ทั้ง 3 ขั้นตอนนั้นเป็นหลักการทำงานพื้นฐานของตัวรับตัวรับภาพแบบ CCD (CCD Image sensor) คือขั้นตอนแรกรับแสงและกำเนิดอิเล็กตรอนและเก็บมันเอาไว้ และขั้นตอนสุดท้ายอิเล็ก-ตรอนที่ถูกเก็บไว้นั้นจะถูกถ่ายเทผ่านรีจีสเตอร์ในแนวตั้ง (Vertical Shift Register) และรีจีสเตอร์ในแนวระดับ (Horizontal Shift Register) แล้วส่งไปวงจรเอาท์พุทที่เรียกว่า อินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ซีซีดี อิเมจเซนเซอร์ (Interline Transfer CCD Image Sensor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ภายใน CCD พิกเจอร์อิลีเมนต์จะมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นและถ่ายเทไปทาง OFD



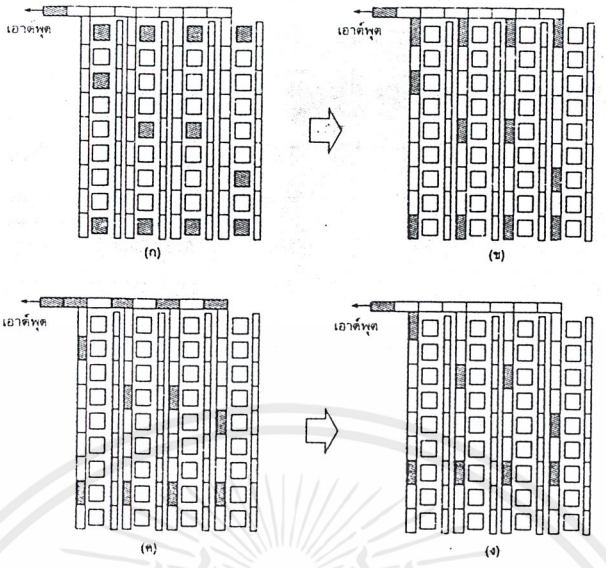
รูปที่ 2.3 ทิศทางการถ่ายเทของอิเล็กตรอนใน OFD หรือ Overflow Drain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัทโซนี่ได้ทำการอินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ให้กับตัวรับภาพ CCD รูปที่ 2.5 แสดงภาพโครงสร้างของอินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ CCD อิเมจเซ็นเซอร์ เพื่อให้เห็นการฉายแสงลงบนพื้นที่CCD นั้นเหมือนกับปรากฏบนจอมอนิเตอร์ จากรูปรีจีสเตอร์ในแนวตั้งและ OFD ได้เชื่อมต่อประสานกับรีจีสเตอร์ในแนวระดับ ข้อพิเศษทางเทคนิคของโครงสร้าง CCD แบบนี้ ก็คือลดอาการของภาพที่มีสีเลอะ (Smear) หรือเป็นหิมะที่เกิดขึ้นถูกถ่ายเทไปยังรีจีสเตอร์ซึ่งเวอร์ติคอลชีฟต์รีจีสเตอร์และฮอริซอนตอลชีฟรีจีสเตอร์เหมือนกับถนนและอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทก็เหมือนรถที่วิ่งบนถนน เคลื่อนที่ไปอย่างมีลำดับต่อเนื่องกันตลอด ตามรูปที่ 2.4 ไปสู่ภาคขยายอินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ CCD ดีกว่าอุปกรณ์อื่นๆอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์CCD อิเมจเซ็นเซอร์จะมีโครงสร้างที่ง่ายกว่า แต่มีข้อเสียอยู่หลายประการดังนี้คือ

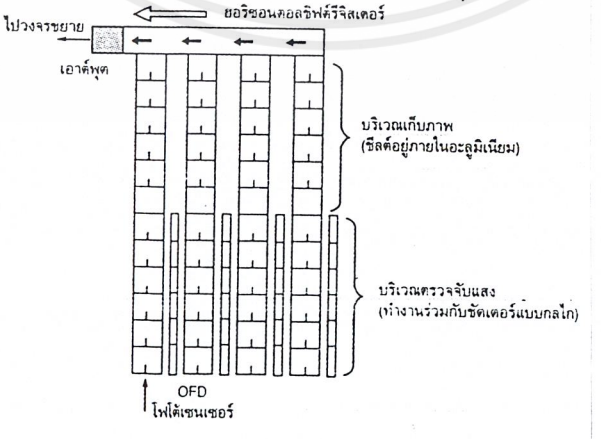
1. มีขนาดใหญ่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง
2. เนื่องจากการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างโฟโตเซ็นซิ่งกับสตอเรจเป็นไปด้วยความรวดเร็วมาก ดังนั้นจึงทำให้รายละเอียดทางด้านแนวตั้ง (Vertical) ลดลงซึ่งเปรียบเสมือนกับคนที่หิ้วน้ำเต็มถังแล้ววิ่งด้วยความเร็ว น้ำย่อมจะมีการกระฉอกออกไปบ้าง ทำให้ประสิทธิภาพที่ได้เสียไป
3. ในระหว่างการถ่ายเทอิเล็กตรอนโฟโตเซ็นซิ่งรับหน้าที่เป็นรีจีวเตรอ์แบบกลไก (Mechanical Shutter) ใช้เพื่อตัดแสงในช่วงการถ่านเทอิเล็กตรอน มิฉะนั้นภาพจะเลอะเลือน อย่างไรก็ตามชัตเตอร์แบบกลไล ทำให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น ทำให้การผลิตยากขึ้น ความแน่นอนในการทำงานต่ำลง และเกิดนอยส์เป็นต้น รูปที่ 2.6 เป็นรูปของเฟรมทรานสเฟอร์อิเมจเซ็นเซอร์ ข้อได้เปรียบระหว่างกล้องCCD แบบ 3 ชิบเหนือกว่ากล้อง 3 หลอด ในเรื่องความไวแสงและภาพเกิดรอยไหม้ (image Burning) น้อย ใช้กำลังไฟน้อยและมีความทนทาน แต่กล้อง 3 หลอดก็มีข้อดีตรงที่มีความชัดเจนสูงกว่า ดังนั้นกล้อง CCD แบบ 3 ชิบ จึงเหมาะกับงานประเภทงานที่ถ่านภาพนอกสถานที่ ซึ่งต้องการกล้องที่มีความต้านทานต่อการเผาไหม้สูง มีความไวและความทนทานแข็งแรงเป็นต้น ส่วนกล้อง 3 หลอด CCD นั้นจะใช้เมื่อต้องการคุณภาพของภาพเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



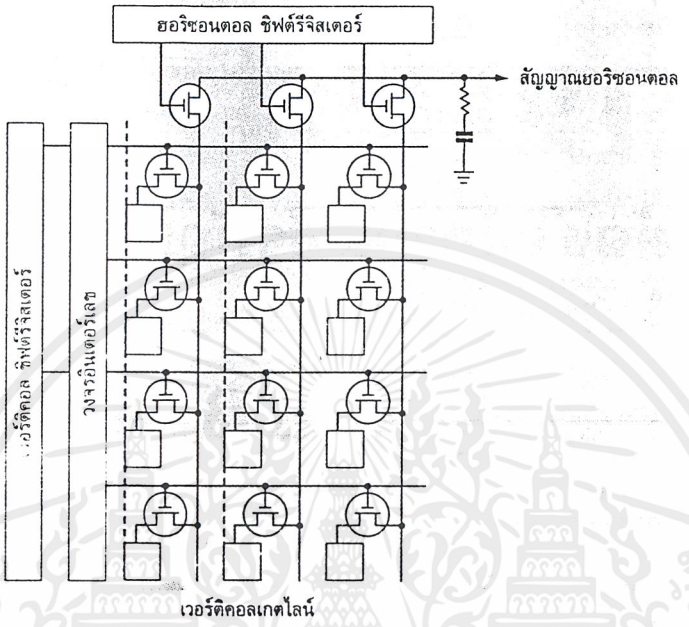
รูปที่ 2.4 การถ่ายเทอิเล็กตรอนโดยผ่านทางรีจีสเตอร์ในแนวตั้งและรีจีสเตอร์ในแนวระดับ

รูปที่ 2.5 การถ่ายเทอิเล็กตรอนจะทำให้เกิดมีอิเล็กตรอนสูญเสีย

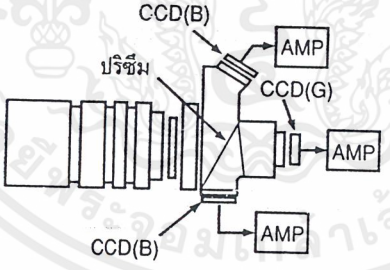


รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ CCD แบบเฟรมทรานสฟอร์ม

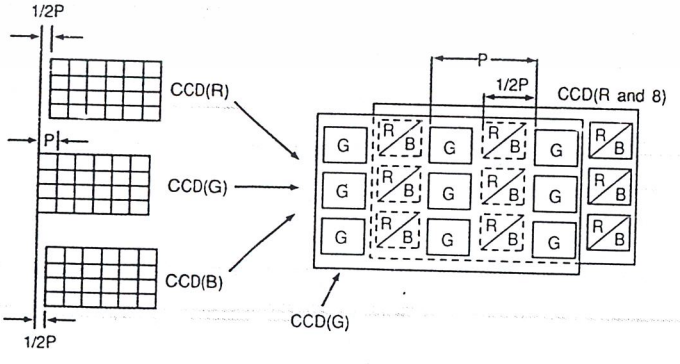
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของตัวรับแบบ MOS



(ก) ตำแหน่งของ CCD ภายในกล้อง



(ข) CCD สีแดงและสีน้ำเงินจะมีระบบต่างกับ CCD สีเขียว 1/2 พิตช์

รูปที่ 2.8 เทคโนโลยีชดเชย Original Spatial Effect ของโซนี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเปรียบเทียบระหว่างกล้อง CCD แบบ 3 ชิปกับกล้องแบบ MOS ทั่วไป

2.1.1 ตัวรับภาพแบบมอส (MOS Image Sensor)

ตัวรับภาพแบบมอสจะใช้ทรานซิสเตอร์แบบมอสเป็นตัวสวิทชิ่งคล้ายกับหน่วยความจำแบบ DRAM ดังรูปที่ 2.7 แม้ว่าอุปกรณ์ชนิดนี้จะสามารถเก็บประจุได้เป็นจำนวนมาก แต่มันก็ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนมากเช่นเดียวกันและตัวรับภาพ CCD ก็มีคุณสมบัติเหนือกว่ามากในด้านของความไวแสง (Sensitivity) และนอยส์ (Fixed Pattern Noise) โดยใช้เทคโนโลยี Original Spatial effect ของโซนี่ โดยการติดตั้ง CCD สีแดงและสีน้ำเงินให้มีระยะแตกต่างจากสีเขียว 1/2 พิตช์ (Pitch) ดังในรูปที่ 2.8 ด้วยเทคนิคอันนี้จะทำให้ได้พิกเจอร์อิลีเมนต์เป็น 2 เท่า และทำให้ได้ความชัดเจนของภาพสูงสุด

2.1.2 ประโยชน์และคุณภาพของกล้อง CCD มีดังต่อไปนี้

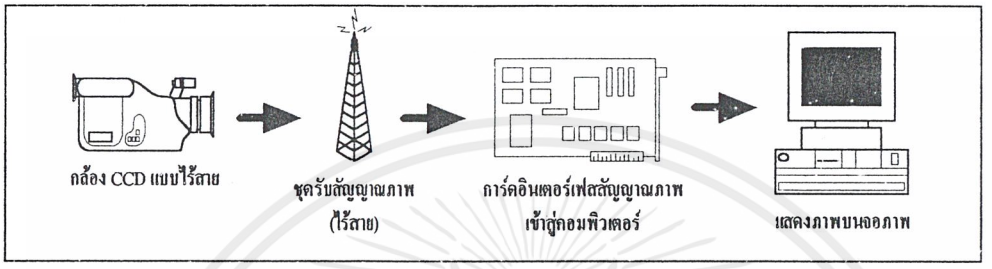
1. ภาพที่ได้มีการสูญเสียน้อย
2. มีความไวสูง
3. มีน้ำหนักเบา
4. ให้ภาพที่ละเอียดและคมชัด
5. กล้องไม่เป็นรูปรอยไหม้เมื่อถูกแสงอาทิตย์
6. ไม่เกิดภาพล้า (No lag)
7. ไม่เกิดภาพเป็นรูปดาวหาง
8. เมื่อสัญญาณแสงต่ำไม่ต้องตั้งปรับ (No Registration)

ปัจจุบันกล้องโทรทัศน์ส่วนใหญ่จะใช้ CCD เป็นตัวรับภาพ จึงควรทราบหลักการทำงานละโครงสร้างของกล้องโทรทัศน์ CCD หากต้องการศึกษาลึกลงไปถึงระดับโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำก็สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตก็มีมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การนำแสดงภาพออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

เนื่องจากโครงงานนี้ได้ทำการต่อกล้องโทรทัศน์ CCD แบบไร้สายเพื่อแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ จึงมีภาครับสัญญาณภาพ และต้องนำสัญญาณภาพนี้มาเชื่อมต่อเข้าระบบคอมพิวเตอร์ โดยต้องทำการต่อผ่านการ์ดอินเตอร์เฟสสัญญาณภาพ และต้องมีโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลสัญญาณภาพที่รับได้มา ลำดับในการรับภาพแล้วนำมาแสดงภาพบนหน้าจอแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.9 ลำดับการรับสัญญาณและแสดงภาพ

จากภาพสามารถอธิบายได้ว่า หลังจากที่กล้อง CCD ได้ทำการรับภาพแล้วส่งสัญญาณภาพผ่านอากาศมาเข้าเครื่องรับสัญญาณภาพแล้ว เครื่องรับสัญญาณภาพจะทำการแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณภาพโทรทัศน์ปกติก่อน จากนั้นสัญญาณโทรทัศน์ที่ได้จะถูกทำการต่อเข้ากับการ์ด Interface สัญญาณภาพเพื่อเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการสร้างโปรแกรมการแสดงภาพนี้เราจะใช้ Component พิเศษสำหรับแสดงภาพบนจอคอมพิวเตอร์ บนการทำงานของโปรแกรม Delphi โดยที่ Component ที่ใช้สามารถหา Download ได้จาก Internet หลังจากที่ทำการติดตั้ง Component แล้วก็มาทำการศึกษาการใช้งานจาก Help ของโปรแกรมนั้น

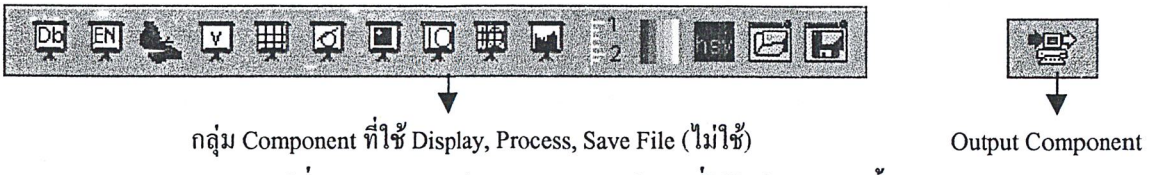
2.2.1 Component โปรแกรม Delphi ที่ใช้ในโครงงานนี้

Component ที่ใช้ในโครงงานนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มซึ่งประกอบไปด้วย

1) กลุ่ม Display Component เป็นกลุ่ม Component ที่ใช้งานทางด้านการแสดงผลภาพ ซึ่งจะเลือกใช้งานตามรูปแบบของรูปภาพ(ภาพนิ่ง) หรือภาพวิดีโอ(ภาพเคลื่อนไหว)ตามความเหมาะสม

2) กลุ่ม Image Processing Component เป็นกลุ่มของ Component ที่ใช้สำหรับทำการประมวลผลภาพให้เลือกใช้

3) กลุ่ม Output Component เป็นComponentที่ใช้ในการส่งสัญญาณควบคุม เพื่อไปทำการควบคุมระบบทางด้าน Hardware

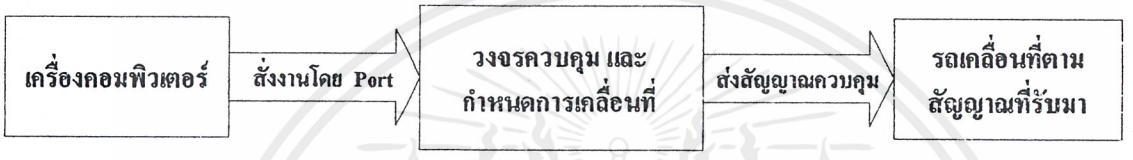


รูปที่ 2.10 แสดงรูป Component ต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระบบควบคุมการเคลื่อนที่

ระบบควบคุมการเคลื่อนที่นั้น ถือว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อโครงงานนี้ ทั้งนี้ถ้าหากขาดระบบการควบคุมการเคลื่อนที่ที่ดีแล้ว ก็เป็นที่แน่นอนว่าการบังคับทิศทางให้ถูกต้องแบบอัตโนมัติคงเป็นที่เชื่อถือในการทำงานไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการออกแบบระบบควบคุมให้ดีและมีเสถียรภาพในการทำงาน ซึ่งเราสามารถแบ่งรายละเอียดของการควบคุมได้เป็นส่วนๆดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 ลำดับการควบคุมการเคลื่อนที่

ดังนั้นสิ่งที่ควรทำความเข้าใจของระบบนี้จึงประกอบด้วย

1) การเลือกเส้นทางในการสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ สู่วงจรควบคุมการเคลื่อนที่ซึ่งโครงงานนี้จะสั่งงานโดยใช้ ทางเชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel Port)
2) โครงสร้างการทำงานของวงจรควบคุมการเคลื่อนที่ที่ได้ออกแบบ

3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทางเชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel Port)

การประมวลผลข้อมูลเพื่องานควบคุมนั้น สิ่งแรกที่จะต้องมีคือส่วนของสัญญาณอินพุท ซึ่งอาจจะมาจากตัวตรวจจับต่างๆผ่านวงจรภาคหน้าเพื่อเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณอินพุทให้เหมาะสมกับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เมื่อข้อมูลอินพุทถูกส่งเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการประมวลข้อมูลที่ได้มาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมก่อนที่จะส่งออกไปยังภายนอกผ่านอุปกรณ์เอาท์พุท ซึ่งอาจจะเป็นการส่งออกไปยังจอภาพ หรือส่งออกไปยังจุดเชื่อมต่ออื่นๆเพื่อควบคุมอุปกรณ์เอาท์พุทต่อไป

การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกทั้งส่วนของภาคอินพุทและเอาท์พุทสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

- เชื่อมต่อผ่านทางการ์ดอินพุทเอาท์พุท ซึ่งใช้วิธีการเสียบหรือติดตั้งการ์ดลงในสล็อตภายในเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน
- เชื่อมต่อผ่านระบบมาตรฐานอื่นๆ เช่น พอร์ตUSB (Universal Serial Bus), พอร์ต SCSI หรือ พอร์ต Game เป็นต้น

3.1.1 เหตุผลที่เลือกใช้งานพอร์ตขนาน

เมื่อเทียบกับการใช้งานการ์กอินพุทเอาท์พุทที่ต้องติดตั้งอยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว พอร์ตขนานมีข้อได้เปรียบอยู่ลายประการดังนี้

ในด้านความปลอดภัย การที่ต้องถอดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกมาเพื่อเสียบการ์ดเชื่อมต่อลงในสล็อตของคอมพิวเตอร์ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับส่วนอื่นๆ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ถ้าผู้ใช้งานไม่มีความชำนาญหรือเกิดการต่อวงจรผิดพลาด

ในด้านการเข้ากันได้กับคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ การเชื่อมต่อโดยใช้การ์ดเสียบลงในสลิตไม่สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้ทุกรุ่นยกตัวอย่าง คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก จะไม่มีสล็อตเสียบแต่จะมีที่เสียบการ์ด PCMCIA แทน ในขณะที่พอร์ตขนานจะมีติดตั้งอยู่ในคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดต่อกับเครื่องพิมพ์

ข้อจำกัดด้านพื้นที่ คอมพิวเตอร์บางเครื่องมีการเสียบการ์ดเชื่อต่อตัวอื่นๆ อยู่แล้ว อาทิการ์ดเสียง การ์ดโมเด็ม เป็นต้น จนไม่มีสล็อตเหลือพอสำหรับการเสียบการ์ดเชื่อมต่อเพิ่มเติม

ความสะดวกในการใช้งาน การเชื่อต่อทางพอร์ตขนานสามารถทำได้ง่าย เพียงต่อสายสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับคอนเน็กเตอร์ DB-25 ของพอร์ตขนาน

จำนวนช่องสัญญาณอินพุตเอาต์พุต พอร์ตขนานมีจำนวนพอร์ตอินพุตเอาต์พุตมากเพียงพอที่จะนำไปใช้งานต่างๆ และยังสามารถขยายให้มีจำนวนพอร์ตเพิ่มขึ้นได้ โดยพอร์ตขนานปกติมีจำนวนขาเอาต์พุต 12 ขา และขาอินพุต 5 ขา

ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลกับพอร์ตขนาน มีความเร็วเท่ากับการติดต่อกับระบบบัสโดยตรง และมีความเร็วมากกว่าการติดต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม

อะไหล่และชิ้นส่วนประกอบ คอนเน็กเตอร์และสายเชื่อมต่อต่างๆ ของการเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน หาได้ง่ายและราคาไม่แพง หรือจะสร้างขึ้นเองก็สามารถทำได้อย่างง่ายดาย

จากคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นทำให้พอร์ตขนานเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุมหรือรับสัญญาณข้อมูล นอกจากนั้นหากนำคุณสมบัติของการเขียนโปรแกรมง่ายๆผ่านระบบปฏิบัติการวินโดว์ด้วยโปรแกรม Delphi ก็จะสามารถสร้างระบบการเชื่อมต่อที่สมบูรณ์และใช้งานง่ายได้ไม่ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ลักษณะทางกายภาพของพอร์ตขนาน

พอร์ตขนาน สาเหตุที่มีชื่อนี้ เนื่องจากการถ่ายทอดข้อมูลของพอร์ตขนานนี้เป็นแบบขนาน สำหรับชื่อเรียกอีกชื่อของพอร์ตขนานคือ พอร์ตเครื่องพิมพ์ (Printer Port) เนื่องจากพอร์ตนี้ใช้สำ-หรับต่อเครื่องพิมพ์นั่นเอง

ด้วยการถ่ายทอดข้อมูลแบบขนานนี้เองทำให้พอร์ตขนานมีอัตรา การถ่ายทอดข้อมูลสูงกว่าการถ่ายทอดข้อมูลแบบอนุกรมประมาณ 8-10 เท่า และการประมวลผลข้อมูลส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นพอร์ตขนานจึงสามารถรองรับการถ่ายทอดข้อมูล 8 บิต ได้โดยไม่ต้องต่อส่วนเพิ่มเติมใดๆ จากตารางที่ 3-1 จะเห็นได้ว่าพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ยังแยกออกเป็นอีก 3 พอร์ต ได้แก่ พอร์ตเอาต์พุตที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ พอร์ตเอาต์พุตสำหรับสัญญาณ Strobe และ Reset พอร์ตอินพุตสำหรับการอ่านค่าสัญญาณ Acknowledge, Busy และสัญญาณ Error จากเครื่องพิมพ์

สัญญาณ	หน้าที่การทำงาน	ทิศทาง
ข้อมูล 8 บิต	ข้อมูลที่ส่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์	คอมพิวเตอร์
Strobe	แจ้งเครื่องพิมพ์ถึงข้อมูลที่ส่งมา	คอมพิวเตอร์
Acknowledge	เครื่องพิมพ์แจ้งมายังคอมพิวเตอร์ว่าได้รับข้อมูลแล้ว	คอมพิวเตอร์
Busy	แจ้งสถานะว่าเครื่องพิมพ์เกิดไม่ว่างที่จะรับข้อมูลใหม่	คอมพิวเตอร์
Error	แจ้งสถานะว่าเครื่องพิมพ์เกิดข้อผิดพลาด	คอมพิวเตอร์
Reset	รีเซตเครื่องพิมพ์	คอมพิวเตอร์

ตารางที่ 3.1 สัญญาณสำคัญๆของพอร์ตขนานที่ใช้ติดต่อกับเครื่องพิมพ์

โดยปกติพอร์ตขนานออกแบบมาให้มีสายสัญญาณอยู่ทั้งหมด 17 เส้น สายสัญญาณเหล่านั้นจะมีรีจีสเตอร์ 3 ตัวควบคุมการทำงาน ดังนี้

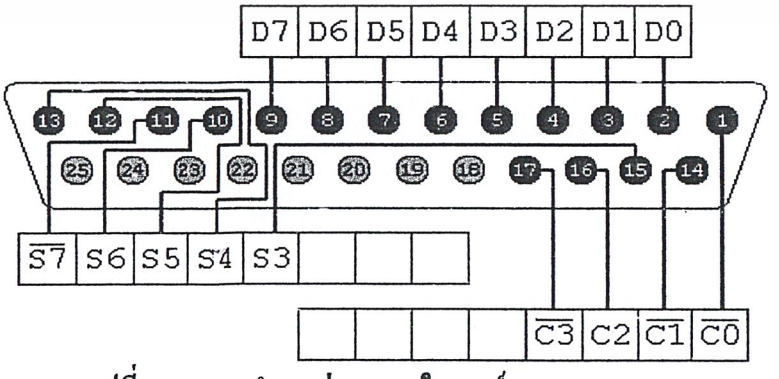
1. พอร์ตเอาต์พุตสำหรับสัญญาณข้อมูล 8 เส้น มีรีจีสเตอร์ Data ควบคุม
2. พอร์ตอินพุตสำหรับการอ่านค่าสถานะต่างๆ จากภายนอกมีอยู่ด้วยกัน 5 เส้น ใช้รีจีสเตอร์ Status ในการควบคุม
3. พอร์เอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณควบคุมออกไปภายนอกมีอยู่ด้วยกัน4 เส้นใช้รีจีสเตอร์ Control ในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ตำแหน่งขาและหน้าที่ในการทำงานของพอร์ตขนาน

DB-25	รีจีสเตอร์	ทิศทาง	ตำแหน่งบิต	ชื่อขาสัญญาณ	หน้าที่การทำงาน
1	Control	In	$\overline{C0}$	$\overline{STROBE}$	แอกทีฟ "0" ส่งค่าออกไปเพื่อบอกว่าที่ขาดาต้ามีข้อมูลแล้ว
2-9	Data	Out	D1-D8	DATA 1-8	สำหรับพอร์ตขนานมาตรฐานเดิมขานี้ทำหน้าที่เป็นขาส่งข้อมูลเอาท์ตพุตเท่านั้นสำหรับในปัจจุบันขานี้รับข้อมูลอินพุตได้ด้วย
10	Status	In	S6	NACK	เป็นพัลส์ลอจิก "0" ที่ส่งมาจากเครื่องพิมพ์เพื่อบอกว่าได้รับข้อมูลที่ส่งไปแล้ว
11	Status	In	$\overline{S7}$	$\overline{BUSY}$	เป็นสัญญาณแจ้งมาจากเครื่องพิมพ์ว่ายังไม่พร้อมรับข้อมูล
12	Status	In	S5	PE	แจ้งกระดาษหมด
13	Status	In	S4	SELECT	แจ้งว่าเครื่องพิมพ์ต่ออยู่
14	Control	Out	$\overline{C1}$	$\overline{AUTO\ FEED}$	สั่งเครื่องพิมพ์ให้เลื่อนบรรทัด
15	Status	In	S3	$\overline{ERROR}$	สัญญาณจากเครื่องพิมพ์มายังคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงข้อผิดพลาดจากการพิมพ์
16	Control	Out	C2	$\overline{INIT}$	รีเซตเครื่องพิมพ์โดยให้ลอจิก "0"
17	Control	Out	$\overline{C3}$	$\overline{SELECT\text{-}IN}$	ส่งสัญญาณไปยังเครื่องพิมพ์เพื่อแจ้งว่าต้องการเลือกเครื่องพิมพ์เครื่องนี้
18-25				GND	กราวด์

ตารางที่ 3.2 แสดงสัญญาณทั้งหมดที่อยู่บนพอร์ตขนาน



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งขาภายในพอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเชื่อมต่อพอร์ตขนานเพื่อใช้ทำการควบคุมรถ

จากที่เราได้ทำการเลือกใช้งานพอร์ตขนานเพื่อให้ทำงานในการควบคุมรถ โดยค่าข้อมูล 8บิต ที่พอร์ตขนานเราจะใช้งานเป็นเอาท์พุทของระบบ อธิบายได้ว่าหลังจากที่เราได้รับสัญญาณภาพมาแล้วเราจะทราบว่าถนนที่รถนั้นวิ่งอยู่เป็นเช่นไร เราก็สามารถทำการควบคุมรถให้วิ่งไปตามถนนได้โดยการดูภาพจากถนนแล้วควบคุมด้วยโปรแกรมด้วยผู้ควบคุมเอง (กรณีเป็นการควบคุมแบบ Manual) หรือให้เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมเอง (กรณีเป็นการควบคุมแบบ Automatic) การควบคุมนี้จะส่งรหัสสัญญาณควบคุมออกไปยังพอร์ตขนาน โดยที่ค่ารหัสที่ต่างกันนั้นก็จะหมายถึงการควบคุมให้รถทำงานต่างกันไป ค่ารหัสสัญญาณนี้ได้จากการทดลองสามารถดูได้จากผลการทดลองบทหลัง จากค่ารหัสสัญญาณที่ส่งออกมากจากพอร์ตทั้ง 8บิตข้อมูล จะสามารถทำการเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตขนานเพื่อไปทำการควบคุมเครื่องส่งวิทยุบังคับได้ 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1) การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก
2) การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำการควบคุมสเตปมอเตอร์ต่อ
3) การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานออกแล้วให้ทำการขับสเต็ปมอเตอร์โดยตรง

3.2.1 การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (DAC)

เหตุผลหลักของความจำเป็นที่จะต้องใช้วงจรแปลงรหัส (DAC) ก็คือจากการที่ได้ตรวจสอบชุดวิทยุบังคับ(เครื่องส่ง)ของ FUTABA พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ของช่องควบคุมทั้ง 4ช่อง จะทำให้เครื่องรับสัญญาณวิทยุทำการขับเซอร์โวได้ เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงของรหัสสัญญาณที่ส่งออกมาจากพอร์ตขนานสามารถทำการควบคุมรถให้วิ่งไปข้างหน้า หรือเลี้ยวได้ตามต้องการจึงจำเป็นต้องใช้วงจรแปลงรหัสสัญญาณดิจิตอลให้เป็นอนาลอกก่อน รูปแบบวงจร DAC สามารถที่จะเลือกใช้ไอซีDAC หรือจะต่อเป็นวงจรDAC เองก็ได้ โดยที่ในโครงงานนี้เลือกใช้ไอซีเบอร์ CA3338 มาใช้ทำการแปลงรหัสสัญญาณ สัญญาณอนาลอกที่ได้จากไอซี DAC จะถูกต่อเข้าไปยังวงจรส่งสัญญาณวิทยุควบคุม FUTABA ณ ตำแหน่งความต้านทานปรับค่าได้ 2 Channel (อันใดก็ได้) จะได้กล่าวอีกครั้งในบทขั้นตอนการสร้างโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำการควบคุมสเตป่มอเตอร์ต่อ

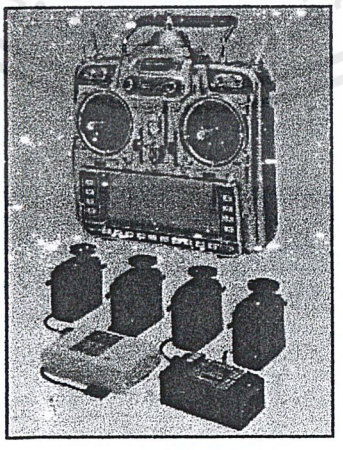
เหตุผลที่สองนี้เป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นจากแบบแรกคือ ปัญหาการไม่เหมาะสมกัน-ของวงจรระหว่างวงจรDAC กับวงจรเครื่องส่งวิทยุบังคับ แต่ต้องอาศัยการสร้างโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการควบคุมสเตปมอเตอร์ให้ทำการหมุนโวลุ่มแทน เปรียบเสมือนใช้มือบังคับเครื่องส่งวิทยุแทน แต่ผลที่ได้จะให้การทำงานที่มีเสถียรภาพกว่าแบบแรก ขณะที่จะสิ้นเปลืองงบประมาณพอสมควร

3.2.3 การเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานออกแล้วให้ทำการขับสเต็ปมอเตอร์โดยตรง

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ประหยัดงบประมาณที่สุดกว่าทั้งสองวิธีแรก กล่าวคือใช้พอร์ทำการขับเสปมอเตอร์โดยตรงแต่ข้อเสียคือต้องสร้างโปรแกรมควบคุมที่ซับซ้อนขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อต้องการให้ทำงานร่วมกับระบบการประมวลผลภาพ และยังยากต่อการพัฒนารูปแบบการขับเคลื่อนรถอีกด้วยเนื่องจากถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงนูปแบบการเคลื่อนที่จะต้องทำการแก้ไขที่ซอสโค้ดของโปรแกรมหลัก

จากทั้งสามวิธีการในการเชื่อมต่อข้อมูลจากพอร์ตขนานเพื่อที่จะนำมาทำการควบคุมรถให้สามารถทำงานตามสัญญาณวิทยุได้ คณะผู้จัดทำโครงงานนี้ได้ทดลองใช้ 2 วิธีการแรกเนื่องจากเห็นว่าน่าจะเหมาะสม และเพื่อให้มีเสถียรภาพต่อการทำงานจึงเลือกวิธีการที่สอง รายละเอียดจะกล่าวในขั้นตอนการสร้าง

หัวข้อต่อจากนี้ไปจะเป็นเรื่องของโครงสร้างอุปกรณ์ที่สำคัญต่อการควบคุม อันได้แก่ ชุดวิทยุควบคุมของ FUTABA ซึ่งจะประกอบด้วย เครื่องส่งสัญญาณวิทยุบังคับ, เครื่องรับสัญญาณวิทยุบังคับ และอุปกรณ์ขับเคลื่อนหรือที่เรียกว่า เซอร์โว (Servo)



รูปที่ 3.3 แสดงชุดรับ-ส่ง สัญญาณวิทยุบังคับ และเซอร์โวที่ทำการขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3 ส่วนประกอบภายใน Servo

เซอร์โว คือเครื่องมือเล็กๆที่มีเพลาส่งกำลังออกไปยังก้าน โดยก้านอันนี้สามารถหมุนไปยังตำแหน่งมุมต่างๆ โดยการส่งสัญญาณที่ถูกทำเป็นรหัสให้เซอร์โว จนกระทั่งสัญญาณรหัสมีค่าตรงตามค่า Input ที่เข้ามา เซอร์โวจะรักษาตำแหน่งของก้านกวาดมุม เมื่อรหัสสัญญาณเปลี่ยนไปตำแหน่งของก้านกวาดมุมก็จะเปลี่ยนไปตามรหัส โดยปกติแล้วเซอร์โวมักจะถูกใช้ในเครื่องบินควบคุมด้วยวิทยุ เพื่อกำหนดทิศทางขึ้นลงและควบคุมหางเสือ นอกจากนี้รถควบคุมด้วยวิทยุและหุ่นยนต์ก็ได้มีการใช้ Servo ด้วยเช่นกัน

รูปที่ 3.4 Futaba S-148

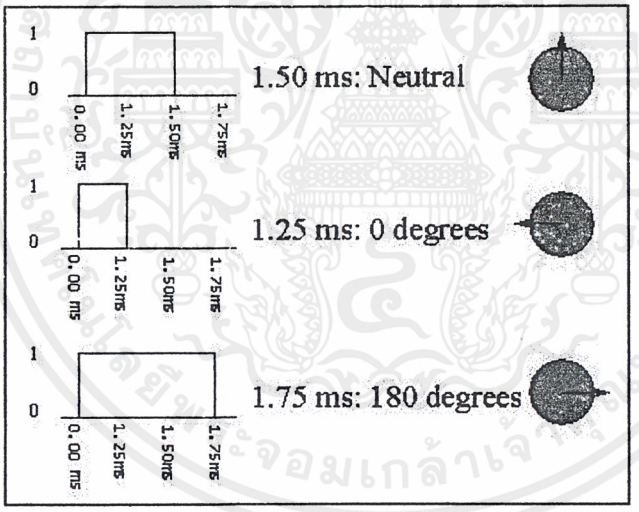
เซอร์โวมีประโยชน์มากในวิทยาการหุ่นยนต์ มอเตอร์ที่มีขนาดเล็กดังภาพข้างต้น ได้ถูกสร้างขึ้นโดยการควบคุมของวงจรไฟฟ้าและมีกำลังงานมากแม้ว่าขนาดของมันจะเล็กก็ตาม เซอร์โวมาตรฐานอย่างเช่น S-148 Futaba มีทอร์คสูงถึง 42oz/นิ้ว และมันค่อนข้างแข็งแรงต่อสภาพการดึง กำลังงานที่มันดึงจะเป็นสัดส่วนกับขนาดโหลดทางกล ดังนั้นเซอร์โวที่มีโหลดน้อยๆ ไม่ได้หมายความว่าจะใช้พลังงานมาก ภายในของมอเตอร์เซอร์โวแสดงในภาพข้างใต้ จะเห็นว่ามีวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมชุดเกียร์มอเตอร์1ชุด และฝาครอบ นอกจากนี้ยังมีสายไฟ 3 เส้นที่เชื่อมต่อไปภายนอก โดยเส้นหนึ่งจะต่อกับ(+5โวลต์) อีกเส้นจะต่อกับ Ground และสายไฟลวดเส้นสีขาว คือสายควบคุมการหมุนของมอเตอร์

ดังนั้นการทำงานเซอร์โวจะมี มอเตอร์เซอร์โวที่มีวงจรควบคุมการหมุนหนึ่งอัน และตัวต้านทานปรับค่าได้ที่ถูกเชื่อมต่อกับเพลาส่งกำลังออก ในภาพข้างบนจะเห็นว่าVRจะถูกติดอยู่กับวงจร VR อันนี้จะมีหน้าที่ควบคุมมุมในการดึงของมอเตอร์เซอร์โว ถ้าก้านหมุนมีมุมที่ถูกต้องในเวลาที่มอเตอร์นั้นปิดอยู่ ถ้าวงจรพบว่ามุมไม่ถูกต้องมันจะยังคงจะหมุนมอเตอร์ให้อยู่ในทางของมุมที่ถูกต้อง โดยปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42753

เพลาส่งกำลังออกของเซอร์โว สามารถหมุนไปได้ 180 องศา แต่บางตัวก็สามารถหมุนได้ถึง 210 องศา ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต เซอร์โวปกติมักจะใช้เพื่อควบคุมการวัดมุมจาก 0 องศา ถึง 180 องศา กำลังงานรวมที่ถูกใช้ในมอเตอร์เป็นสัดส่วนกับระยะทางที่มันต้องการเพื่อเดินทาง ดังนั้นถ้าก้านหมุนต้องหมุนที่ระยะทางไกลมอเตอร์จะวิ่งด้วยความเร็วให้สูงพอ ถ้ามันต้องหมุนไปในระยะที่ใกล้ๆมอเตอร์จะวิ่งด้วยความเร็วที่ช้ากว่า นี่คือการควบคุมที่เป็นสัดส่วนที่ขึ้นอยู่กับมุมในการหมุนที่ต้องการ แล้วการติดต่อสื่อสารว่ามุมที่เซอร์โวน่าจะเลี้ยวนั้นทำได้อย่างไร? จากสายไฟควบคุมเส้นสีขาวจะเป็นตัวกลางติดต่อการควบคุม มุมที่จะหมุนจะถูกกำหนดจากระยะเวลาของ Pulse (ความกว้างพัลส์) ที่ให้กับสายไฟเส้นสีขาว การควบคุมความกว้างของพัลส์ที่จะไปกำหนดมุมในการหมุนนี้ถูกเรียกว่า (Pulse Code Modulation) ถ้ากำหนดให้ Pulse อันหนึ่งเข้ามา ความยาวพัลส์จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้มอเตอร์เลี้ยวไกลแค่ไหน เช่น พัลส์1.5มิลลิวินาที จะทำให้มอเตอร์มีตำแหน่ง เป็น90องศา (มักเรียกว่าตำแหน่ง Neutral) ถ้าพัลส์สั้นกว่า1.5ms มอเตอร์จะหมุนเข้าไปใกล้0องศา ถ้าพัลส์ยาวกว่า1.5msก้านหมุนจะหมุนไป180องศา แสดงดังรูป

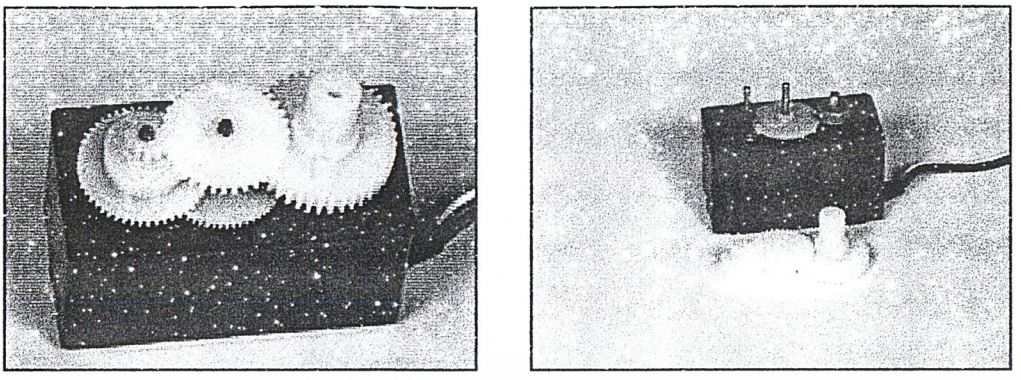


รูปที่ 3.5 ความกว้างของพัลส์ที่มีผลต่อค่ามุมที่เปลี่ยนไป

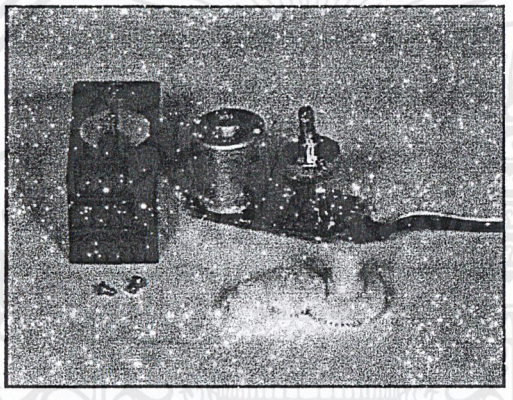
ค่าความกว้างเวลาของพัลส์นี้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตมอเตอร์ว่าต้องการขนาดมากน้อยต่างกันแล้วแต่ยี่ห้อ แต่หลักการทำงานแล้วเหมือนกันทุกยี่ห้อ

นอกจากนี้แล้วถ้าหากเราต้องการปรับความเร็วในการหมุนหรือมุนที่กวาดไปได้ให้มากน้อยตามต้องการนั้นสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในเซอร์โวได้แต่ควรเป็นผู้มีความชำนาญพอ ดังรูปแสดงส่วนประกอบภายในต่อไปนี้

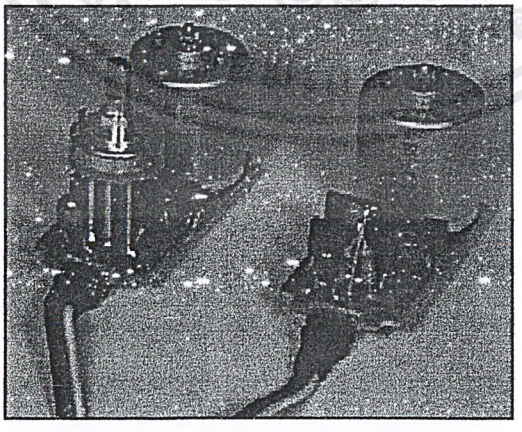
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงชุดเฟืองทดรอบกำลังภายในเซอร์โว



รูปที่ 3.7 ส่วนประกอบรวมภายในเซอร์โว

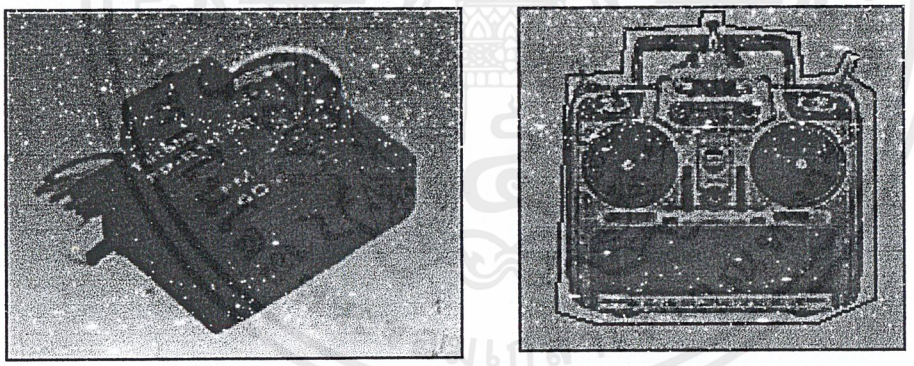


รูปที่ 3.8 วงจรควบคุม(ซ้าย)คือต้นแบบและ(ขวา)คือหลังการปรับปรุงแก้ไขจากต้นแบบ เพื่อปรับแต่งรอบความเร็วเซอร์โว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เครื่องรับ-ส่ง สัญญาณวิทยุบังคับ (Receiver and Transmitter)

เริ่มแรกเรามาทำความรู้จักกับระบบรับสัญญาณวิทยุกันก่อนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวเราคือชุดสเตริโอ AM/FM ตามบ้านจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ วงจรจูนความถี่(Tuner), วงจรขยายสัญญาณเสียง(Audio Amplifier) และ ชุดขับเสียง(Loudspeakers) เช่นเดียวกันกับแบบของระบบเครื่องรับสัญญาณ (Receiver)ที่จะประกอบด้วย วงจรจูนความถี่, วงจรถอดรหัสสัญญาณ(Decoder) และชุดขับเซอร์โว (Servo) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสเตริโอกับ Receiverแล้ว จะพบว่าวงจรจูนความถี่และชุดขยายเสียงเปรียบได้กับกล่องรับสัญญาณวิทยุ(Receiver) ดังนั้นวงจรจูนความถี่และวงจรถอดรหัสจึงเสมือนกับถูกบีบอัดรวมกันเป็นตัว Receiver เพียงตัวเดียว แต่วงจรจูนความถี่ในบ้านจะสามารถเลือกเฉพาะสถานีตามแต่ต้องการที่จะฟัง ส่วนย่านความถี่ของสถานีอื่นก็แยกที่จะไม่ฟังได้ ความถี่ที่เราฟังอยู่จะถูกทำการดีมอดูเลทสัญญาณและขยายสัญญาณด้วย AudioAmp ซึ่งหลักการก็คล้ายกันกับตัวReceiver ที่ควบคุมรถนั้น สามารถรับสัญญาณได้เฉพาะความถี่ที่ตรงกันกับความถี่ของตัวคริสตอล (Crystal)ที่มันใช้อยู่ ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้เช่นความถี่ 72MHz หรือ 50MHz ซึ่งเป็นความถี่ของคลื่นพาหะและจะถูกทำการดีมอดูเลทสัญญาณและถอดรหัสสัญญาณเพื่อไปสั่งงานให้ Servo ทำงานต่อไป



(ก) (ข)

รูปที่ 3. 9 **(ก) แสดงชุดรับสัญญาณวิทยุควบคุมเซอร์โว 4 ช่องสัญญาณของ FUTABA**
(ข) แสดงชุดส่งสัญญาณวิทยุควบคุม

ในทำนองตรงกันข้ามของการทำงานของเครื่องรับสัญญาณวิทยุ ก็จะเป็นการทำงานของเครื่องส่งแต่การส่งจะทำการมอดูเลทแบบตำแหน่งของพัลส์ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับแรงดันของความต้านทานปรับค่าได้ โดยค่าความถี่ของสัญญาณที่ส่งไปนั้นขึ้นอยู่กับค่าความถี่ของตัวคริสตอล(Crystal)ที่เครื่องส่ง สำหรับความถี่ของเครื่องส่งที่ใช้ในโครงงานนี้มีค่าเป็น 26.995 MHz

รายละเอียดทางเทคนิคเกี่ยวกับระบบวิทยุบังคับรับ-ส่งได้แนบอยู่ท้ายบทภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกใช้งานกันมาก ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์เครื่องจักร เครื่องกลอัตโนมัติควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ต่างก็ต้องใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ตัวอย่างใกล้ตัวที่มีให้เห็น เช่น ฟลอบปี้ไดรฟ์ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ภายในคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ขนาดเล็กในการขับเคลื่อนหัวอ่าน-เขียนข้อมูลลงไปบนพื้นผิวของแผ่นดิสก์เพื่อให้ตรงกับตำแหน่งของแทร็กที่ถูกต้อง รายละเอียดเกี่ยวกับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ สิ่งแรกที่ควรทราบ คงหนีไม่พ้น พื้นฐานทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นชนิด ลักษณะการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ หัวข้อต่างๆ เหล่านี้ เป็นเรื่องที่จะต้องทำความเข้าใจก่อนนำไปประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมและใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.5.1 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การแบ่งชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์หากแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐานหรือความแตกต่างของรูปแบบโรเตอร์จะแบ่งออกได้ 4ชนิด แต่ถ้าแบ่งตามวิธีการพันขดลวดบนสเตเตอร์จะแบ่งออกได้ 2 ชนิด อย่างไรก็ตามการแบ่งในลักษณะนี้เพียงยึดหลักที่ว่าหาซื้อง่ายและนิยมนำมาใช้งานกัน

1) แบ่งตามโครงสร้างพื้นฐาน

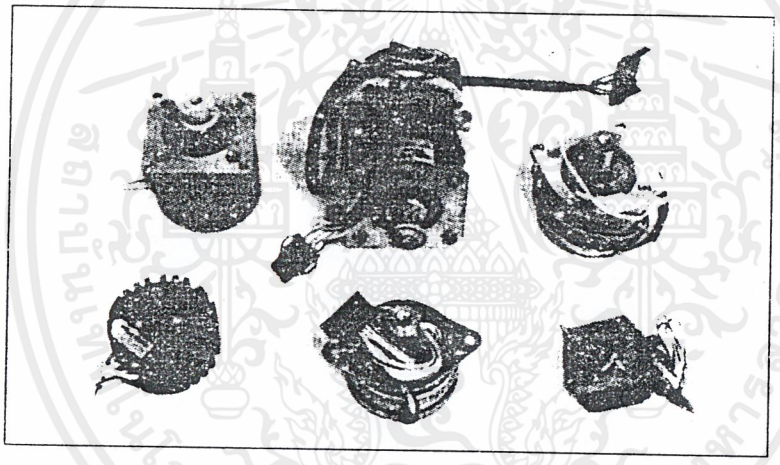
- **ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance; VR)**มีโครงสร้างแบบมัลติทูธ(multi - tooth) ทำจากเหล็กอ่อน จะทราบว่าเป็นมอเตอร์ชนิดนี้โดยการทดสอบได้ง่ายมาก คือใช้มือหมุนได้โดยตลอดโดยไม่ติดขัด เพราะที่โรเตอร์จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กแตกต่างจาก ชนิด PM และชนิดไฮบริด ซึ่งมีสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์ขณะหมุนจะรู้สึกขัดๆ เหมือนเป็นฟันเฟือง ชนิดนี้มีจุดด้อยในความถูกต้องของตำแหน่งและการทำงานได้ไม่ดีนักเมื่อมีสเต็ปในการหมุนสูง
- **ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Permanent Magnet; PM)** มีโครงสร้างของโรเตอร์แบบเรียบไม่มีซี่ขั้วแม่หล็ก บนโรเตอร์จะเป็นแบบแม่เหล็กถาวรการควบคุมทำได้โดยป้อนกระแสกระตุ้นที่ขดลวดบนสเตเตอร์ เช่น ถ้าเป็นสเตเตอร์แบบ 4 เฟส จะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ 4 ขั้วซึ่งมีคอยล์พันแยกจากกัน ขั้วแม่เหล็กถาวรบนโรเตอร์จะถูกแรงดึงดูดจากขั้วแม่เหล็ก บนสเตเตอร์เมื่อมีการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวด โรเตอร์จะอยู่คงที่ที่ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์สเตเตอร์นั้นถึงแม้ว่าจะไม่ป้อนกระแสอีกต่อไป ทำให้เกิดเป็นแรงยึดหน่วงขึ้น ชนิดนี้มีข้อดีในความถูกต้องของตำแหน่ง แม้ความเร็วจะมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น
- **ชนิดไฮบริด (Hybrid)** เป็นชนิดที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด โดยเฉพาะนำมาใช้กับอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โครงสร้างภายในได้จากการรวมเอาโครงสร้างของโรเตอร์ชนิดวาริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอเบิลรีลักแตนซ์และชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มาประกอบเข้าด้วยกัน จึงทำให้เป็นมอเตอร์ชนิดที่มีแรงยึดหน่วงสูง มีแรงบิดดึงและผลักได้ดีซึ่งมีความคงที่และทำงานได้ดีถึงแม้ว่าจะมีสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง

- **ชนิดแรเอิร์ธเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Rare Earth Permanent Magnet)** เป็นสเต็ปเปอร์มอเตอร์ แบบใหม่อีกชนิดหนึ่ง ปรับปรุงมาจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มีโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแผ่นยึดติดกับเพลามอเตอร์ มีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำ อัตราเร่งสูง แรงบิดดึงกำลังทางกลและความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ความเร็วเริ่มหมุนและหยุดสูง สูญเสียกำลังงานต่ำ ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ดิสก์แมกเน็ตสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (disc magnet steppers)

รูปร่างหน้าตาของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดต่างๆที่นำมาใช้งานกับมากแสดงดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.10 **แสดงรูปร่างหน้าตาของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดต่างๆ ตัวบนกลางเป็นชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ ล่างซ้ายเป็นชนิดแรเอิร์ธดิสก์สเต็ปเปอร์ ตรงกลางเป็นชนิดไฮบริดจ์ ล่างขวาเป็นชนิดที่ใช้ในฟลอบปี้ไดรฟ์และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์**

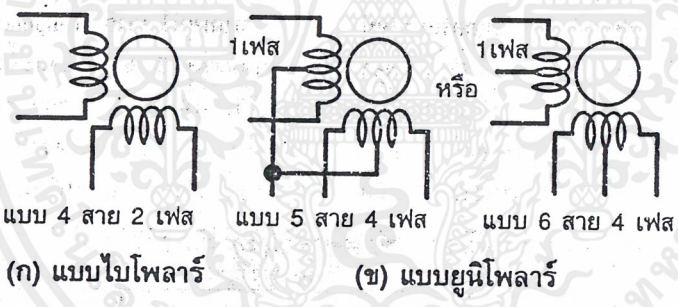
2) แบ่งตามการพันขดลวดบนสเตเตอร์

- **แบบไบโพลาร์ (Bipolar)** มีการพันขดลวด 1ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้า และทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามได้โดยการกลับทิศการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งกำหนดทิศทางการไหลและการกลับของทิศทางของกระแสไฟฟ้า ทำให้โดยการใช้วงจรสวิตซ์ซึ่งกลับขั้วไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบยูนิโพลาร์ **(Unipolar)** มีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม การกลับขั้วแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาทำได้โดยการสวิตชิ่งกระแสไฟฟ้าจากขดลวดขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่ง ขดลวดทั้งสองจะมีการเชื่อมต่อกันหรือมีจุดร่วมเพื่อลดจำนวนของสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์ วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ทำได้ง่ายกว่าแบบชนิดไบโพลาร์ เพราะต้องการสวิตซ์ธรรมดาในการเปิดและปิด กำลังไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ในทิศทางที่ต้องการให้หมุนได้ทันที

ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ทั้งสองแบบนี้แสดงดังรูป การพิจารณาว่าสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ตัวใดมีการพันขดลวดแบบใดสังเกตได้ง่าย ถ้าเป็นแบบไบโพลาร์จะมีสายไฟต่อออกจากมอเตอร์เพียง 4สายและถ้าเป็นแบบยูนิโพลาร์จะมี 5 หรือ 6 สาย หรือดูได้จากป้ายชื่อที่ติดอยู่กับมอเตอร์ก็ได้



รูปที่ 3.11 **แสดงลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์**

3.5.2 การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ มีความแตกต่างจากมอเตอร์ทั่วๆไป โดยเมื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับตัวมัน ก็จะหมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวงและหยุด แต่มอเตอร์ทั่วไปจะหมุนทันทีและตลอดเวลา สเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งการหมุนด้วยตัวเลขได้อย่างละเอียด โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกำหนดและจัดเก็บตัวเลขเหล่านั้นไว้

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ สามารถทำงานในระบบเปิด (Open loop system) แต่วิธีกำหนดตำแหน่งการหมุนให้ถูกต้อง จำเป็นต้องมีการป้อนกลับไปยังระบบให้รับรู้โดยทั่วไปจะใช้การสวิตซ์ติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งที่ต้องการตรวจจับ (limit switch) เมื่อสเต็ปเปอร์มอเตอร์เริ่มหมุนและหมุนจนกระทั่งถึงตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสวิตซ์ตรวจจับสัญญาณ ก็จะถูกป้อนกลับเข้าสู่ระบบและทราบการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้ตลอดเวลา ซึ่งโดยปกติในวงจรคอนโทรลเลอร์จะมีการกำหนดจุดอ้างอิงไว้ด้วยเพื่อให้เริ่มต้นทำงานและอ้างอิงตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง

ตัวอย่างง่ายๆ เช่น ถ้าเริ่มจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับฟลอบปี้ดิสก์ไดรฟ์ จะได้ยินเสียงขณะกำลังเคลื่อนที่เพื่อหาจุดอ้างอิงที่กำหนด หลังจากนั้นวงจรไดรฟ์คอนโทรลเลอร์จะเริ่มทำงานได้ โดยตัวมันจะทราบถึงทุกๆสเต็ปที่กำลังขับเคลื่อนหัวอ่าน-เขียนไปยังแต่ละแทร็กบนดิสก์

การทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ก็เช่นเดียวกับมอเตอร์ทั่วไป คือต้องมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดวางขั้วแม่เหล็กการหมุนทำได้ทั้งแบบต่อเนื่องและกลับทิศทางไปมา โดยกระบวนการทางไฟฟ้าสลับหรือการจัดวางแปรงถ่าน การจัดแยกคอมมิวเตเตอร์ การสวิตชิ่งกำลังไฟฟ้าให้เกิดแรงดึงดูดของแม่เหล็กที่ขั้วแม่เหล็กสร้างและหยุดสลับกัน ผลก็คือเกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นบนสเตเตอร์โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าทีละคู่ของขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามไปตลอดเวลา และเมื่อต้องการให้หยุดหมุนทำได้โดยหยุดการเกิดขั้วแม่เหล็กที่จุดหนึ่ง โดยหยุดการสวิตชิ่งในลำดับต่อไปเสีย การหมุนกลับทิศทางก็ทำได้เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว เพียงแต่ทำการสวิตชิ่งกำลังไฟฟ้าที่เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในทิศทางกลับกัน หรือกลับลำดับการสวิตช์ของมัน

เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นมาดูหลักการทำงานแบบง่ายๆของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 4 เฟส ตัวโรเตอร์เนแม่เหล็กโดยจะเปลี่ยนทิศทางไปตามสนามแม่เหล็กการให้พลังงานแก่ขดลวดในขดลวดหนึ่งโรเตอร์ก็จะหมุนไป 90 องศา ดังรูปที่ (ก) แต่ถ้าให้ทีเดียว 2ขดพร้อมกัน โรเตอร์ก็จะหมุนเพียง 45 องศา ดังรูป (ข) ซึ่งแบบหลังจะสร้างแรงบิดได้มากกว่าแบบแรก สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะมีมุมของการเคลื่อนที่แต่ละสเต็ปเป็น1.8 องศา ดังนั้นที่โรเตอร์จะต้องมีขั้วแม่เหล็ก 50ขั้ว (90/50= 1.8)

3.5.3 การควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

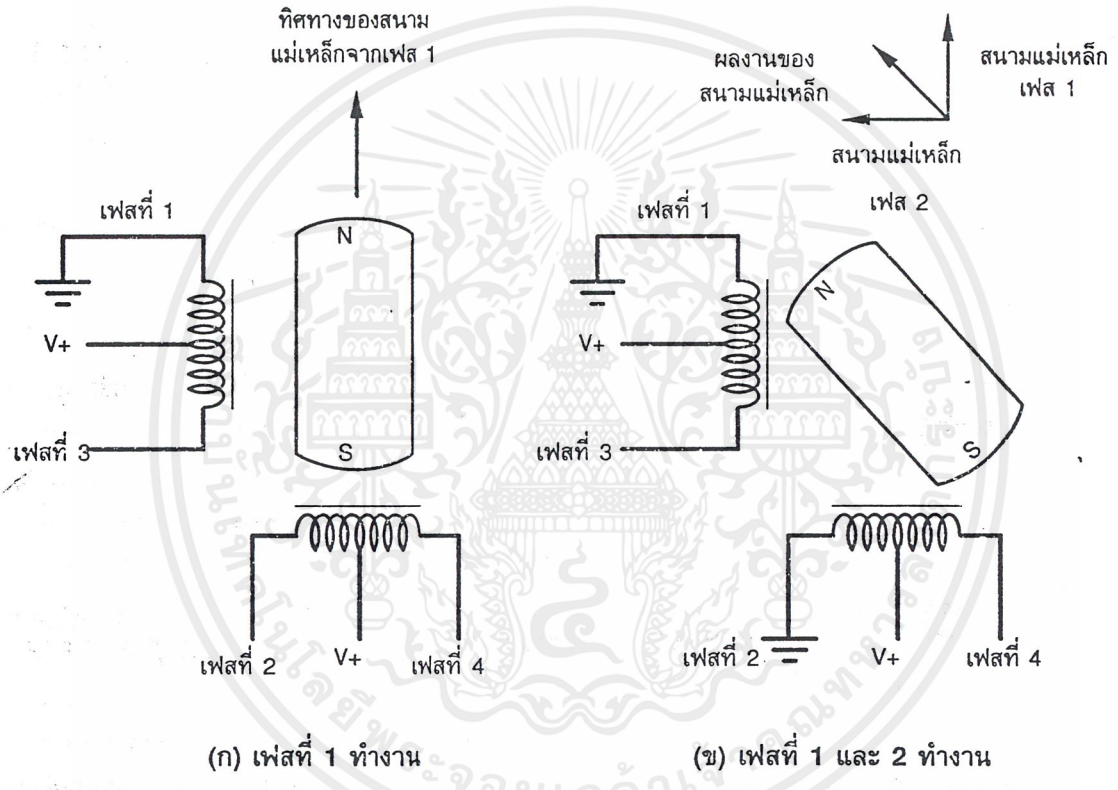
การควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบคือ

1) **แบบเวฟ (Wave)** เป็นการกระตุ้นรูปแบบที่ง่ายที่สุด โดยกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งและเรียงถัดกันไป ดังตาราง

เสต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงทิศทางการหมุนโรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบ 2 เฟส (Two Phase) เป็นการกระตุ้นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งคล้ายกับแบบเวฟ แต่จ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกันและเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟ ดังตาราง

เสต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส

3) แบบครึ่งสเต็ป (Half Step) เป็นรูปแบบผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟและแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อรอบอีกตัวหนึ่ง จะกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเป็นลำดับดังตาราง

เสต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	-	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	ทำงาน	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

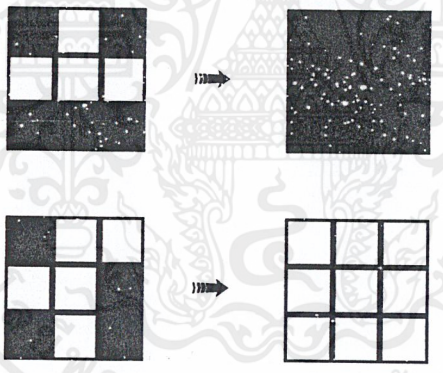
ตารางที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ระบบการประมวลผลภาพ

รูปแบบในการประมวลผลภาพนั้นได้มีผู้คิดค้นหลากหลายวิธีแต่สำหรับวิธีที่ทำการประมวลผลภาพในโครงงานนี้มีหลักในการประมวลผลภาพอยู่ 4 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. เริ่มจากการรับภาพจากกล้อง CCD ไร้สาย โดยอาศัยคอมโพเนนสำหรับโปรแกรม Delphi
2. ทำการปรับปรุงภาพ **(Image Enhancement)** ที่ได้ให้เหลือแต่ขอบถนนโดยใช้กรรมวิธีตรวจสอบภาพทีละ เมติกซ์ 3×3 ว่าถ้าเกิดในเมติกซ์ นี้มีจำนวนจุดสีดำ 5 จุดขึ้น ก็ให้เปลี่ยนทั้งเมติกซ์นั้นเป็นสีดำและถ้าขาวมากกว่า 5 จุดก็ให้เปลี่ยนทั้งเมติกซ์นั้นเป็นสีขาว จนครบทั้งภาพ ทั้งนี้อาศัยความคิดที่ว่าถ้าเป็นภาพรบกวน มันจะอยู่อย่างกระจัดกระจายดังนั้นในหนึ่งเมติกซ์ถ้าเป็นภาพรบกวนก็จะมีจุดขาวไม่เกิน 5 ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นสีดำ ดังนั้นภาพที่ทำการปรับปรุงข้อมูลภาพแล้วเหลือเพียงขอบถนนเป็นสีขาวและที่เหลือจะเป็นสีดำอย่างชัดเจน



รูปที่ 4.1 แสดงวิธีการปรับปรุงภาพ (Image Enhancement)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอนตรวจสอบสภาพถนนว่าภาพถนนที่รับได้จากกล้อง CCD ไร้สายนั้นเป็นถนนที่ควรให้รถวิ่งตรง,เลี้ยวซ้าย หรือเลี้ยวขวา หลักการของขั้นตอนนี้ดูได้จาก Flow Chart และสามารถอธิบายอย่างคร่าวๆได้ดังนี้ เริ่มจากการแบ่งการตรวจสอบภาพเป็น 4 ส่วนดังรูป

รูปที่ 4.2 แสดงรูปการแบ่งส่วนของการตรวจสอบภาพที่รับได้มา

กรณีที่ 1. เจอขอบที่ส่วน 1 และเจอขอบที่ส่วน 2

กรณีที่ 2. ไม่เจอขอบที่ส่วน 1 แต่เจอขอบที่ส่วน 2

กรณีที่ 3. เจอขอบที่ส่วน 1 แต่ไม่เจอขอบที่ส่วน 2

กรณีที่ 4. ไม่เจอขอบที่ส่วน 1 และไม่เจอขอบที่ส่วน 2

โดยแต่ละกรณีสามารถแบ่งออกได้เป็นกรณีย่อยๆได้อีกดังนี้

- **กรณีที่ 1. เจอขอบที่ส่วน 1 และเจอขอบที่ส่วน 2**

  1.1 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าไม่เกิน 8 ให้วิ่งตรง

  1.2 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนเกินค่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวซ้าย

  1.3 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนมีค่าน้อยกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีที่ 2. ไม่เจอขอบที่ส่วน 1 แต่เจอขอบที่ส่วน 2

2.1 เจอขอบที่ส่วน 3

2.1.1 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าไม่เกิน 8 ให้วิ่งตรง

2.1.2 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนเกินค่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวซ้าย

2.1.3 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนมีค่าน้อยกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวขวา

2.2 ไม่เจอขอบที่ส่วน 3

2.2.1 เปรียบเทียบค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 4 กับส่วนที่ 2แล้ว ค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 4 มากกว่าส่วนที่ 2 ให้เลี้ยวขวา

2.2.2 เปรียบเทียบค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 4 กับส่วนที่ 2แล้ว ค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 4 น้อยกว่าส่วนที่ 2 ให้เลี้ยวซ้าย

- กรณีที่ 3 เจอขอบที่ส่วน 1 แต่ไม่เจอขอบที่ส่วน 2

3.1 เจอขอบที่ส่วน 3

3.1.1 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าไม่เกิน 8 ให้วิ่งตรง

3.1.2 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนเกินค่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวซ้าย

3.1.3 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนมีค่าน้อยกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวขวา

3.2 ไม่เจอขอบที่ส่วน 3

3.2.1 เปรียบเทียบค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 3 กับส่วนที่ 1 แล้ว ค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 4 มากกว่าส่วนที่ 2 ให้เลี้ยวขวา

3.2.2 เปรียบเทียบค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 3 กับส่วนที่ 1 แล้ว ค่าตำแหน่งที่จุดขอบส่วนที่ 4 น้อยกว่าส่วนที่ 2 ให้เลี้ยวซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีที่ 4 ไม่เจอขอบที่ส่วน 1 และไม่เจอขอบที่ส่วน 2

4.1 เจอขอบที่ส่วน 3 และเจอขอบที่ส่วน 4

4.1.1 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าไม่เกิน 8 ให้วิ่งตรง

4.1.2 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนเกินค่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวซ้าย

4.1.3 ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางของถนนกับจุดศูนย์กลางมีค่าเกิน 8 และจุดกึ่งกลางของถนนมีค่าน้อยกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวขวา

4.2 ไม่เจอขอบที่ส่วน 3 แต่เจอขอบที่ส่วน 4

4.2.1 เปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางถนนกับจุดศูนย์กลาง ถ้าน้อยกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวซ้าย

4.2.2 เปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางถนนกับจุดศูนย์กลาง ถ้ามากกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวขวา

4.3 เจอขอบที่ส่วน 3 แต่ไม่เจอขอบที่ส่วน 4

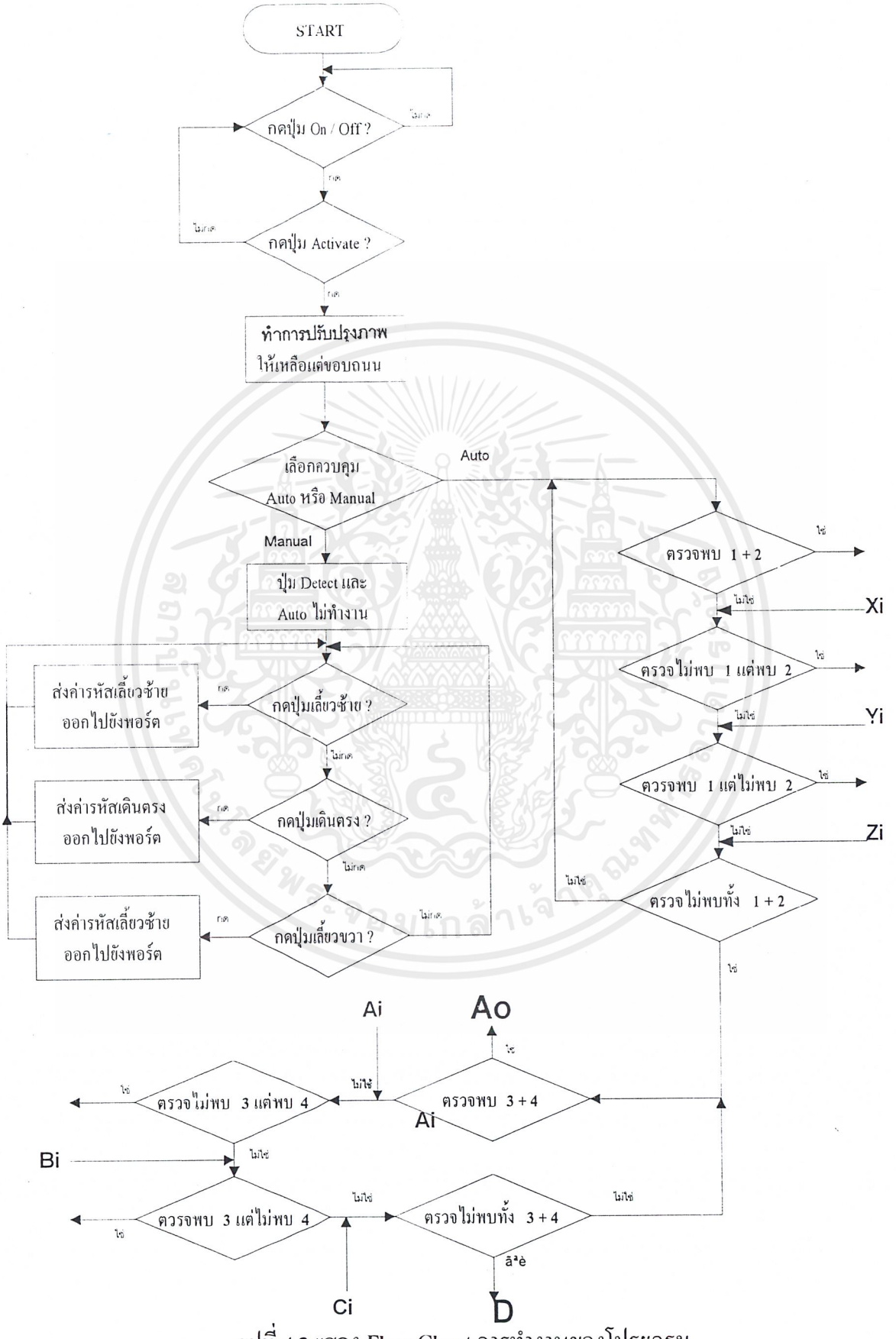
4.3.1 เปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางถนนกับจุดศูนย์กลาง ถ้าน้อยกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวซ้าย

4.3.2 เปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างจุดกึ่งกลางถนนกับจุดศูนย์กลาง ถ้ามากกว่าจุดศูนย์กลาง ให้เลี้ยวขวา

4.4 ไม่เจอขอบส่วน 3 และไม่เจอขอบส่วน 4

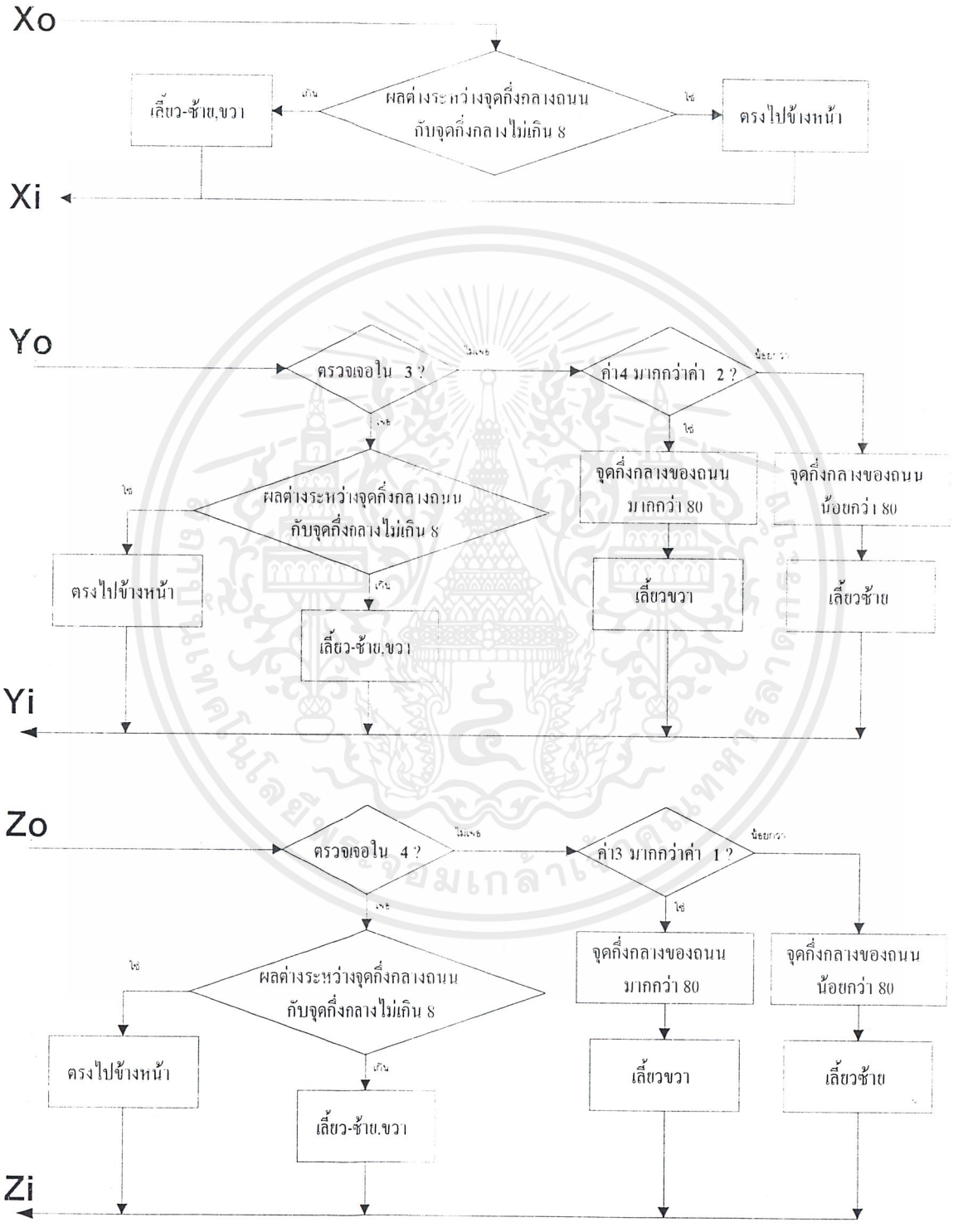
ให้หยุดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



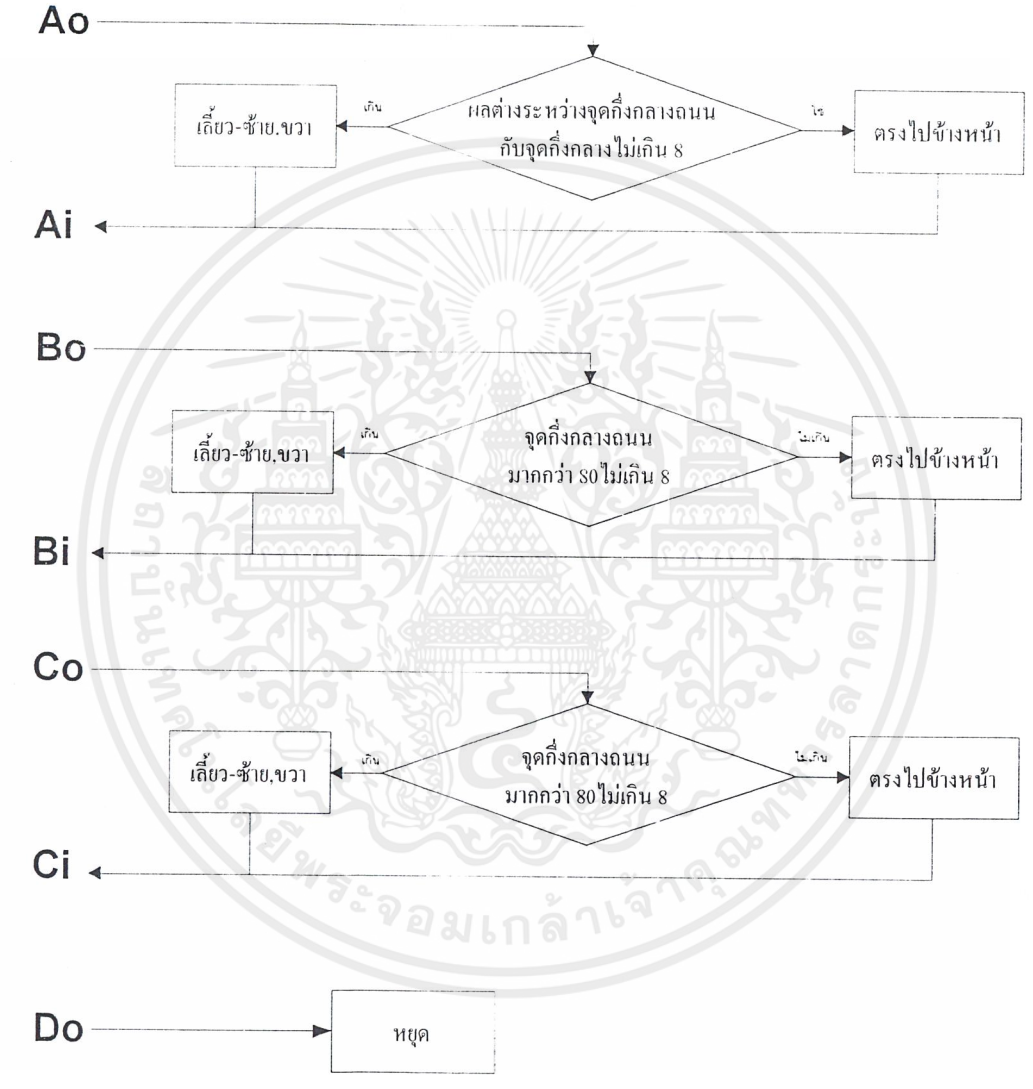
รูปที่ 4.3 แสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 (ต่อ) แสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

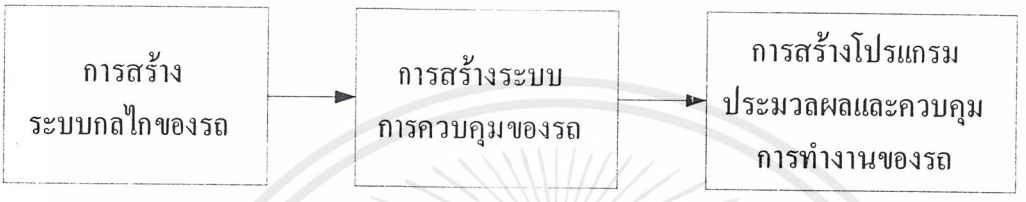


รูปที่ 4.3 (ต่อ) แสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ขั้นตอนการสร้างโครงงาน

เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงขั้นตอนการสร้างโครงงาน เพื่อให้การสร้างโครงงานเป็นไปตามลำดับและไม่ยุ่งยากสับสนต่อการทำความเข้าใจ โดยลำดับการสร้างโครงงานสามารถแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้

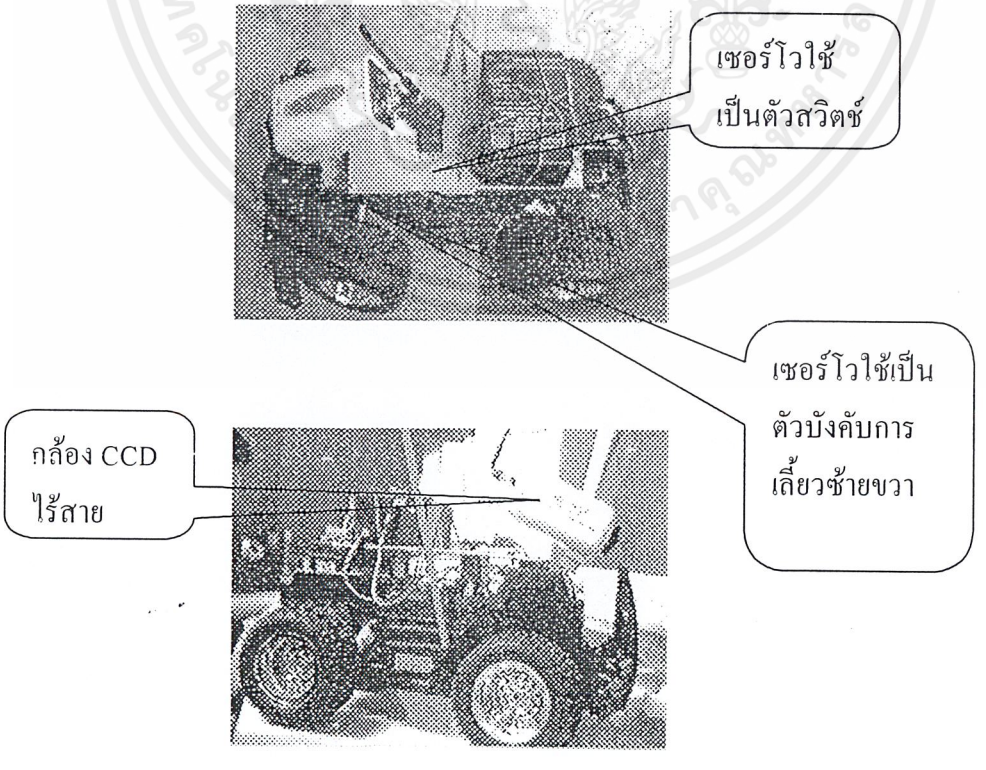


รูปที่ 5.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมลำดับการสร้างโครงงาน

จากบล็อกไดอะแกรมข้างต้นสามารถอธิบายขั้นตอนได้ดังนี้

5.1 ขั้นตอนการสร้างระบบกลไกของรถ

ขั้นตอนนี้ได้นำชุดวิทยุบังคับการหมุนเซอร์โว 2 ตัวมาใช้ ตัวแรกนำมาใช้เป็นตัวบังคับการเลี้ยวซ้ายขวา และอีกตัวนำมาใช้เป็นตัวสวิตช์ควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ ตรงส่วนหน้าของรถมีกล้อง CCD ไร้สายติดตั้งเพื่อส่งภาพถนนไปสู่เครื่องรับที่ตัวคอมพิวเตอร์



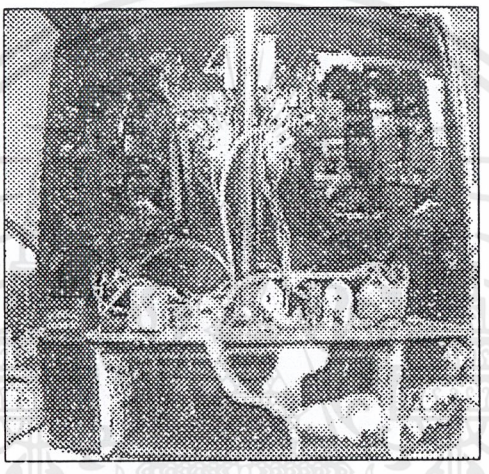
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 แสดงระบบกลไกของรถ

5.2 ขั้นตอนการสร้างระบบควบคุม

ในโครงงานนี้มีระบบควบคุมที่เลือกใช้อยู่ 2 ระบบ

ระบบแรก เป็นระบบรับค่าจากพอร์ตขนานเข้าสู่วงจรแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอกเพื่อเปลี่ยนเป็นค่าแรงดันเพื่อไปปรับเปลี่ยนค่าโวล์ทที่ตัววงจรเครื่องส่งวิทยุเพื่อให้เครื่องส่งสามารถส่งค่าควบคุมรถได้ตามความต้องการ แสดงดังรูป



รูปที่ 5.3 แสดงตำแหน่งขากลางของตัวต้านทานปรับค่าได้ที่ถูกควบคุมด้วยแรงดันจากDAC

ระบบสอง เป็นระบบรับค่าจากพอร์ตขนานเข้า วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุม สเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุน โดยสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะไปหมุนตัวความต้านทานแบบปรับค่า

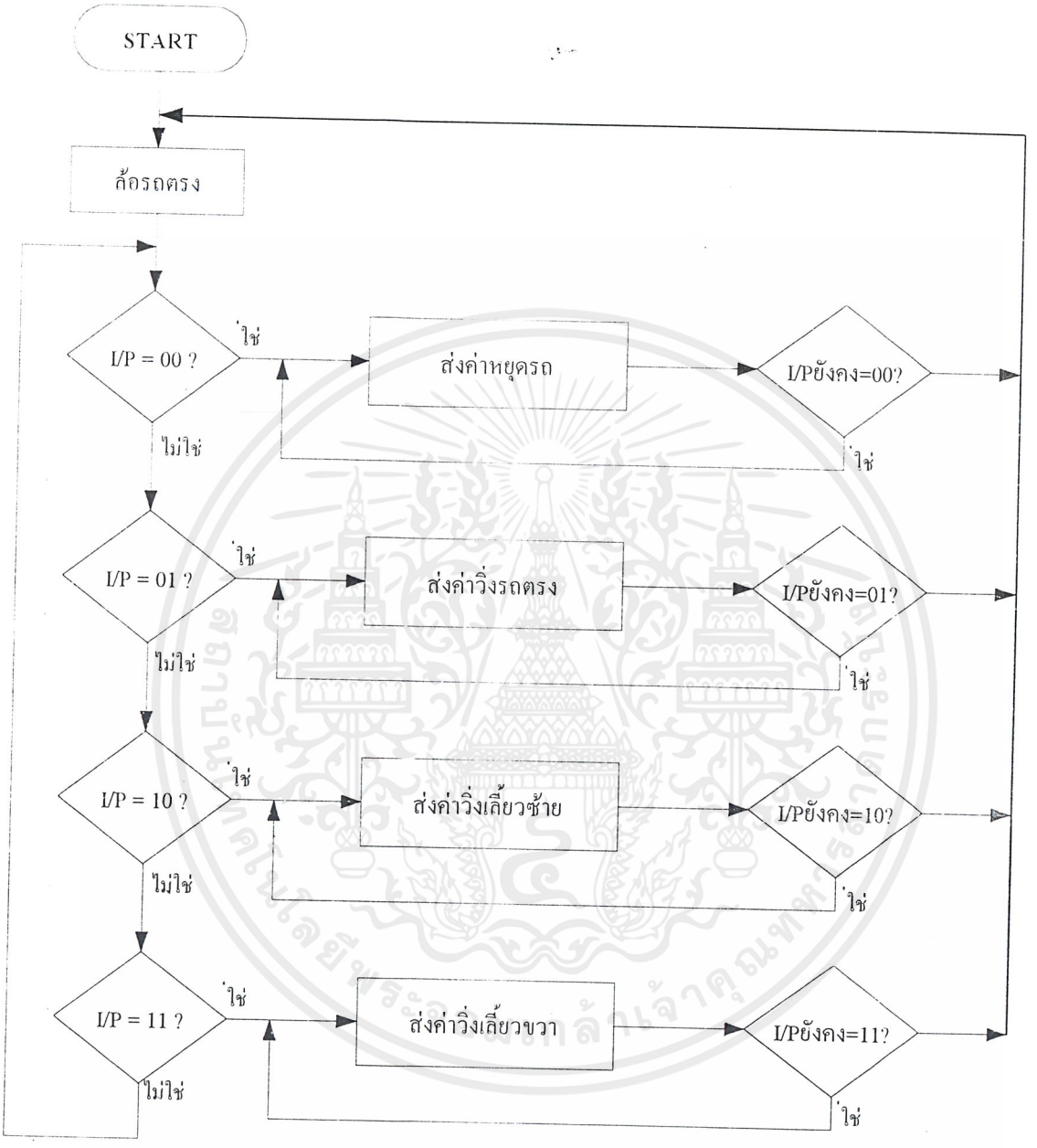
จากที่ได้ทำการสร้างทั้งสองระบบเพื่อทำการเปรียบเทียบกันแล้วพบว่าการทำงานของระบบสองจะดีกว่าคือมีการทำงานที่มีเสถียรภาพกว่าเพราะจะไม่มีสัญญาณใดๆเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณวิทยุ เพราะเป็นการใช้การทำงานของกลไกมาควบคุมการโยกคันบังคับวิทยุแทน

วงจรที่ได้สร้างขึ้นเพื่อทำการควบคุมวิทยุบังคับแสดงดังรูปท้ายบท

5.2.1 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

การทำงานของ MCS-51 นั้นจะคอยให้ตรวจสอบการรับสัญญาณอินพุทจากพอร์ขนานของคอมพิวเตอร์ว่าตรงกันเงื่อนไขใด ก็จะสั่งงานให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ทำการหมุนโวลุ่มให้ถูกต้องสามารถแสดงได้ดังโฟลวชาร์ทต่อไปนี้

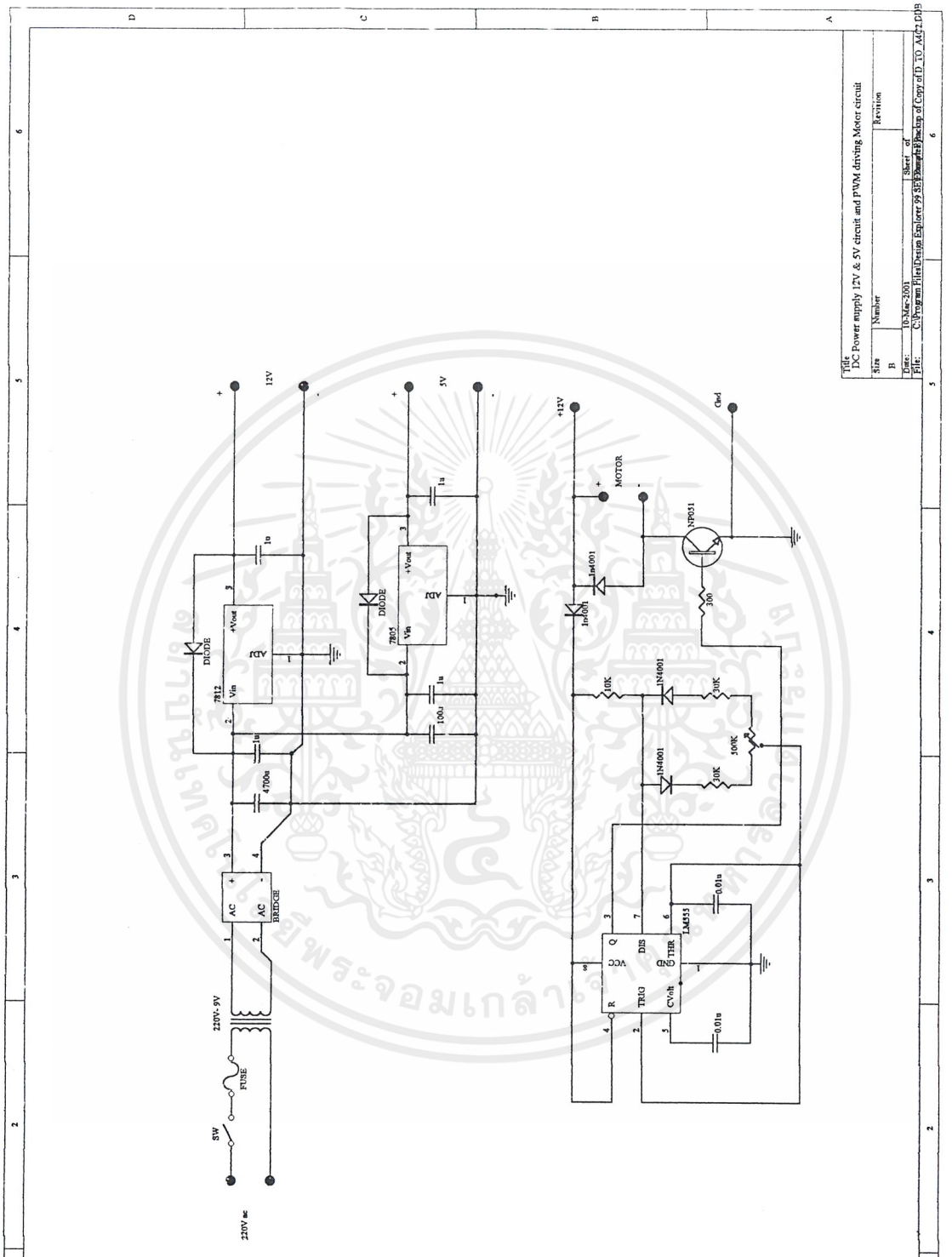
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดง Flow Chart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

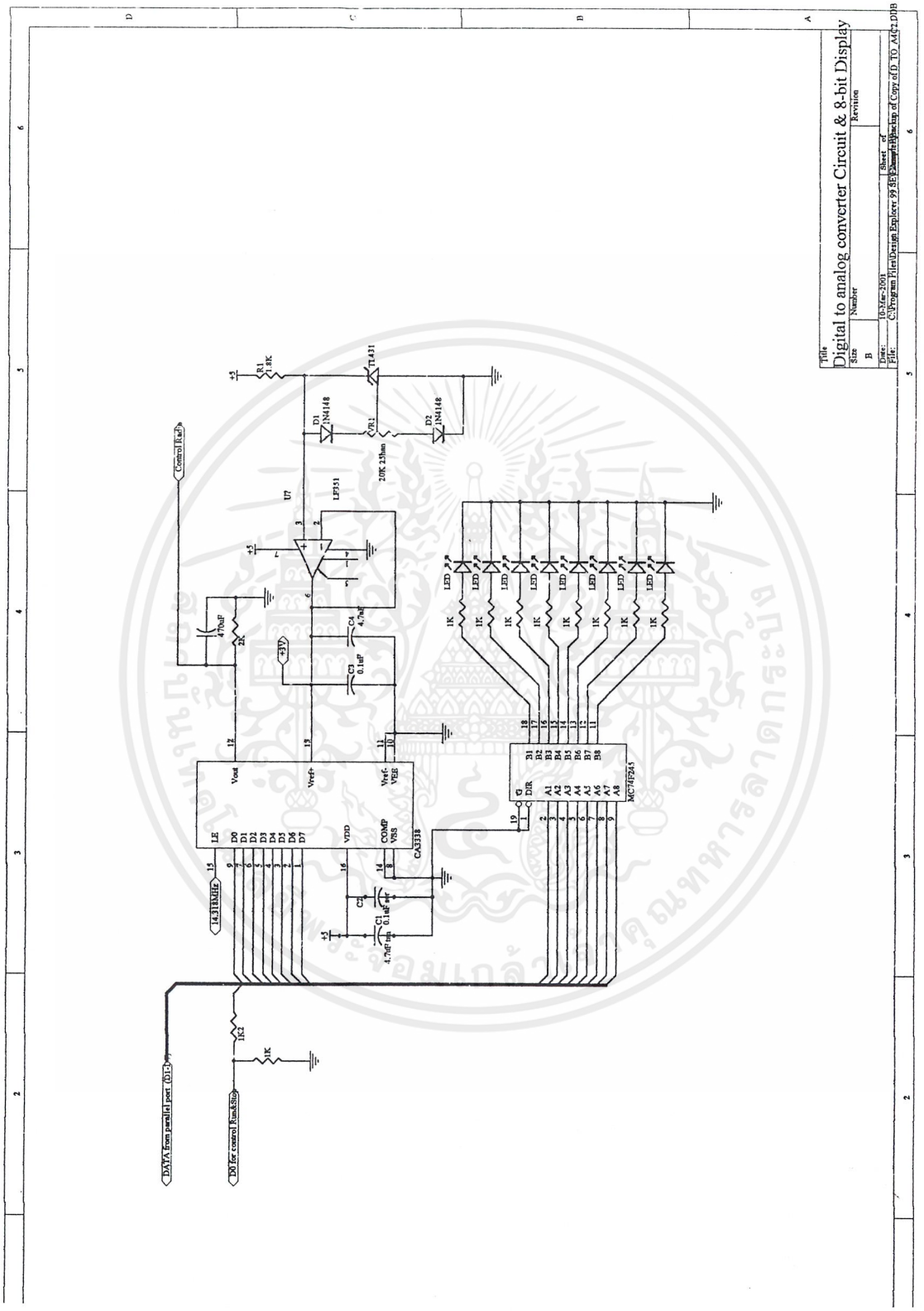
โปรแกรมแอสเซมบลีของการสั่งงานด้วย MCS-51ได้แสดงอยู่ในส่วนของภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



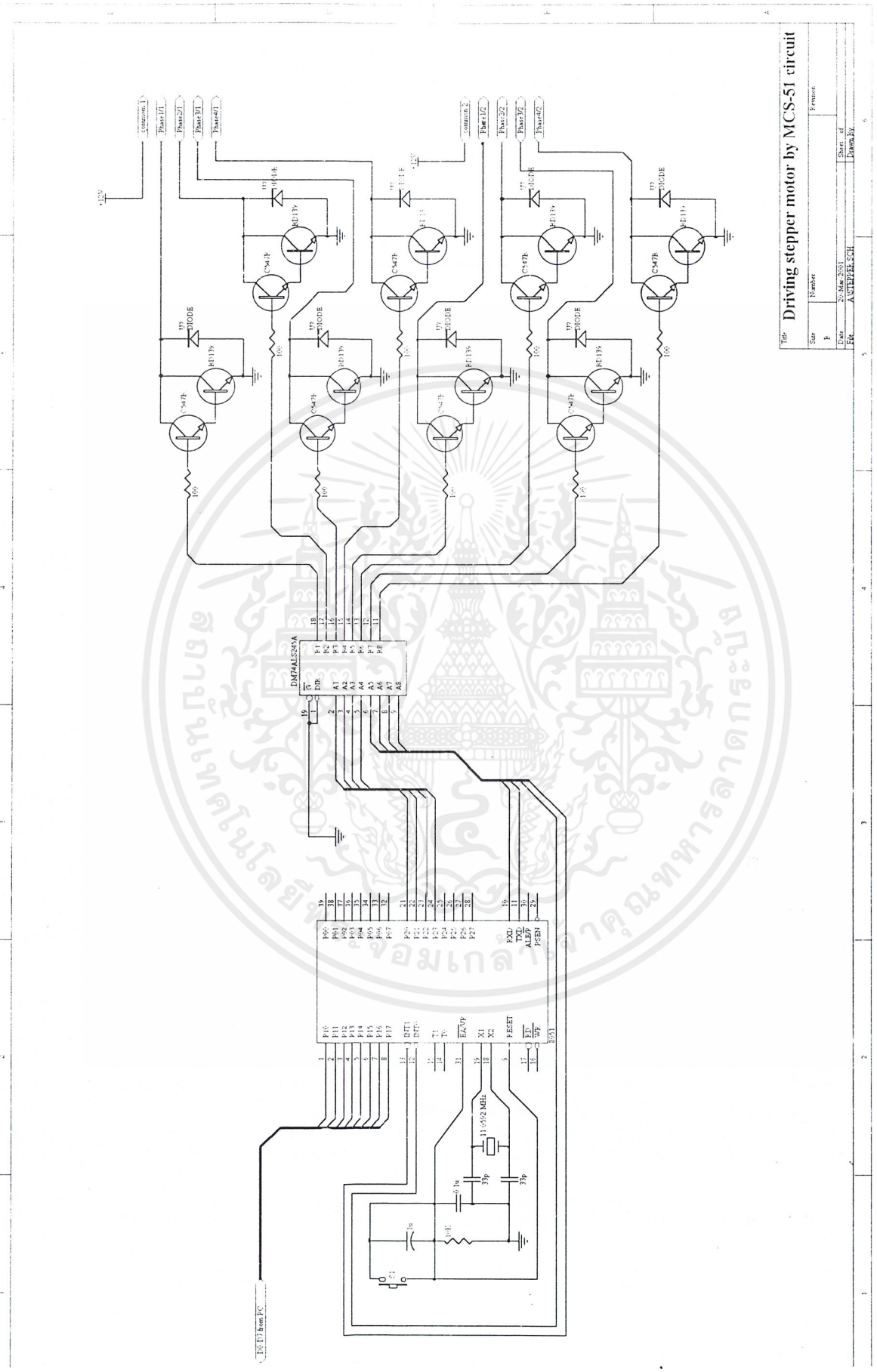
รูปที่ 5.5 แสดงวงจรไฟเลี้ยงและวงขับDC มอเตอร์12โวลต์ แบบ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงวงจรแปลงรหัสสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกและวงจรแสดงผลข้อมูล 8บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการหมุนสเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม

จากโฟล์วชาร์ทในเรื่องการประมวลผลภาพ เราใช้หลักการดังกล่าวมาสร้างเป็นโปรแกรมได้ โดยอาศัย การรับสัญญาณภาพ, การนำสัญญาณภาพมาทำการฟิลเตอร์และประมวลผล, จากนั้นก็จะส่งเอาท์พุทผ่านทางพอร์ตขนานเพื่อให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ทำการควบคุมการบังคับวิทยุอย่างถูกต้องต่อไป Source Code ของโปรแกรมประมวลผลและควบคุมการขับเคลื่อนรถได้แนบไว้ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองในโครงงานนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลองดังนี้ คือ

1. การทดลองการขับสเต็บปิ้งมอเตอร์เพื่อควบคุมทิศทางและการวิ่งของรถ
2. การทดลองโปรแกรมกับภาพถนนที่ได้รับจากกล้อง CCD
3. การทดลองเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมกับการควบคุมการขับสเต็บปิ้งมอเตอร์เพื่อควมคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของรถ

โดยแต่ละการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

6.1 การทดลองที่ 1 เรื่องการหาจำนวนสเต็ปที่ใช้หมุนโวลุ่ม

จากการทดลองหาจำนวนสเต็ปที่ให้ทำการหมุนโวลุ่มควบคุมการเคลื่อนที่พบว่า

6.1.1 จำนวนสเต็ปที่ใช้หมุนโวลุ่มให้เลี้ยวขวา

- เริ่มแรกปรับโวลุ่มให้ล้อรถอยู่ในตำแหน่งล้อตรง
- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 1000 คือ เฟสที่ 1 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไปทางขวาไป 1 สเต็ป
- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 0100 คือ เฟสที่ 2 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไปทางขวาไปอีก 1 สเต็ป
- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 0010 คือ เฟสที่ 3 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไปทางขวาไปอีก 1 สเต็ป เป็นสเต็ปที่เลี้ยวขวาสุดแล้ว
- ดังนั้นพอทริกไฟ 12โวลต์ตามลำดับเฟสจากϕ3 ไป ϕ4 ไป ϕ1 ไป ϕ2 จะเลี้ยวล้อจากตรงกลางไปทางขวา
- พอทริกไฟ 12โวลต์กลับลำดับเฟสจากϕ2 ไป ϕ1 ไป ϕ4 ไป ϕ3 จะเลี้ยวล้อจากขวาสุก กลับมาเป็นล้อตรงเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.2 จำนวนสเต็ปที่ใช้หมุนโวลุ่มให้เลี้ยวซ้าย

- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 0010 คือ เฟสที่ 3 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับให้ล้อตรง
- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 0100 คือ เฟสที่ 2 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับเลี้ยวซ้ายไปเล็กน้อย
- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 1000 คือ เฟสที่ 1 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับเลี้ยวไปทางซ้ายสุด
- แต่เมื่อทำการป้อนแรงดันทริกกลับลำดับคืนเป็น 0100 คือ เฟสที่ 2 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์เลี้ยวคืนกลับมาทางขวาน้อยมาก ไม่เหมือนกรณีการขับสเต็ปจากเลี้ยวขวาคืนตรงกลาง
- และเมื่อทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 0010 คือ เฟสที่ 3 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น 12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับเลี้ยวไปทางขวาเกือบจะล้อตรง ทั้งที่ควรจะเป็นตำแหน่งล้อตรง
- เมื่อลองทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 0001 คือ เฟสที่ 4 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็น 12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับเลี้ยวมาเป็นล้อตรงตามต้องการ จึงเป็นค่าที่ต้องทำการชดเชยด้วย
- ดังนั้นสรุปได้ว่าการเลี้ยวซ้ายคืนกลับมาเป็นล้อตรงทุกครั้งต้องทำการชดเชยอีกหนึ่งเฟส

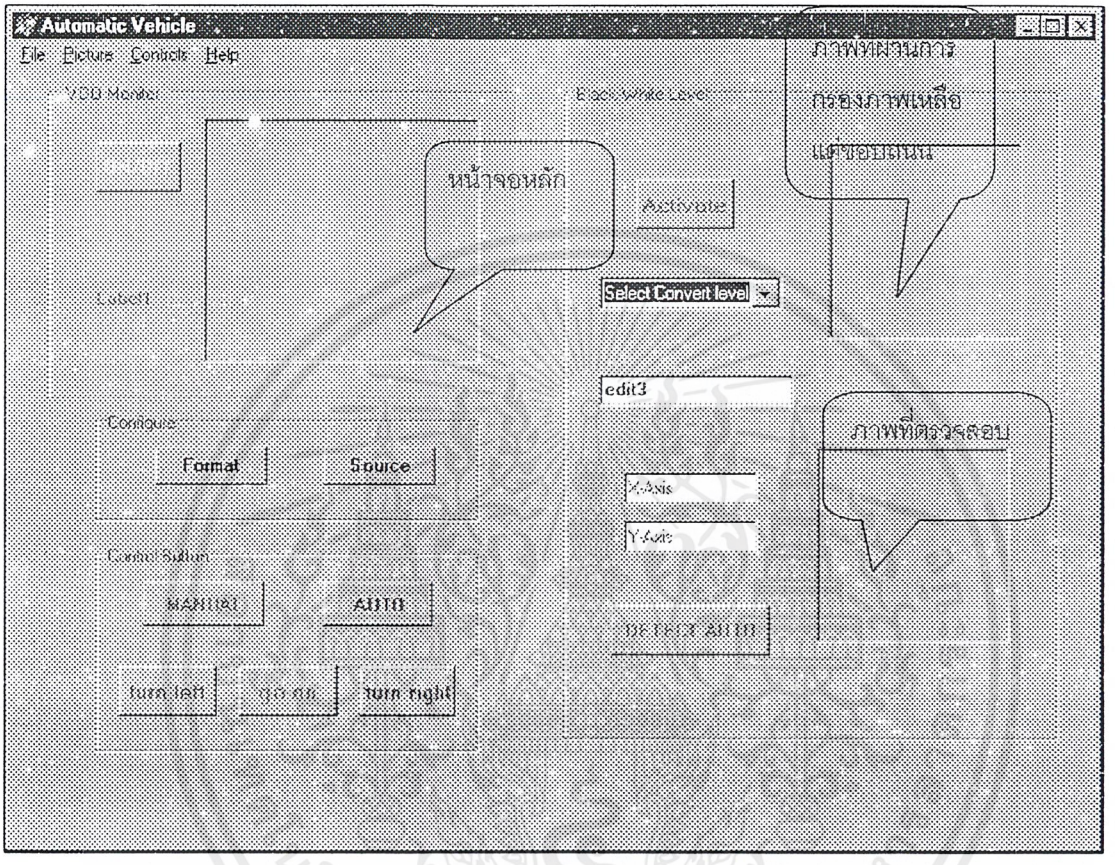
6.1.3 จำนวนสเต็ปที่หมุนควบคุมการวิ่งและหยุดของรถ

- เริ่มต้นเปิดเครื่องส่งวิทยุ
- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 0100 คือ เฟสที่ 2 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวที่ 2เป็น 12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับสั่งงานให้รถวิ่ง
- ทำการป้อนแรงดันทริกเป็น 1000 คือ เฟสที่ 1 ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวที่ 2เป็น 12โวลต์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมวิทยุบังคับสั่งงานให้รถหยุด

อนึ่งการกำหนดค่าในการขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถทำการปรับแต่งทาง Hardware ได้ ที่แป้นหมุนเซอร์โว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

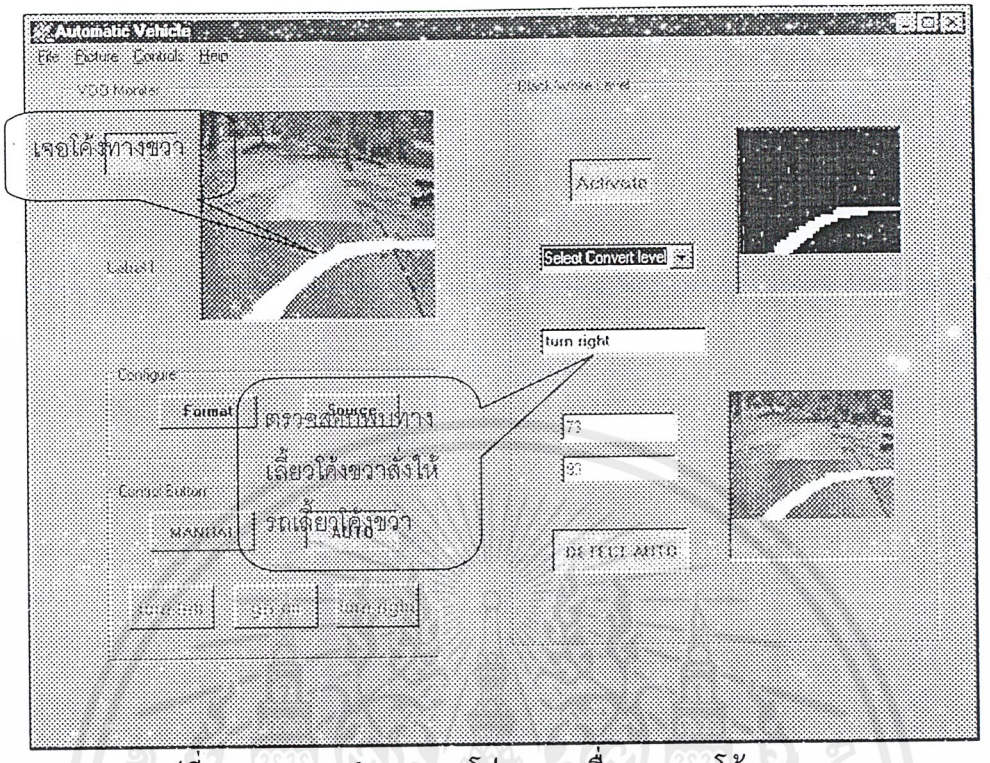
6.2 การทดลองที่ 2 เรื่องการรับภาพ, การประมวลผลภาพและ การส่งค่าควบคุม



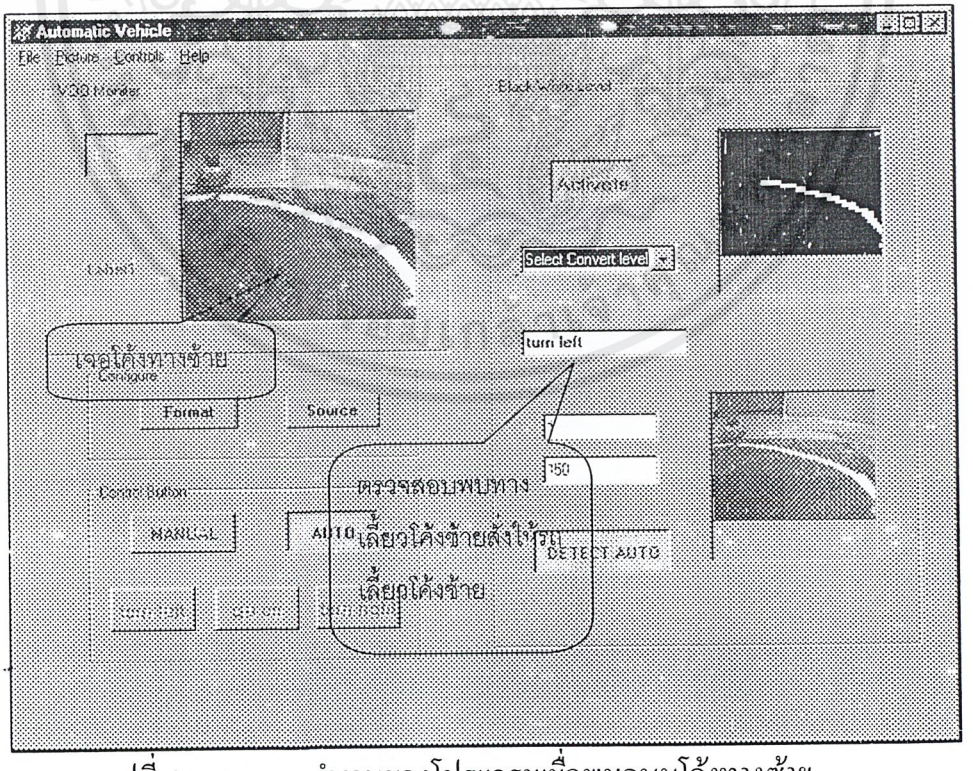
รูปที่ 6.1 แสดงรายละเอียดออปเจคโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้น

การทดลองนี้ได้ทำการเขียนโปรแกรมรับภาพจากกล้อง CCD เมื่อกดปุ่ม On/Off ภาพที่ได้จะแสดงที่หน้าจอหลัก จากนั้นกดปุ่ม Activate จะทำการกรองภาพให้เหลือแต่ขอบถนนเป็นสีขาวนอกเหนือจากขอบถนนเป็นภาพสีดำทั้งหมด โปรแกรมนี้มีให้เลือกว่าจะควบคุมแบบ อัตโนมัติหรือแบบควบคุมด้วยตนเอง โดยถ้าเลือกควบคุมด้วยตนเองก็จะสามารถเลือกให้รถเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวาได้ตามความต้องการ และถ้าเลือกการควบคุมแบบอัตโนมัติหลังจากกดปุ่ม DETECT แล้วรถจะขับเคลื่อนอัตโนมัติตามลักษณะถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

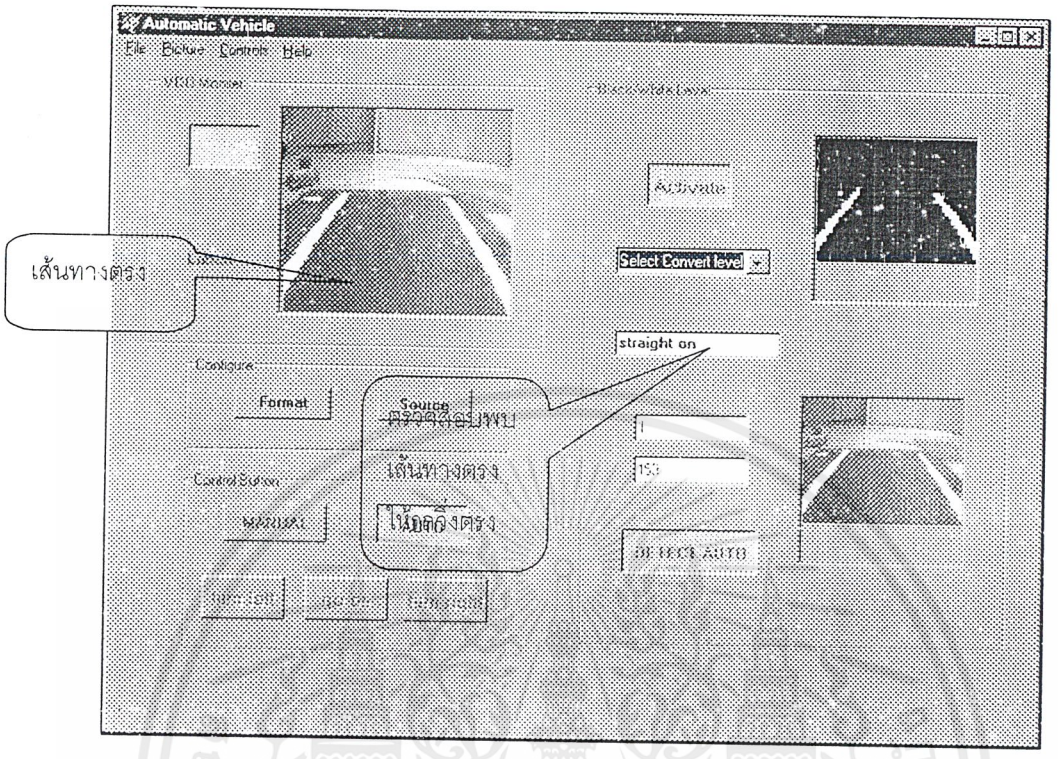


รูปที่6.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อพบถนนโค้งขวา

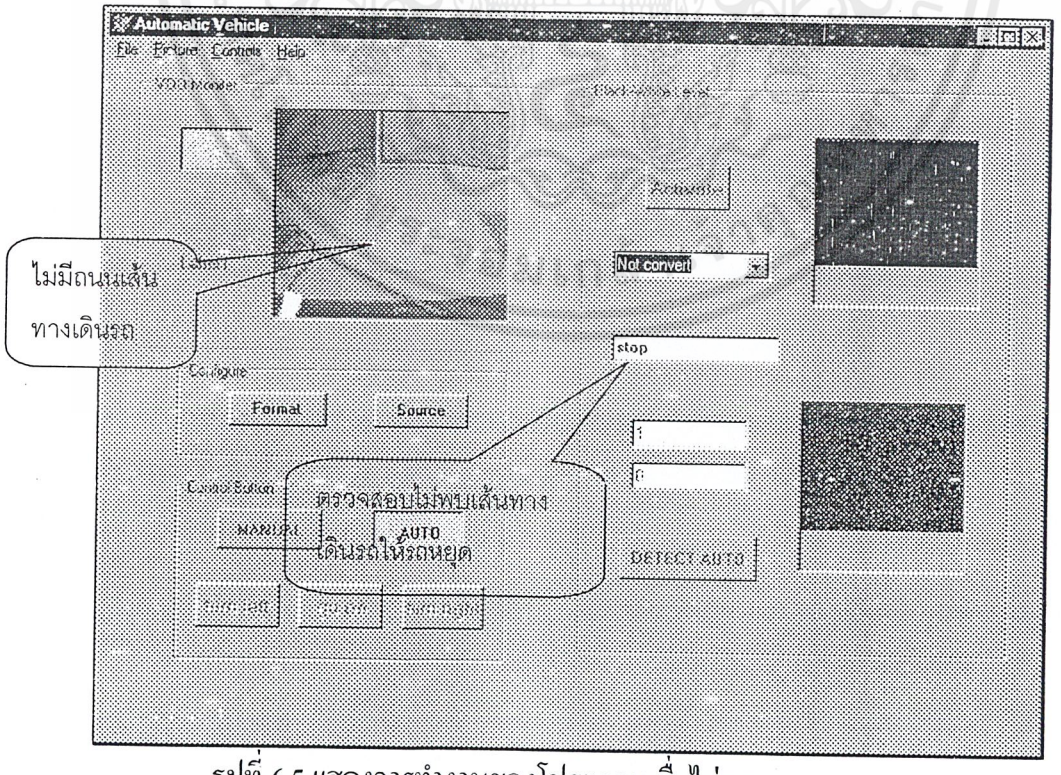


รูปที่ 6.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อพบถนนโค้งทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อพบถนนตรง



รูปที่ 6.5 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อไม่พบขอบถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองแบบเลือกการควบคุมแบบอัตโนมัติได้ผลการทดลองดังรูปข้างต้นและสามารถเขียนเป็นตารางได้ดังนี้

ลักษณะถนน	ตรวจสอบพบ	จำนวนครั้งตรวจสอบถูกต้อง	จำนวนครั้งตรวจสอบผิดพลาด	% ความผิดพลาด
ถนนโค้งซ้าย	เลี้ยวซ้าย	9	1	10
ถนนโค้งขวา	เลี้ยวขวา	8	2	20
ถนนตรง	ตรง	6	4	40
สุดขอบถนน	หยุด	10	10	0

ตารางที่ **6.1** แสดงผลการตรวจสอบลักษณะถนน

หมายเหตุ ตารางการทดลองได้จากการทดลองเลื่อนล้อตามผลการตรวจสอบ ในถนนจำลองที่มีทางโค้งซ้าย และทางโค้งขวาจำนวน 10 ครั้ง

6.3 การทดลองที่ 3

การทดลองนี้เป็นการทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม DELPHI ที่เขียนบนคอมพิวเตอร์กับการสั่งงานขับสเต็บปิ้งมอเตอร์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมทิศทางการขับเคลื่อนของล้อรถ

ในโปรแกรมมีวิธีการสั่งงานอยู่ 2 วิธี คือแบบ การควบคุมอัตโนมัติ กับแบบควบคุมด้วยตนเอง

- เมื่อทำการกดปุ่ม MANAUL เป็นการเลือกการควบคุมด้วยตนเองมีผลการทดลองดังนี้

กดปุ่ม	สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 1	สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 2	ทิศทางการเคลื่อนที่
เลี้ยวซ้าย	หมุนซ้าย	หมุน	เลี้ยวซ้ายแล้ววิ่ง
วิ่งตรง	ไม่หมุน	หมุน	วิ่งตรง
เลี้ยวขวา	หมุนขวา	หมุน	เลี้ยวขวาแล้ววิ่ง

ตารางที่ 6.2 แสดงผลการตรวจสอบการคอมคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

หมายเหตุ สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 1 ควบคุมการเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา

สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 2 ควบคุมการวิ่งของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อทำการกดปุ่ม AUTO เป็นการเลือกการควบคุมแบบอัตโนมัติมีผลการทดลองดังนี้

ลักษณะถนน	สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 1	สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 2	ทิศทางการเคลื่อนที่
โค้งซ้าย	หมุนซ้าย	หมุน	เลี้ยวซ้ายแล้ววิ่ง
ทางตรง	ไม่หมุน	หมุน	วิ่งตรง
โค้งขวา	หมุนขวา	หมุน	เลี้ยวขวาแล้ววิ่ง
ค่อนไปทางขวา	หมุนซ้าย	หมุน	เลี้ยวซ้ายแล้ววิ่ง
ค่อนไปทางซ้าย	หมุนขวา	หมุน	เลี้ยวขวาแล้ววิ่ง

ตารางที่ 6.3 แสดงผลการทดลองควบคุมการขับเคลื่อนอัตโนมัติ

หมายเหตุ สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 1 ควบคุมการเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา
สเต็บปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 2 ควบคุมการวิ่งของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทสรุป

จากขอบเขตของโครงงานจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ซึ่งส่วนของซอฟแวร์ทำการเขียนโปรแกรมเดลไฟเพื่อให้สามารถรับภาพจากกล้อง CCD และนำมาประมวลผลภาพถนนเพื่อวิเคราะห์ว่าถนนลักษณะที่ได้รับมานั้นเป็นถนนตรง ถนนโค้งซ้ายหรือโค้งขวา จากนั้นส่งค่าข้อมูลออกทางพอร์ตขนาน ป้อนเข้าสู่วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเขียนโปรแกรมแอสเซมบลี่ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการขับสเต็บปิ้งมอเตอร์ ซึ่งตัวสเต็บปิ้งมอเตอร์นี้จะไปหมุนตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ในตัวเครื่องส่งวิทยุ เพื่อบังคับทิศทางล้อรถให้ขับเคลื่อนบนถนนได้อย่างถูกต้อง

ในโครงงานนี้การควบคุมการเคลื่อนที่มี 2 แบบคือแบบ การควบคุมด้วยตนเอง (Manual) และ การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic) ในส่วนของการควบคุมด้วยตนเอง ความผิดพลาดจะอยู่ที่ตัวคนที่ควบคุมและในส่วนการควบคุมแบบอัตโนมัติยังคงมีความผิดพลาดอยู่บ้างทั้งตัวโปรแกรม สภาพแสงที่ตกกระทบบนถนน รวมทั้งการเคลื่อนที่ของรถจะต้องควบคุมให้เคลื่อนที่อย่างช้าๆ เพื่อให้สามารถประมวลผลได้ทัน

ซึ่งตัวโปรแกรมสามารถนำไปพัฒนาให้มีความฉลาดในการตัดสินใจของรถมากขึ้นได้ขึ้นกับตัวบุคคลผู้พัฒนาโปรแกรมจะใช้วิธีไหนในการวิเคราะห์สภาพถนน ส่วนสภาพของแสงที่ตกกระทบสามารถปรับเปลี่ยนได้ที่ปุ่ม SOURCE ให้เข้ากับสภาพของแสงได้ และถ้าเราใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วในการประมวลผลสูง ก็จะสามารถทำให้รถทำงานตามคำสั่งเข้าใกล้แบบ Real Time มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

- Source code โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์
- **Source code ของโปรแกรมรับและประมวลผลภาพและควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ**
- **ข้อมูลทางเทคนิคของชุดวิทยุรับส่ง FUTABA**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit abc;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, parport, Buttons, IEOpenSaveDlg, ImageEnIO, ImageEnProc,
  ImageEnView, VideoCap, ExtCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    ImageEnVideoView1: TImageEnVideoView;
    ImageEnProc1: TImageEnProc;
    ImageEnIO1: TImageEnIO;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Timer1: TTimer;
    Timer2: TTimer;
    Timer3: TTimer;
    Timer4: TTimer;
    Timer5: TTimer;
    Timer6: TTimer;
    ParPort1: TParPort;
    procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Button1MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
      Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

```
ORG    0000H
       LJMP   MAIN
       ORG    0030H
MAIN:  MOV P2,#00H
       MOV P1,#00H
       MOV P3,#00H
TEST:  MOV A,P1
       XRL A,#00       ;ค่าหยุด
       JZ  STOP
       MOV A,P1
       XRL A,#01       ;ค่าตรง
       JZ  STRON
       MOV A,P1
       XRL A,#02       ;ค่าเลี้ยวซ้าย
       JZ  TURNLF
       MOV A,P1
       XRL A,#03       ;ค่าเลี้ยวขวา
       JNZ STOP
       LJMP TURNRT

STOP:  JMP TEST
STRON: MOV A,#33H
       RL A
       MOV P3, A       ;0010 เริ่มให้ล้อวิ่ง
       CALL DELAY
       RL A
       MOV P3, A       ;0100
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A       ;1000
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A       ;0001
       CALL   DELAY
       CALL DELA
       RR A
       MOV P3,A        ;1000  ถอยกลับให้หยุด
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P3,A        ;0100
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P3,A        ;0010
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P3,A        ;0001
CALL   DELAY
JMP TEST

TURNLF: MOV A,#66H
       RL A
       MOV P2, A       ;0010
                       ; ให้ล้อเลี้ยวซ้าย
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P2, A       ;0100
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P2, A       ;1000
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P2, A       ;0001
CALL   DELAY

TURNLF_1: MOV A,#33H
       RL A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV P3, A          ;ให้ล้อวิ่ง
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A
CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A
CALL   DELAY
CALL DELA
       RR A
       MOV P3,A    ;ให้ล้อหยุด
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P3,A
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P3,A
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P3,A
CALL   DELAY

       MOV A,P1
       XRL A,#02   ;ค่าเลี้ยวซ้าย
       JZ  TURNLF_1

  MOV A,#66H
       RR A
       MOV P2,A    ;1000 คืนค่า
ให้ล้อตรง
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P2,A  ;0100
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P2,A  ;0010
CALL   DELAY
       JMP TEST

TURNRT:  MOV A,#0CCH
       RR A
       MOV P2,A
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P2,A
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P2,A
CALL   DELAY
       RR A
       MOV P2,A
CALL   DELAY

TURNRT_1: MOV A,#33H
       RL A
       MOV P3, A
       CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A
       CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A
       CALL   DELAY
       RL A
       MOV P3, A
       CALL   DELAY
CALL DELA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RR A
        MOV P3,A
        CALL   DELAY
        RR A
        MOV P3,A
        CALL   DELAY
        RR A
        MOV P3,A
        CALL   DELAY
        RR A
        MOV P3,A
        CALL   DELAY
        MOV A,P1
        XRL A,#03        ;ค่าเลี้ยวขวา
        JZ  TURNRT_1
        MOV A,#0CCH
        RL A
        MOV P2, A
        CALL   DELAY
        RL A
        MOV P2, A
        CALL   DELAY
        RL A
        MOV P2, A
        CALL   DELAY
       RL A
        MOV P2, A
        CALL   DELAY

        JMP TEST

DELAY:MOV    R4,#01H
D1:     MOV    R3,#0FFH
D2:     MOV     R2,#0FFH
D3:     DJNZ   R2,D3
        DJNZ    R3,D2
        DJNZ    R4,D1
        RET

DELA:    MOV R7,#01H
DELA1:  MOV R6,#0FFH
DELA2:   MOV R5,#0FFH
DELA3:  DJNZ R5,DELA3
        DJNZ R6,DELA2
        DJNZ R7,DELA1
        RET

        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source code ของโปรแกรมรับและประมวลผลภาพและควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit autovehicle1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, parport, Buttons, IEOpenSaveDlg,
ImageEnIO, ImageEnProc,
  ImageEnView, VideoCap, ExtCtrls, IEVect,
IEMIO, Menus, RulerBox;
type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    ImageEnVideoView1: TImageEnVideoView;
    ImageEnProc1: TImageEnProc;
    ImageEnIO1: TImageEnIO;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    GroupBox2: TGroupBox;
    ParPort1: TParPort;
    GroupBox3: TGroupBox;
    ImageEnView1: TImageEnView;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    ImageEnProc2: TImageEnProc;
    ComboBox1: TComboBox;
    MainMenu1: TMainMenu;
    exit1: TMenuItem;
    Picture1: TMenuItem;
    Controls1: TMenuItem;
    Automatic1: TMenuItem;
    Manual1: TMenuItem;
    Exit2: TMenuItem;
    Help1: TMenuItem;
    RulerBox1: TRulerBox;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    ImageEnView2: TImageEnView;
    ImageEnProc3: TImageEnProc;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    GroupBox4: TGroupBox;
    Button4: TButton;
    Label1: TLabel;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    SpeedButton5: TSpeedButton;
    Button5: TButton;
    edit3: TEdit;
    SpeedButton6: TSpeedButton;
    SpeedButton7: TSpeedButton;
    SpeedButton8: TSpeedButton;
    about1: TMenuItem;
    Howtouse1: TMenuItem;
    procedure SpeedButton1Click(Sender:
  TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton2Click(Sender:
  TObject);
  //Add
    procedure ImageEnVideoView1VideoFrame
  (Sender:TObject;BitmaP:tBITMAP);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton3Click(Sender:
  TObject);
    procedure SpeedButton5Click(Sender:
  TObject);
    procedure SpeedButton4Click(Sender:
  TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton6Click(Sender:
  TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    procedure SpeedButton7Click(Sender:
TObject);
    procedure SpeedButton8Click(Sender:
TObject);
    procedure Automatic1Click(Sender: TObject);
    procedure Manual1Click(Sender: TObject);
    procedure Exit2Click(Sender: TObject);
    procedure about1Click(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    procedure DisplayVideoSize;
  end;
var
  Form1: TForm1;
implementation
uses giflzw,tiflzw, beconnec31ab;
{$R *.DFM}
//Input ON,Off
procedure TForm1.SpeedButton1Click(Sender:
TObject);
begin
ImageEnVideoView1.ShowVideo:=SpeedButton1.
Down;
end;
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
        parport1.ValueSend:=00;
        parport1.Send;
      form1.Caption := 'Automatic Vehicle' ;
end;

procedure TForm1.SpeedButton2Click(Sender:
TObject);
begin
            if SpeedButton2.down
       then
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=ImageEnV
ideoView1VideoFrame
       else
ImageEnVideoView1.OnVideoFrame:=nil;
end;
//Add
      //Frames to ImageEnView1-OnVideoFrame
procedure
TForm1.ImageEnVideoView1VideoFrame
(Sender:TObject;Bitmap:TBitmap);
var x,y,tt,x1,x2,x3:integer;
    readpixX:array of integer;
    readpixY:array of integer;
    a,b,c,d,e,f,g,h,j,k,l,i,p,q:integer;
begin
        ImageEnView1.Assign(Bitmap);
       case ComboBox1.ItemIndex of
        1:ImageEnProc2.ConvertToBWThreshold
(30);
       2:ImageEnProc2.ConvertToGray;
        end;
      ImageEnView1.Fit;
      imageEnview2.assign(Bitmap);
     imageEnview2.fit;
  // ********************image
processing****************//
//
  //Edit1.Text:=
inttostr(imageEnview1.bitmap.canvas.Pixels[x,y]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//*******image fillter******//
 i:=1;k:=1;
while k<120 do
begin j:=i;
    l:=k;
    p:=l;
    q:=j;
    c:=0;
    d:=0;
    for b:=k to k+2 do
    begin for a:=i to i+2 do
        begin
            if
imageEnview1.bitmap.canvas.pixels[a,b]=clblack
            then c:=c+1;
            if
imageEnview1.bitmap.canvas.pixels[a,b]=clwhite
            then d:=d+1;
        end;
    end;
    if d>4
    then
     begin
       for f:=l to l+2 do
       begin for e:=j to j+2 do
           begin

imageEnview1.bitmap.canvas.Pixels[e,f]:=clwhite;
           end;
        end;
        j:=j+3;
       end;
     if d<=4
     then
      begin
       for h:=p to p+2 do
       begin for g:=q to q+2 do
          begin

imageEnview1.bitmap.canvas.Pixels
[g,h]:=clblack;
          end;
        end;
        q:=q+3;
       end;
     if j<=160
     then l:=l ;
     if j>160
     then begin j:=1;
          l:=l+3;
       end;
     if q<=160
     then p:=p;
     if q>160
     then begin q:=1;
          p:=p+3;
       end;
     i:=i+3;
     if  i<=160
     then k:=k
     else begin  i:=1;
          k:=k+3;
       end;
  end;
  speedbutton3.Click;
 //end;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TForm1.SpeedButton3Click(Sender:
TObject);
var x1,x2,x3,x4,xx1,xx2,xx3,xx4:integer;
   y,w1,w2,w3,w4,z,z1,z2,z3:integer;
   tm1,tm2,tmp,chk:integer;
begin
{**********scan**********************
*****}
if speedbutton3.down
then
begin
 y:=95;
 w1:=0;
 w2:=0;
 for x1:=80 downto 1 do
 begin
  if imageEnview1.bitmap.canvas.Pixels
[x1,y]=clwhite
  then
   begin
    xx1:=x1;
    w1:=w1+20;
   end;
 end;
 for x2:=81 to 160 do
 begin
  if imageEnview1.bitmap.canvas.Pixels
[x2,y]=clwhite
  then
   begin
    xx2:=x2;
    w2:=w2+20
   end;
 end;
 for x3:=80 downto 1 do
 begin
  if imageEnview1.bitmap.canvas.Pixels[x3,y-
10]=clwhite
  then
   begin
    xx3:=x3;
    w3:=w3+20;
   end;
 end;

 for x4:=81 to 160 do
 begin
  if imageEnview1.bitmap.canvas.Pixels[x4,y-
10]=clwhite
  then
   begin
    xx4:=x4;
    w4:=w4+20
   end;
 end;
 for chk:=0 to 160 do
 begin
  if imageEnview2.bitmap.canvas.Pixels
[chk,y]=clred
  then
   begin
    tmp:=chk;
   end;
 end;
 if (w1>10) and (w2>10)
 then
  begin
   z:=(xx2-xx1) div 2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   z1:=abs(z-80);
   z2:=(z-tmp);
   z3:=abs(z2);
   edit1.Text:=inttostr(xx1);
   edit2.Text:=inttostr(xx2);
   if ((z1>0) and (z1<8)) {and ((z3>0) and (z3
<8))}
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[((xx2-
xx1)div 2),y]:=clred;
     edit3.Text:='straight on';
     speedbutton7.Click;
    end;
   if {(z2<0) and }(z1>=8)
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[((xx2-
xx1)div 2),y]:=clred;
     edit3.Text:='turn left';
     speedbutton6.Click;
    end;
   if {(z2>0) and} (z1>=8)
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[((xx2-
xx1)div 2),y]:=clred;
     edit3.Text:='turn right';
     speedbutton8.Click;
    end;
  end;
 if (w1<10) and (w2>10)
 then
  begin
 if (w3>10)
 then
  begin
   z:=(xx4-xx3) div 2;
   z1:=abs(z-80);
   z2:=(z-tmp);
   z3:=abs(z2);
   edit1.Text:=inttostr(xx3);
   edit2.Text:=inttostr(xx4);
   if ((z1>0) and (z1<8)){ and ((z3>0) and (z3
<8))}
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y-10]:=clred;
     edit3.Text:='straight on';
     speedbutton7.Click;
    end;
   if {((z-80)>0) and} (z1>=8)
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y-10]:=clred;
     edit3.Text:='turn left';
     speedbutton6.Click;
    end;
   if {((z-80)<0) and} (z1>=8)
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y-10]:=clred;
     edit3.Text:='turn right';
     speedbutton8.Click;
    end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 end;
if (w3<10)
then
 begin
  if (xx4>xx2)
  then
   begin
    z:=(xx4-1) div 2;
    z1:=abs(z-80);
    z2:=(z-tmp);
    z3:=abs(z2);
    edit1.Text:=inttostr(1);
    edit2.Text:=inttostr(xx4);
    if {(z2>0) and }(z1>80)
    then
     begin
      imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-1)div 2),y]:=clred;
      edit3.Text:='turn right';
      speedbutton8.Click;
     end;
   end;
  if xx4<xx2
  then
   begin
    z:=(xx4-1) div 2;
    z1:=abs(z-80);
    z2:=(z-tmp);
    z3:=abs(z2);
    edit1.Text:=inttostr(1);
    edit2.Text:=inttostr(xx4);
    if {(z2<0) and} (z1<80)
    then
     begin
      imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-1)div 2),y]:=clred;
      edit3.Text:='turn left';
      speedbutton6.Click;
     end;
   end;
 end;
if (w1>10) and (w2<10)
then
 begin
  if (w4>10)
  then
   begin
    z:=(xx4-xx3) div 2;
    z1:=abs(z-80);
    z2:=(z-tmp);
    z3:=abs(z2);
    edit1.Text:=inttostr(xx3);
    edit2.Text:=inttostr(xx4);
    if ((z1>0) and (z1<8)){ and ((z3>0) and (z3
<8))}
    then
     begin
      imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y]:=clred;
      edit3.Text:='straight on';
      speedbutton7.Click;
     end;
   if {((z-80)>0) and} (z1>=8)
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y]:=clred;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        edit3.Text:='turn left';
        speedbutton6.Click;
       end;
      if {((z-80)<0) and} (z1>=8)
      then
       begin
        imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y]:=clred;
        edit3.Text:='turn right';
        speedbutton8.Click;
       end;
     end;
    if (w4<10)
    then
     begin
      if xx3>xx1
      then
       begin
        z:=(160-xx3) div 2;
        z1:=abs(z-80);
        z2:=(z-tmp);
        z3:=abs(z2);
        edit1.Text:=inttostr(xx3);
        edit2.Text:=inttostr(160);
        if {(z2>0) and} (z1>80)
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((160-xx3)div 2),y]:=clred;
          edit3.Text:='turn right';
          speedbutton8.Click;
         end;
       end;
      if xx3<xx1
      then
       begin
        z:=(160-xx3) div 2;
        z1:=abs(z-80);
        z2:=(z-tmp);
        z3:=abs(z2);
        edit1.Text:=inttostr(xx3);
        edit2.Text:=inttostr(160);
        if {(z2<0) and} (z1<80)
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((160-xx3)div 2),y]:=clred;
          edit3.Text:='turn left';
          speedbutton6.Click;
          end;

        end;
       end;
      if (w1<10) and (w2<10)
      then
       begin
        if (w3>10) and (w4>10)
        then
         begin
          z:=(xx4-xx3) div 2;
          z1:=abs(z-80);
          z2:=(z-tmp);
          z3:=abs(z2);
          edit1.Text:=inttostr(xx3);
          edit2.Text:=inttostr(xx4);
          if ((z1>0) and (z1<8)) {and ((z3>0) and (z3
<8))}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y-10]:=clred;
          edit3.Text:='straight on';
          speedbutton7.Click;
         end;
        if {((z-80)>0) and} (z1>=8)
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y-10]:=clred;
          edit3.Text:='turn left';
          speedbutton6.Click;
         end;
        if {((z-80)<0) and} (z1>=8)
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-xx3)div 2),y-10]:=clred;
          edit3.Text:='turn right';
          speedbutton8.Click;
         end;
       end;
     if (w3<10) and (w4>10)
     then
      begin
       z:=(xx4-1) div 2;
       z1:=abs(z-80);
       z2:=(z-tmp);
       z3:=abs(z2);
       edit1.Text:=inttostr(1);
       edit2.Text:=inttostr(xx4);
        if ((z1>0) and (z1<8)) {and ((z3>0) and (z3
<8))}
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-1)div 2),y-10]:=clred;
          edit3.Text:='straight on';
          speedbutton7.Click;
         end;
        if {((z-80)>0) and} (z1>=8)
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((xx4-1)div 2),y-10]:=clred;
          edit3.Text:='turn left';
          speedbutton6.Click;
         end;
       end;

      if (w3>10) and (w4<10)
      then
      begin
       z:=(160-xx3) div 2;
       z1:=abs(z-80);
       z2:=(z-tmp);
       z3:=abs(z2);
       edit1.Text:=inttostr(xx3);
       edit2.Text:=inttostr(160);
       if ((z1>0) and (z1<8)) {and ((z3>0) and (z3
<8))}
        then
         begin
          imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((160-xx3)div 2),y-10]:=clred;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

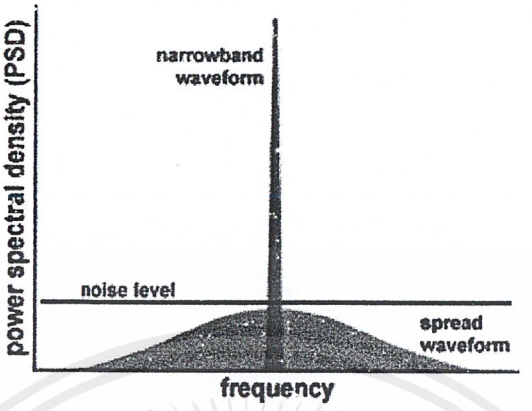
```
        edit3.Text:='straight on';
        speedbutton7.Click;
       end;
      if {((z-80)>0) and} (z1>=8)
      then
       begin
        imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels
[((160-xx3)div 2),y-10]:=clred;
        edit3.Text:='turn right';
        speedbutton8.Click;
       end;
    end;
   if (w3<10) and (w4<10)
   then
    begin
     imageEnView2.Bitmap.Canvas.Pixels[80,y-
10]:=clred;
      edit3.Text:='stop';

      parport1.ValueSend:=00;
      parport1.Send;
    end;
  end;
end;


end;



procedure TForm1.Button4Click(Sender:
TObject);
begin
    if not
ImageEnVideoView1.DoConfigureFormat then
MessageDlg('Configure Format dialog not
available',mtInformation,[mbOK],0)
  else
        DisplayVideoSize;
end;
procedure TForm1.DisplayVideoSize;
var
        r:TRect;
begin
        r:=ImageEnVideoView1.GetVideoSize;
        Label1.caption:=inttostr(r.right+1)+'x'+in
ttostr(r.bottom+1);
end;
procedure TForm1.SpeedButton5Click(Sender:
TObject);
begin
   speedbutton6.Enabled:=false;
   speedbutton7.Enabled:=false;
   speedbutton8.Enabled:=false;
   speedbutton3.Enabled:=true;
  if (not speedbutton6.Down) and (not
speedbutton7.Down) and (not speedbutton8.Down)
or (not speedbutton4.Down)
  then
   begin
    parport1.ValueSend:=00;
    parport1.Send;
   end;
end;
procedure TForm1.SpeedButton4Click(Sender:
TObject);
begin
   speedbutton3.Enabled:=false;
   speedbutton6.Enabled:=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

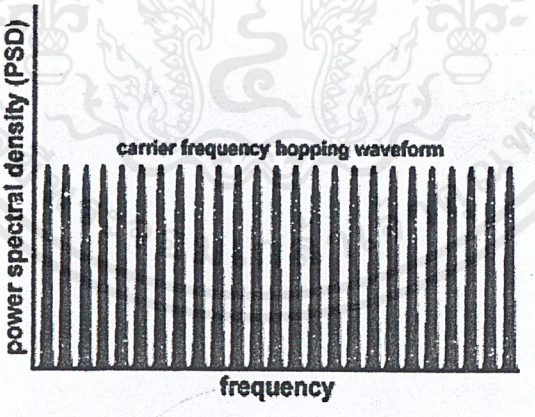
```
    speedbutton7.Enabled:=true;
    speedbutton8.Enabled:=true;
  if (not speedbutton6.Down) and (not
speedbutton7.Down) and (not speedbutton8.Down)
  then
   begin
    parport1.ValueSend:=00;
    parport1.Send;
   end;
end;
procedure TForm1.Button5Click(Sender:
TObject);
begin
          if not
ImageEnVideoView1.DoConfigureSource then
                  MessageDlg('Configure Source
dialog not available',mtInformation,[mbOK],0)
  else
          DisplayVideoSize;
end;
procedure TForm1.SpeedButton6Click(Sender:
TObject);
begin
      parport1.ValueSend:=03;
      parport1.Send;
end;
procedure TForm1.SpeedButton7Click(Sender:
TObject);
begin
      parport1.ValueSend:=01;
      parport1.Send;
end;
procedure TForm1.SpeedButton8Click(Sender:
TObject);
begin
      parport1.ValueSend:=02;
      parport1.Send;

end;
procedure TForm1.Automatic1Click(Sender:
TObject);
begin
    speedbutton5.Click;
    speedbutton5.Enabled:=true ;
end;
procedure TForm1.Manual1Click(Sender:
TObject);
begin
    speedbutton4.Click;
    speedbutton4.Enabled:=true ;
end;
procedure TForm1.Exit2Click(Sender: TObject);
begin
  close;
end;
procedure TForm1.about1Click(Sender: TObject);
begin
   form2.show;
end;

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีของ FUTABA และ การออกแบบ Radio Frequency



- การเข้ารหัสลำดับของข้อมูลโดยตรงด้วยรหัสลับ16บิต(จะให้ความสามารถป้องกันสัญญาณรบกวนและเป็นหลักการเฉพาะของFUTABA)
- เทคโนโลยี Channel Watch ™ (automatic clear channel search and select) เป็นเครื่องหมายทางการค้าของFUTABA
- เทคโนโลยีการแผ่สเปกตรัมความถี่การบิน(FHSS)
- เทคโนโลยีการขยายสเปกตรัมโดยตรง(DSSS)



- เทคโนโลยีการขยายสเปกตรัมแบบผสม(FH-DSSS)
- patch 2.4GHz และการออกแบบเสาอากาศให้มีความหลากหลาย
- การแปลงโดยตรง, super-regenerative, และเครื่องรับsuper-heterodyne
- ออกแบบโดยเทคนิคการมอดูเลชั่นแบบ AM, FM, ASK, FSK และ PSK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายทางเทคนิค

รายการข้างใต้เป็นคำอธิบายของผลิตภัณฑ์ของ Futaba สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (ผลิตภัณฑ์เกี่ยว ระบบควบคุมระยะไกล)

modulation– กระบวนการผสมหรือรวมสัญญาณข้อมูล(เช่นเสียง)ภายใต้คลื่นพาหะ มีรูปแบบของการ modulation 3 แบบได้แก่

- Amplitude modulation(AM)ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงamplitude(หรือกำลัง)ของสัญญาณที่ถูกส่ง
- Frequency modulation(FM) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง ความถี่ของสัญญาณที่ถูกส่ง
- Phase modulation ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเฟสของสัญญาณ โดยการเปลี่ยนแปลงนี้รวมถึงAmplitude shift keying (ASK), Frequency shift keying (FSK), Phase shift keying (PSK) และ Quadrature amplitude modulation (QAM)

ความถี่วิทยุ (RF) - ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วง 20kHzถึง300GHz สามารถแบ่งกลุ่มโดยทั่วไปได้ 8 กลุ่ม (VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF, SHF, EHF) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสเปกตรัมความถี่วิทยุความถี่ที่ต่ำกว่าแพร่ได้ง่ายกว่าความถี่ที่สูงกว่า เช่นบางครั้งคุณสามารถฟังสถานีวิทยุ AM ออกอากาศ (ศูนย์กลางประมาณ1MHz) ได้ไกลถึงหลายร้อยไมล์ เมื่อเปรียบเทียบกับสถานีโทรทัศน์ที่ส่งความถี่ประมาณ100MHzสามารถให้รัศมีของการรับสัญญาณได้40ไมล์ถึง50ไมล์เท่านั้น ความถี่ไมโครเวฟเริ่มด้วยประมาณ 2GHz และเหมาะที่สุดเพื่อไม่ให้มีการขัดขวางในการสื่อสารจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง และเหมาะกับการส่งข้อมูลที่เป็น high-speed transmission

ช่องคลื่นความถี่ - ย่านความถี่วิทยุเฉพาะความถี่ (อัตราการ oscillation ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหน่วยเป็นเฮิรตซ์) ซึ่งวิทยุบังคับควบคุมของตัวส่งใช้ส่งสัญญาณ ช่องความถี่ซึ่งเป็นส่วนของสเปคตรัมความถี่วิทยุที่ระบบใช้เพื่อการสื่อสารและไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนของลักษณะเฉพาะของมันที่สามารถควบคุม ระบบวิทยุควบคุมที่มีช่องความถี่จำนวนมากยอมให้การใช้งานในแต่ละช่องสัญญาณอิสระต่อกันและไม่มีการแทรกสอดกัน

Bandwidth - ขนาด (ในหน่วยเฮิรตซ์) ของช่วงความถี่วิทยุที่สามารถใช้สื่อสารสัญญาณได้ โดยทางปฏิบัติช่วงของสัญญาณ narrowband อยู่ที่ระดับเป็นกิโลเฮิรตซ์เท่านั้น ขณะที่สเปคตรัมสัญญาณที่ขยายกว้างออกไปอาจจะมีแบนด์วิดท์หลายเมกะเฮิรตซ์.

Narrowband – คำศัพท์เฉพาะที่อ้างอิง สัญญาณRF ที่มีแบนด์วิดท์แคบ 3kHz ถึง 25kHzในสเปกตรัมความถี่วิทยุ(RF), สัญญาณ RF ธรรมดา(โทรทัศน์,วิทยุ, CB, อื่นๆ) โดยทั่วไปเป็น narrowband ซึ่งหมายความว่ามันจะส่งกำลังสัมพันธ์กับสัดส่วนแคบๆของ RF สเปกตรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bit - การหดสั้นของ word ข้อมูลตัวเลขฐานสอง 1 บิตเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของข้อมูลดิจิตอล และแนการแทนโดยทั่วไปด้วย 0 หรือ 1

bps (bit per second) - จำนวนบิตของข้อมูลที่ถูกส่งไปต่อวินาที

Byte - แสดงกลุ่มของข้อมูล 8บิต

คำศัพท์เฉพาะของระบบ telecontrol

Telecontrol - เทอมที่Futabaใช้เพื่ออธิบาย multi-channel ของวิทยุรีโมทคอนโทรลที่ใช้ติดต่อสื่อสารประกอบอยู่ในเครื่องส่ง(โดยการกดปุ่ม,สวิตช์,คันบังคับและ/หรือ ลูกบิด) รวมทั้งเครื่องรับและอุปกรณ์ชุดอื่นๆ(เสาอากาศ, power adapter และอื่นๆ)

Channel - หน้าที่ควบคุมของระบบวิทยุสามารถเป็นได้ทั้ง analog หรือ digital โดยทั่วไปถ้าสวิตช์หรือปุ่มกดทำงานตามหน้าที่แล้วมันจะควบคุมช่องสัญญาณ discrete หรือ digital เมื่อคันบังคับ, ลูกบิดหรือจานหมุน ทำการควบคุมช่องสัญญาณอนาลอก จำนวนของช่องสัญญาณจะตัดสินว่ามีจำนวนของการเคลื่อนที่อย่างไรหรือลักษณะที่ถูกควบคุม สำหรับแต่ละcontrol functionที่ใช้ควบคุมทิศทางที่ต้องการ เราต้องใช้ช่องสัญญาณ1ช่อง ตัวอย่างเช่น การใช้กว้านรางเดี่ยวเราต้องการให้เคลื่อนที่ตามแกน+xและ-x, +yและ-y จะต้องใช้รีโมทคอนโทรล4-channel.

Analog or proportion channel - control function ของระบบวิทยุที่ทำให้มอเตอร์หรือเซอร์โวที่กำลังขับเคลื่อนไหวอย่างเป็นสัดส่วนกับ input control ที่เปลี่ยนไปบนตัวเครื่องส่ง (ปกติเป็นคันบังคับหรืออาจจะเป็นลูกบิด) ถ้าสัดส่วนสัมพันธ์กันเป็นเชิงเส้นและ คันบังคับ/ลูกบิดเปลี่ยนตำแหน่งไปครึ่งหนึ่งจากช่วงเต็มๆ เซอร์โวก็จะเคลื่อนไปครึ่งหนึ่งของการเคลื่อนไหวได้ทั้งหมด นั้นคือมอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วสูงสุด

Digital Channel - control functionของระบบวิทยุซึ่งสลับระหว่างสถานะ 2 สถานะของ control input ที่เครื่องส่งโดยทั่วไปจะสลับสถานะโดยการใช้มือปรับหรือ กดปุ่มสวิตช์ และoutput คือการส่งต่อ(จัดการติดต่อหรือเปลี่ยนระดับแรงดัน)

Relay - สวิตช์ซึ่งขับโดยสัญญาณไฟฟ้า โดยปกติขดลวดmagneticได้รับกระแสไฟฟ้า armature จะเคลื่อนที่เพื่อผลักการเชื่อมต่อหน้าสำผัสสวิตช์เข้าด้วยกัน การเชื่อมต่อจะยืดเวลาไปเล็กน้อยเมื่อนำกระแสไฟฟ้าออกสถานะนี้ของรีเลย์คือ"ปกติเปิด" จนกระทั่งสวิตช์ไม่เชื่อมต่อกันแล้วเพราะขดลวดไม่มีพลังงานแล้ว รีเลย์มีค่าระดับแรงดันและกระแสเฉพาะค่าในการทำหน้าที่เชื่อมต่อ

Dry contacts - ชนิด output รีเลย์ของFUTABA telecontrol reciever ซึ่งสวิตช์รีเลย์คอนแทคจะทำการเชื่อมต่อโดยผู้ใช้เอง การคอนแทคของสวิตช์ไม่ได้เชื่อมต่อกับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ภายใน

Switched voltage - ชนิดของรีเลย์ output ของFutaba telecontrol receiverซึ่งรีเลย์สวิตช์คอนแทคจะถูกเชื่อมต่อให้รับแรงดันไฟเลี้ยงภายในขณะที่ภายนอกจะเชื่อมต่อโดยผู้ใช้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Momentary output - output mode จากเครื่องที่ส่งไปที่เครื่องรับ โดยoutput รีเลย์ของเครื่องรับจะยังปิดอยู่ จนเมื่อสวิตช์ของเครื่องส่งเปิดจะทำให้เครื่องรับทำงานและจะปิดค้างไว้จนกระทั่งเมื่อสวิตช์ของเครื่องส่งนั้นถูกปล่อยออกไป

Latching output - output mode จากเครื่องที่ส่งไปที่เครื่องรับ โดยoutput รีเลย์ของเครื่องรับจะยังปิดอยู่ จนเมื่อสวิตช์ของเครื่องส่งเปิดจะทำให้เครื่องรับทำงานและจะปิดค้างไว้จนกระทั่งเมื่อสวิตช์ของเครื่องส่งนั้นยังคงถูกกระตุ้นอยู่อีกครั้ง

Interlock latching output - output mode จากเครื่องที่ส่งไปที่เครื่องรับ โดยoutput รีเลย์ของเครื่องรับจะยังปิดอยู่ จนเมื่อสวิตช์ของเครื่องส่งเปิดจะทำให้เครื่องรับทำงานและจะปิดค้างไว้จนกระทั่งเมื่อสวิตช์อื่นของเครื่องส่งส่งสัญญาณ แม้ว่าจะทำการกดปุ่ม/สวิตช์อีกก็จะไม่เปิดรีเลย์ได้

คำศัพท์เฉพาะของระบบ Wireless Modem

โมเด็ม - คำย่อของคำ "modulator demodulator" โมเด็มคือตัวรวม modulator และ demodulator ที่เปลี่ยนสัญญาณเชิงเลขไปเป็นสัญญาณอนาลอก ทำนองเดียวกันกับวงจรโทรศัพท์มาตรฐานที่ถูกออกแบบเพื่อสัญญาณเสียงอนาลอก ไม่ใช่ระดับ digital logic เมื่อข้อมูลดิจิตอลถูกส่งมาตามสายโทรศัพท์ สิ่งแรกคือข้อมูลต้องเป็นการมอดูเลชั่นทางความถี่หรือไม่ก็เป็นเฟสกับสัญญาณเสียงพาหะ sine wave สัญญาณเสียงที่ถูกมอดูเลชั่นจะถูกส่งโดยวงจรโทรศัพท์ และจะถูก demodulater สัญญาณที่ได้รับมาซึ่งเป็นข้อมูลดิจิตอล

Wireless data communication system (WDCS) - ที่ถูกใช้ในFutabaเพื่อถึงการเทคโนโลยีการกระจายความถี่โมเด็มไร้สาย ซึ่งส่งและรับ (หมายถึงเป็นทรานส์ซีฟเวอร์) ข้อมูลแบบ serial ในรูปแบบความถี่วิทยุdigital บางครั้งก็หมายถึงการเชื่อมข้อมูลวิทยุ(radio data link), โมเด็มความถี่วิทยุ และโมเด็มวิทยุ ต้องมีโมเด็มไร้สาย2 ตัวเพื่อการติดต่อเชื่อมโยงข้อมูลไร้สาย

Serial data transmission - วิธีการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สื่อสาร ในวิธีการนี้ข้อมูลจะถูกส่งเป็นกระแสข้อมูล ครั้งละ1 บิตใน1ช่องสัญญาณ สมาคมElectronic-Industries (EIA)ได้พัฒนามาตรฐานสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบ serial มาตรฐาน2อย่างที่เป็นที่นิยมที่สุดคือ มาตรฐานRS-232 และ RS-485 (ถูกใช้เพื่อการสื่อสารระหว่าง คอมพิวเตอร์,อุปกรณ์ปลายทางและโมเด็ม)

Parallel data transmission - การส่งข้อมูล1ไบต์ไปในสายส่งหลายสายในเวลาเดียวกันโดย1สายข้อมูลเป็นข้อมูลของแต่ละบิต (สัญญาณอนาลอกกับสายสัญญาณชนิดอื่นจะใช้เพื่อการควบคุมสัญญาณและเวลา) การส่งข้อมูลจะเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับการส่งข้อมูลแบบ serial แต่การส่งจะไปได้ในระยะทางที่สั้นกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS-232C - มาตรฐานของ Electronic Industries Association (EIA) (เวอร์ชันล่าสุดคือ EIA-232E) ซึ่งเฉพาะทางระบบไฟฟ้า(เช่นระดับแรงดันสัญญาณ), functional (เช่น ผลประโยชน์ของsignal), และการเชื่อมต่อทางกล(เช่นชนิด connector และการกำหนดขา pin assignments) สำหรับการสื่อสารแบบ serial ระหว่างcomputers, terminals และ modems (DTE และ DCE)การเชื่อมต่อRS-232Cเป็นอุดมคติสำหรับอัตราบิต(bit rate)จาก0-20 kbpsและความยาวสายเคเบิลมากสุดถึง50ฟุต.

RS-422/485 การหาทางที่จะเอาชนะความยาวของสายเคเบิลและการจำกัดอัตราบิตของ RS-232C EIAได้พัฒนามาตรฐาน RS-422 และภายหลังเป็นเวอร์ชัน RS-485 RS-485จะกำหนดระดับสัญญาณเฉพาะเพียงขนาดสัญญาณ, ระดับ signal, ลักษณะพิเศษเฉพาะสายเคเบิลและตัวขับ/เครื่องรับ(ตัวเชื่อมไม่ได้อธิบาย)ความแตกต่างของสัญญาณที่เลือกปฏิบัติ(แรงดันระหว่างสาย2สายคือสัญญาณข้อมูล)ทำให้สามารถลดการรบกวนของ Noise และให้อัตราบิต10 Mbps และความยาวสายเคเบิ้ลมากที่สุด 4000ฟุต เครื่องมือ 64อย่างสามารถเชื่อมต่อกันได้(เนื่องจาก tri-state power) การสร้างเป็นมาตรฐานนี้ในทางอุดมคติเหมาะกับอุตสาหกรรมหลากหลายชนิดที่ซึ่งคอมพิวเตอร์ควบคุมอุปกรณ์มากมาย

Data Transparent Mode - โหมดการทำงานหนึ่งของโมเด็มไร้สายของFutabaซึ่งเป็นการส่งแบบดิจิตอลระหว่างปลายทางเกิดขึ้นโดยทำให้ผู้ใช้หรืออุปกรณ์อื่นไม่สามารถทราบกระบวนการทำงานหรืออุปกรณ์ที่ใช้

Packet Transmission Mode - เป็นโหมดการทำงานหนึ่งของโมเด็มไร้สายของ Futaba ซึ่งจะให้ให้จำนวนไบต์ข้อมูลที่ส่งคงที่ ประกอบด้วยทั้งข้อมูลและสัญญาณควบคุมโดยจะส่งไปด้วย Packet เดียว

1:1, 1:n, n:m - วิทยุที่สามารถกำหนดสถาปัตยกรรมภายในของการติดต่อได้ เช่นวิทยุ 1:1แสดงให้รู้ว่าการติดต่อสามารถทำได้ระหว่างเครื่อง2 เครื่องเท่านั้น และถ้าวิทยุ 1:n แสดงให้เรารู้ว่าการติดต่อสามารถทำได้โดยมีเครื่องส่งหลัก1เครื่องและมีเครื่องรับ Slave ได้หลายเครื่อง (นอกจากนี้ถูกหมายถึงติดต่อได้หลายจุด point-to-multipoint) อัตราส่วนn:mบอกให้เรารู้ว่าสามารถปรับเปลี่ยนจำนวนหรือnodesที่ใช้ติดต่อสื่อสารทั้งเครื่องรับและเครื่องส่งให้สามารถใช้กี่เครื่องก็ได้

Repeater - เครื่องมือที่ใช้ในการขยายช่วงหรือขยายสัญญาณของระบบสื่อสารRF รีพีทเตอร์จะรับสัญญาณที่อ่อนเข้ามาแล้วทำการส่งออกไปใหม่อีกครั้งด้วยข้อมูลเดิมแต่ให้ระดับสัญญาณที่เต็มเหมือนสัญญาณต้นแบบโมเด็มไร้สายของFutabaสามารถกำหนดลักษณะการทำงานของ repeaterให้เพิ่มช่วงของสัญญาณให้มากขึ้นได้จากลักษณะของโมเด็มปกติ

Copyright © 2000 Futaba Corporation of America. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้ได้รับความช่วยเหลือ,คำแนะนำและให้คำปรึกษาจาก ผศ.ดร. สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างดี อีกทั้งให้ใช้ห้องทดลองและให้ยืมอุปกรณ์ทดลองต่างๆที่สำคัญๆ รวมทั้งเพื่อนๆที่ทำโปรเจคในห้องโปรเจคเดียวกันและห้องข้างเคียงที่ให้ความช่วยเหลือให้หยิบยืมอุปกรณ์ในส่วนที่ยังขาดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น คำแนะนำวิธีแก้ปัญหาจากเพื่อนๆที่มีประสบการณ์ กำลังใจและน้ำใจจากเพื่อนๆในห้องโปรเจคที่ดีทุกคน ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีและจะขอเก็บความรู้สึกดีๆนี้ไว้ตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. นายเกศ บัวลำใย, น.ส.ปรียาภรณ์ ภักดี; "ปริญญานิพนธ์เรื่องการตรวจจับเลนถนนโดยคอมพิวเตอร์"
2. หนังสื่อนิตยสาร Hobby electronic ฉบับที่ 84 ประจำเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2541 หน้า 70-73
3. หนังสื่อนิตยสาร Hobby electronic ฉบับที่ 93 ประจำเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 หน้า 56-63
4. เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนาน; กฤษฎา ใจเย็น, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล ; บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
5. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51; กฤษฎา ใจเย็น, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล ; บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

Paper Reference

- การตรวจจับและติดตามเลนถนนโดยใช้การประมวลผลภาพ; ผศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ และ รศ.ดร.มนัส สังวรณ์ศิลป์
- A Parallel Real Time Stereo Vision System for Generic Obstacle and Land Detection; Massimo Bertozzi and Alberto Broggi
- An Image Reorganization Produce for Automatic Road Following Systems; Alberto Broggi
- Robot Autonomous Navigation; Xiaolim Feng and Wenhai Liu

เว็บไซต์ที่ได้ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

http://www.futaba.com

http://www.intersil.com

http://www.waveflow.com/vcl.htm

http://www.hyrix.com/dev/downloads

http://www.ce.unipr.it

http://www.torreypinesgulls.org./radio%20article.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้