

หุ่นยนต์เตะฟุตบอล

SOCCKER ROBOT



โดย  
นายเดชชาญ หาญไชยนะ  
นายเดชา กุหาเกษมสิน

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 50321

วัน,เดือน,ปี 29 เม.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๑๑๖๖๓๖๖

หุ่นยนต์เตะฟุตบอล  
SOCCER ROBOT



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะปีการศึกษา 2545 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง หุ่นยนต์เตะฟุตบอล

ผู้จัดทำ

1. นายเดชชาญ หาญไชนะ เลขประจำตัว 42010119

2. นายเคชา กุหาเกษมสิน เลขประจำตัว 42010120



.....  
อาจารย์ เทอดศักดิ์ ลีว่าหาทอง  
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หุ่นยนต์เตะฟุตบอล

นายเดชชาญ หาญไชยนะ

นายเดชา กุหาเกษมสิน

อาจารย์ เทอดศักดิ์ ลีวาทอง อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2545

## บทคัดย่อ

โครงการนี้นำเสนอ หุ่นยนต์เตะฟุตบอล โดยใช้หลักการประมวลผลสัญญาณภาพ เพื่อนำมาควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ หุ่นยนต์จะอยู่ในสนามที่กำหนด เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในบริเวณที่กำหนดให้ โดยหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เข้าหาลูกฟุตบอล โดยหลักการควบคุมหุ่นยนต์ คือ ส่งภาพมุมสูงภายในสนามทั้งหมดผ่านทางกล้องคู่เครื่องคอมพิวเตอร์ และทำการประมวลผลภาพที่ได้โดยโปรแกรมที่เขียนจากภาษา Visual C++ และส่งข้อมูลการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครื่องรับส่งสัญญาณไร้สายไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำข้อมูลการควบคุมหุ่นยนต์มาควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## SOCCER ROBOT

Detchan Hanchaiyana  
Decha Kuhagasemsin  
Thurdsak Leauhatong Advisor  
2002

**Abstract**

The aims of this project is to present a soccer robot using image processing for controlling the robot movement . The robot can automatically move in a definite field . The robot will detect a position of a ball . The concept of control robot is that an image from a digital camera is located above the field sent to computer . Finally , a command of the robot movement is written in VC++ to be processed and sent the robot via radio frequency .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

หลังจากทำโครงการนี้ทำให้ผู้จัดทำได้รับความรู้มากมาย ทั้งทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณไร้สาย อีกทั้ง Visual C++ ซึ่งไม่มีพื้นฐานมาก่อนเลย ซึ่งความรู้ดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่มาจากคำแนะนำของผู้มีอุปการะหลายท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เทอดศักดิ์ ถั่วหาทองที่ให้คำแนะนำมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา การเงินและกำลังใจ เป็นห่วงเป็นใยตลอดจนการทำงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และ น้องๆ ชุมหมู่อิเล็กทรอนิกส์ที่คอยให้กำลังใจ และ ความช่วยเหลือในด้านต่างๆของการทำงานโครงการนี้มาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจาก โครงการนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีอุปการะทุกท่าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการทำงานและออกแบบวงจรของหุ่นยนต์เตะฟุตบอล	2
2.1 กล้องVDO	3
2.2 คอมพิวเตอร์และ โปรแกรม VC++	3
2.3 พอร์ตขนาน(Parallel port)	3
2.4 อุปกรณ์รับส่งไร้สาย	4
2.4.1 ภาคส่งแบบไร้สาย	5
2.4.2 ภาครับแบบไร้สาย	8
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Drive Moter	12
2.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.5.2 วงจร Drive Motor	13
บทที่ 3 หลักการประมวลผล	17
3.1 หลักการพื้นฐานทางอิมเมจโปรเซสซิ่ง	17
3.1.1 พิกเซล(Pixel)	17
3.1.2 ลักษณะข้อมูลภาพ	17
3.1.3 เกรย์สเกล(Grey scale)	17
3.1.4 ฮิสโตแกรม	19
3.1.5 ความหมายภาพและนิยามของภาพในระบบดิจิทัล	19
3.1.6 ระบบการประมวลผลทางดิจิทัล	20
3.1.7 การสร้างภาพไบนารี( Binary )	21
บทที่ 4 หลักการทำงานระบบ	23
4.1 เทคนิคการประมวลผลภาพ	23
4.1.1 อิมเมจเอนฮานซ์เมนต์ ( image enhancement )	23
4.1.2 การแยกวัตถุออกจากภาพ ( Segmenttation )	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาอื่น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ขออนุญาตแบบตลับเนื้อและต้องขออนุญาตถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

4.1.3 การหาจุดกึ่งกลางของวัตถุ ( Center of Mass )	25
4.2 การควบคุมหุ่นยนต์	27
4.2.1 การควบคุมหุ่นยนต์ด้วยVC++	27
4.2.1 โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วย MCS-51	28
บทที่ 5 การทดลอง	30
5.1 การทดลองการกำจัดสัญญาณรบกวน(Noise Reduction)	30
5.2 การทดลองการแยกวัตถุ(Segmentation)	31
5.3 การทดลองการหาตำแหน่งวัตถุ	32
5.4 การทดลองความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	33
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์การทดลอง	35

หนังสืออ้างอิง

ภาคผนวก

วจจร

QuicCam Express  
AT89C1051  
PT8A977P/978P  
L293D



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงรูปร่างของ โครงงาน	1
รูปที่ 2.1 Block diagram แสดงหลักการทำงานของหุ่นยนต์เตะฟุตบอล	2
รูปที่ 2.2 ภาพแสดง DB-25 connector	3
รูปที่ 2.2 Block Diagram ของภาคส่งสัญญาณไร้สาย Radio Frequency	4
รูปที่ 2.3 รูปแสดงการเชื่อมต่อระหว่างพอร์ตขนานกับRFภาคส่ง	5
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะขาของ IC เบอร์ PT8A977D	5
รูปที่ 2.5 Block Diagram ของ IC เบอร์ PT8A977P	7
รูปที่ 2.6 ลักษณะของ Function Code ที่ใช้ในการ Encoding	7
รูปที่ 2.7 Block Diagram ของภาครับสัญญาณไร้สาย RF	8
รูปที่ 2.8 การวางขาของ IC เบอร์ PT8A978P	9
รูปที่ 2.9 แสดง Pin ของ IC เบอร์ PT8A978P	10
รูปที่ 2.10 แสดงการ Decoding	11
รูปที่ 2.11 diagram การเชื่อมต่อ AT89C1051 กับ L293D	12
รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะ Pin ของ IC เบอร์ L293D	13
รูปที่ 2.13 แสดง Block Diagram ของ IC เบอร์ L293D	13
รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานของ IC เบอร์ L293D กับมอเตอร์ชนิด DC	14
รูปที่ 2.15 รูปแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	15
รูปที่ 3.1 ระบบการประมวลผลทางดิจิทัล	20
รูปที่ 4.1 Block Diagram การประมวลผลภาพของ Soccer Robot	23
รูปที่ 4.2 รูปแสดงกรณีของการควบคุมหุ่นยนต์ด้วยVC++	27
รูปที่ 4.3 โพลชาร์ตแสดงการทำงานโปรแกรมที่หุ่นยนต์	28
รูปที่ 4.4 โพลชาร์ตโปรแกรมควบคุมการเดินหน้าของหุ่นยนต์	29
รูปที่ 5.1 การทดลอง Noise Reduction	30
รูปที่ 5.2 การทดลองการแยกวัตถุ(Segmentation)แยกลูกบอล	31
รูปที่ 5.3 การทดลองการแยกวัตถุ(Segmentation) แยกหุ่นยนต์	32
รูปที่ 5.3 การทดลองหาตำแหน่งลูกบอล	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คำอธิบายขาสัญญาณของพอร์ตขนาน	4
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงคำอธิบายของ Pin ของ IC เบอร์ PT8A977P	6
ตารางที่ 2.3 แสดงค่า $n$ ของ W1 ในแต่ละ Word	8
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงคำอธิบายของ Pin IC เบอร์ PT8A978P	10
ตารางที่ 2.5 แสดงการทำงานการควบคุมมอเตอร์ของ IC เบอร์ L293D	14
ตารางที่ 2.6 การป้อนinputควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยควบคุมมอเตอร์ 1 และ 2	15
ตารางที่ 2.7 กำหนดทิศทางโดยข้อมูล 4 บิต	16
ตารางที่ 5.1 ตารางการทดลองความรู้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	34



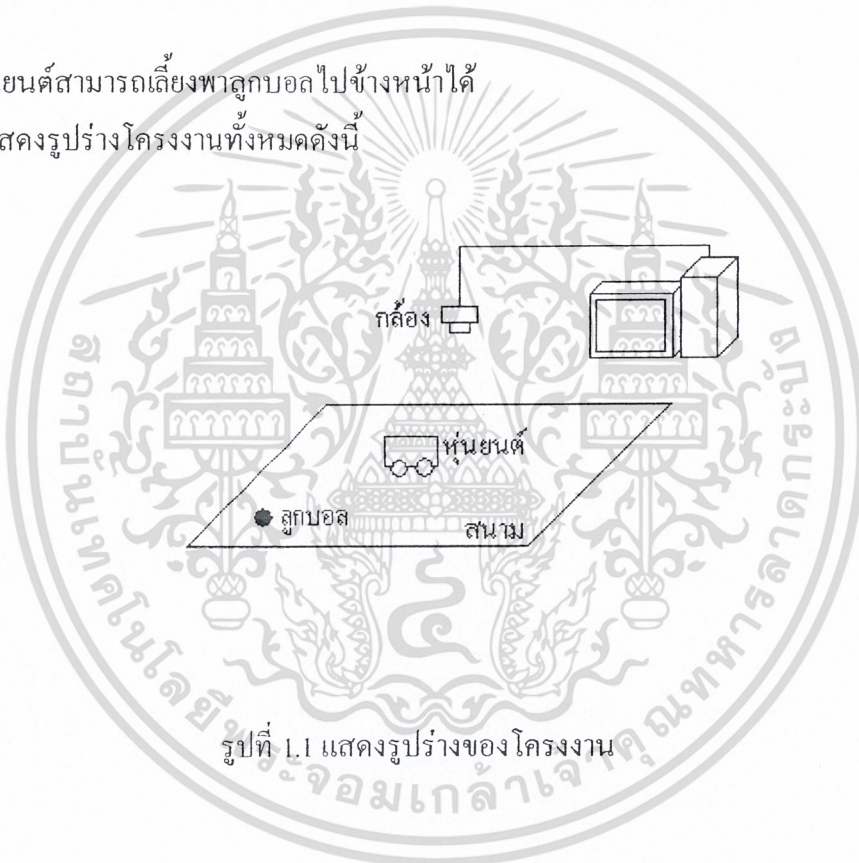
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

ในโครงการนี้คณะผู้พัฒนาหุ่นยนต์วิ่งเลี้ยวลูกบอล โดยหุ่นยนต์นี้จะมีคุณสมบัติดังนี้

1. หุ่นยนต์จะถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่อยู่ระยะไกล โดยจะส่งสัญญาณควบคุมผ่านเครื่องรับส่งคลื่นวิทยุ
2. การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะมาจากการตรวจสอบหาตำแหน่งของหุ่นยนต์และลูกฟุตบอลที่ส่งมาจากกล้อง VDO ซึ่งจะถูกติดตั้งบนมุมสูงที่สามารถถ่ายภาพบริเวณสนามที่กำหนดไว้ได้ครอบคลุมทั้งหมด
3. หุ่นยนต์สามารถเลี้ยวพาลูกบอล ไปข้างหน้าได้  
โดยแสดงรูปร่างโครงการทั้งหมดดังนี้



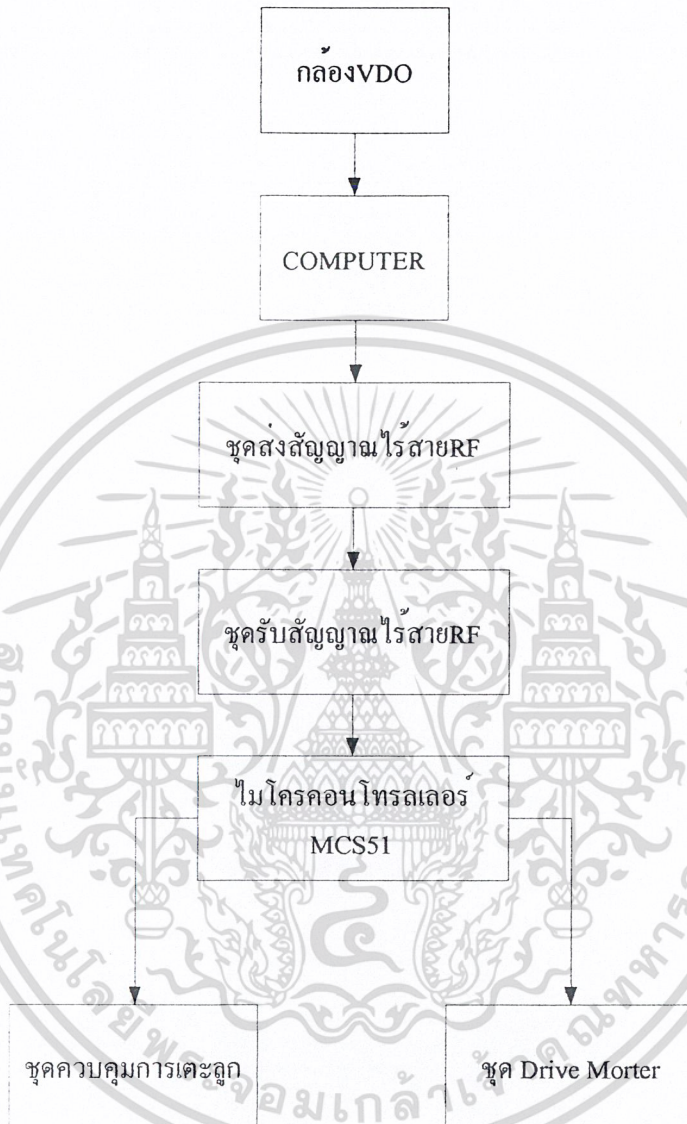
รูปที่ 1.1 แสดงรูปร่างของโครงการ

ในการควบคุมหุ่นยนต์ด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเกิดขึ้นจากการนำภาพจากกล้องVDO ที่ถ่ายภาพมุมสูงของบริเวณสนามทั้งหมดดังรูปที่ 1 มาประมวลผลโดยใช้กระบวนการทางอิมเมจโปรเซสซิ่ง โดยใช้ภาษา Visual C++ ในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลภาพที่ได้ แล้วส่งข้อมูลมาที่ตัวส่งสัญญาณแบบไร้สายRadio Frequency(RF) เพื่อส่งสัญญาณไปที่ตัวรับ ซึ่งอยู่บนตัวหุ่นยนต์ จากนั้นหุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนที่ตามคำสั่งที่รับข้อมูลมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### หลักการทํางานและออกแบบวงจรของหุ่นยนต์เตะฟุตบอล



รูปที่ 2.1 Block diagram แสดงหลักการทํางานของหุ่นยนต์เตะฟุตบอล

ในรูปที่ 2.1 เป็น Block diagram แสดงหลักการทํางานของหุ่นยนต์เตะฟุตบอล เริ่มจากกล้องวิดีโอเก็บภาพของสนาม หุ่นยนต์และลูกฟุตบอล จากนั้นส่งข้อมูลภาพที่ได้ส่งให้คอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB คอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลภาพที่ได้มาประมวลผลเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยจะส่งข้อมูลที่จะควบคุมหุ่นยนต์ผ่านพอร์ตขนาน และใช้ชุดรับส่งไร้สายในการส่งสัญญาณไปที่หุ่นยนต์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 นำข้อมูลที่ได้รับไปควบคุม Drive Mortar และชุดยิงลูกบอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1 กล้องVDO

กล้องVDOที่ใช้ในโครงการนี้ เป็นกล้อง Quickcam Express ของ Logitech มีคุณสมบัติของกล้องดังนี้

1. ขนาดภาพ 640 x 480,320x240 จุด
2. Interface: USB
3. Sensorแบบ: CMOS
4. frame rate: 30 frames/second ที่ 320 x 240 จุด
5. การปรับความเข้มแสง: automatic,manual
6. เลนส์โฟกัส: manual
7. การกินพลังงาน: USB 100ma 5V

## 2.2 คอมพิวเตอร์และโปรแกรม

ใช้ในการรับส่งข้อมูลภาพจากกล้องVDO รูปภาพที่ได้แสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ และ ในการควบคุมหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ผ่านทางพอร์ตขนาน โดยใช้โปรแกรม Visual C++ 6.0 ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของคอมพิวเตอร์

สาเหตุที่เลือกภาษาVisual C++ เนื่องจาก Visual C++ มีความเร็วในการประมวลผลสูง เหมาะสำหรับ โปรแกรมที่ใช้การประมวลผลสำหรับข้อมูลที่มีปริมาณมาก และVisual C++สามารถสร้างให้ติดต่อกับผู้ใช้ได้ง่าย

นอกจากVisual C++ แล้วโปรแกรมRobot Soccer ยังใช้ QCSDK ที่พัฒนาโดย Logitech เพื่อใช้ในการติดต่อกับกล้องVDO

## 2.3 พอร์ตขนาน(Parallel port)

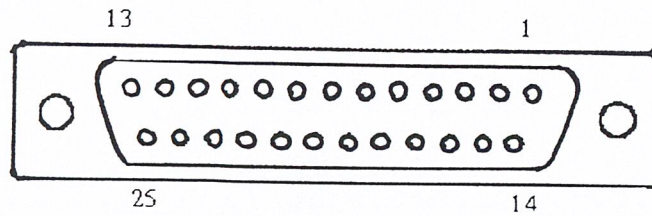
พอร์ตขนาน เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างตัวคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ภายนอก มีการรับส่งข้อมูลมากกว่า 1 bit ต่อครั้ง พอร์ตขนานถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาอัตราการส่งข้อมูลต่ำของพอร์ตอนุกรม(serial port) ตัวอย่างพอร์ตขนานที่เราคุ้นเคยคือ พอร์ตของเครื่องพิมพ์ การส่งข้อมูลของพอร์ตขนาน จะถูกส่งทีละ 8 bit (1 byte) พร้อม ๆ กัน โดยส่งข้อมูลผ่านสายส่ง 8 เส้น (สายแต่ละเส้นส่งข้อมูลทีละ 1 bit) จึงทำให้พอร์ตขนานสามารถถ่ายทอกข้อมูลสูงกว่าพอร์ตอนุกรม 8-10 เท่า

Parallel Port มีมาตรฐานของตัวต่อเชื่อม 36 ขาและใช้ในการเชื่อมต่อระหว่าง printer กับ PC กันอย่างกว้างขวาง ต่อมาลดขาด้านมาตรฐานของตัวต่อเชื่อมลงเหลือ 25 ขา ซึ่งเรียกว่า DB-25

ในที่นี้ใช้พอร์ตขนานที่ 1 หรือ LPT1 จะมีหมายเลขพอร์ตสื่อสาร IOBase เป็นหมายเลข 0378

ฐานสิบหก (0378h)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 คอนเนคเตอร์ DB25 Parallel port

ตารางที่ 2.1 คำอธิบายขาสัญญาณของพอร์ตขนาน

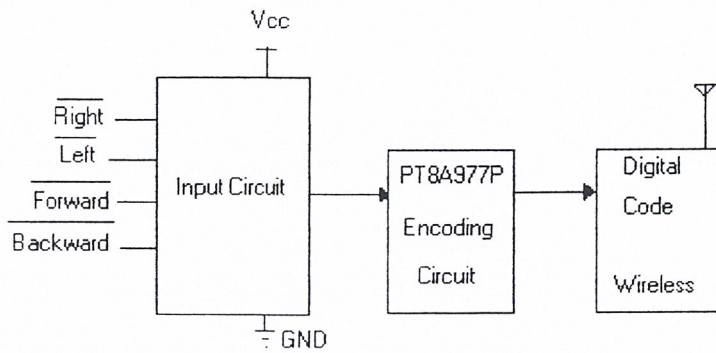
ขาสัญญาณ	คำอธิบาย	ขาสัญญาณ	คำอธิบาย
1	ขา Strobe (Control Bit0)	10	ขา ACK (Status Bit6)
2	ขา Data 0 (Data Bit0)	11	ขา Busy (Status Bit7)
3	ขา Data 1 (Data Bit1)	12	ขา Paper Empty (Status Bit5)
4	ขา Data 2 (Data Bit2)	13	ขา Select (Status Bit4)
5	ขา Data 3 (Data Bit3)	14	ขา Auto Feed (Control Bit1)
6	ขา Data 4 (Data Bit4)	15	ขา Error (Status Bit3)
7	ขา Data 5 (Data Bit5)	16	ขา Initialize Printer (Control Bit2)
8	ขา Data 6 (Data Bit6)	17	ขา Select Input (Control Bit3)
9	ขา Data 7 (Data Bit7)	18-25	ขากาวาน์ (Ground Signal)

## 2.4 อุปกรณ์รับส่งไร้สาย

ในโครงการนี้จะใช้ชุดรับส่งสัญญาณ ไร้สาย RF ของรถกระป๋องซึ่งจะใช้ความถี่ 49 MHz โดยจะมี Block Diagram ซึ่งจะแบ่งเป็นตัวส่งและตัวรับ ดังนี้

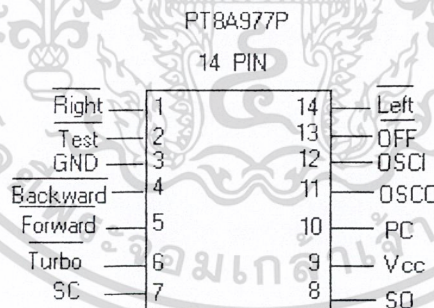
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.1 ภาคส่งแบบไร้สาย



รูปที่ 2.3 แสดงBlock Diagram ของภาคส่งสัญญาณไร้สาย Radio Frequency

จาก Block Diagram ดังรูปที่ 2.3 จะมีข้อมูลหรือInput อยู่ 4 ลักษณะในการรับคำสั่งจากผู้ควบคุมโดยผลตอบสนองของส่วน Input Circuit จะส่งต่อไปยัง IC PT8A977P ซึ่งจะทำหน้าที่เข้ารหัสหรือ เป็น Encoder เพื่อส่งข้อมูลเป็น Digital Code จะตอบสนองเมื่อในแต่ละคำสั่งนั้นถูกเชื่อมต่อกับ GND ภายในวงจร หรือ ในการเข้ารหัสของแต่ละคำสั่งนั้น จะต้องมามีค่าเป็น 0 (ทำงานในสถานะ Low) ถึงจะถูกทำการเข้ารหัสของคำสั่งแต่ละคำสั่ง ดังนั้นการเข้ารหัสหรือ Encoding ของคำสั่งต่างนั้นเป็นสิ่งสำคัญซึ่งเกิดขึ้นภายใน IC เบอร์ PT8A977P ซึ่งมีลักษณะ Pin ดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงPin ของ IC เบอร์ PT8A977P

จากรูปที่ 2.4 จะแสดงลักษณะขาของ IC เบอร์ PT8A977D ซึ่งมีอยู่ 14 ขา ซึ่งใน

โครงการนี้จะใช้เพียง Pin 1, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12 และ 14 โดยมีคำอธิบายของแต่ละ Pin ดังนี้

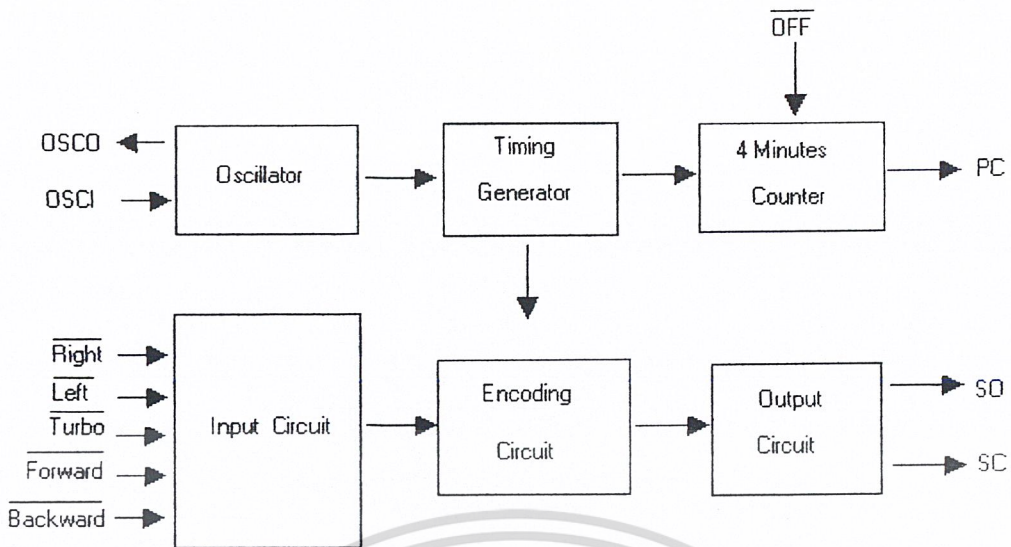
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงคำอธิบายของ Pin ของ IC เบอร์ PT8A977P

Pin Number.	Pin Name	Description
1	$\overline{\text{Right}}$	The rightward function will be selected, if this pin is connected to GND
3	GND	Negative power supply
4	$\overline{\text{Backward}}$	The Backward function will be selected, if this pin is connected to GND
5	$\overline{\text{Forward}}$	The Forward function will be selected, if this pin is connected to GND
8	SO	Output pin of the encoding signal without carrier frequency
9	Vcc	Positive power supply
11	OSCO	Oscillator output pin
12	OSCI	Oscillator input pin
14	$\overline{\text{Left}}$	The Leftward function will be selected, if this pin is connected to GND

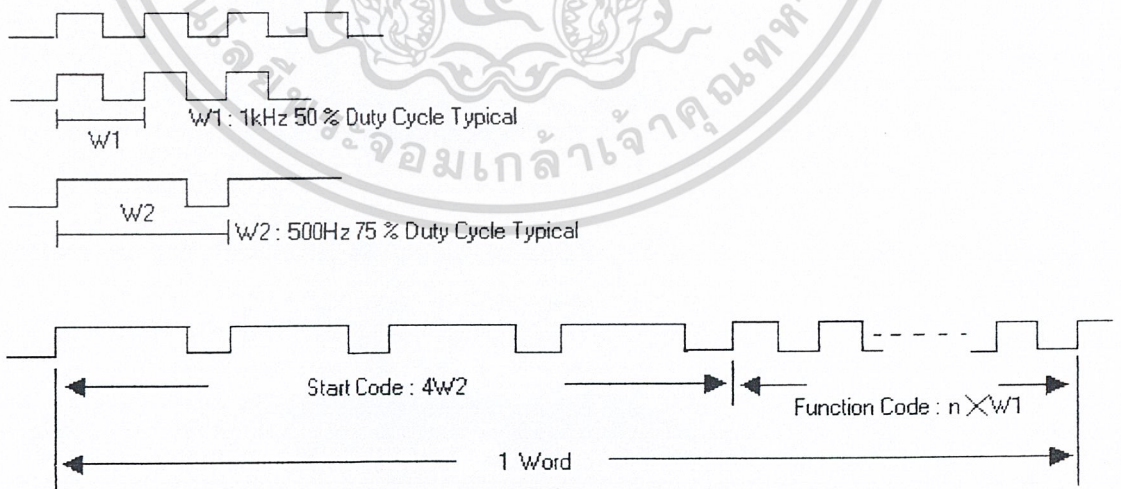
จะเห็นว่าในโครงงานนี้จะใช้ Pin ของ IC เพียง 9 Pin เท่านั้นในการเข้ารหัสเนื่องจากต้องการส่ง Code ของคำสั่งที่ได้สั่งการขึ้นในภาคส่ง (Pin ที่เหลือจะแสดงในภาคผนวก) โดยแต่ละ Pin จะถูกนำไปเชื่อมต่อกับส่วนต่างๆภายในวงจรรวมทั้งหมด เพื่อทำงานได้ตามการออกแบบวงจรไว้ ( วงจรทั้งหมดแสดงในภาคผนวก) ภายใน IC ก็มีวงจรต่างๆที่ทำหน้าที่ต่างกันเพื่อให้ได้ Output เป็นการเข้ารหัสของคำสั่งต่างในการส่งออกไปสู่ตัวรับ ดังนั้นภายใน IC จะมี Block Diagram ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Block Diagram ของ IC เบอร์ PT8A977P

จากรูปภายใน IC จะประกอบไปด้วยส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเพื่ออ้างอิงในการกำหนด Digital Code ของคำสั่งต่างๆที่มาจาก Input Circuit ในขั้นตอนการ Encoding เพื่อส่งออกไปที่ Output ของ IC PT8A977P ซึ่งมีอยู่ 2 Pin คือ 1. SC จะเป็นสัญญาณ Encoding ที่มีคลื่นพาหะออกมาด้วย 2. SO จะเป็นสัญญาณ Encoding ที่ปราศจากคลื่นพาหะ (ในโครงการนี้จะใช้เพียง Pin SO เท่านั้นในการส่งสัญญาณออกไป) การเข้ารหัสหรือ Encoding จะมีลักษณะคือ



รูปที่ 2.6 ลักษณะของ Function Code ที่ใช้ในการ Encoding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ซึ่งหากมีการนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ หรือมีการนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ จะถือว่าผิดกฎหมาย

จากรูปจะแสดงให้เห็นว่าในการ Encoding นั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. ส่วน W2 : Start Code จะมีลักษณะเป็น Pluse ที่มี Duty Cycle 50% ของสัญญาณนาฬิกาที่เกิดขึ้นในส่วนของ Timing Generation

2. ส่วน W1 : Function Code จะมีลักษณะเป็น Pluse ที่มี Duty Cycle 75 % ของสัญญาณนาฬิกาที่เกิดขึ้นในส่วนของ Timing Generation

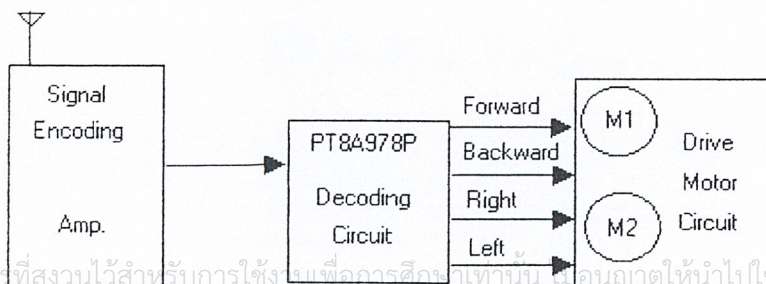
ซึ่ง 2 ส่วนนี้จะมีส่วนของความกว้างของ Pluse ที่แตกต่างกัน จึงเป็นตัวกำหนด Code ของคำสั่งต่างๆในการอ้างอิงถึงคำสั่งนั้นๆ โดยที่ ในแต่ละคำสั่ง( Word ) นั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ Start code( W2 ) และ Function Code( W1 ) เรียงต่อกัน โดยเริ่มด้วย W2 ที่มีจำนวน  $4w_2$  จากนั้นตามด้วย W1 ที่มีจำนวน  $n W_1$  โดยที่ค่าของ  $n$  นั้นจะขึ้นอยู่กับคำสั่ง( Word ) แต่ละคำสั่ง ซึ่งค่าของ  $n$  นั้นจะแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า  $n$  ของ W1 ในแต่ละ Word

N	Word
4	End Code
10	Forward(Pulse)
16	Forward(High level)
40	Backward
58	Left
64	Right

#### 2.4.2 ภาครับแบบไร้สาย

เมื่อข้อมูลถูกส่งผ่านอากาศจากดั่งส่งนั้น ตัวรับจะรับสัญญาณมาจากเสาอากาศที่ทำหน้าเป็นตัวรับคลื่นที่มีความถี่ที่ตรงกันหรือสัมพันธ์กันเพื่อรับข้อมูลที่ต้องการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากนั้นก็นำสัญญาณที่ได้มานั้นมาขยายแล้วก็เข้าสู่ขบวนการถอดรหัสหรือ Decoding เอาคำสั่งที่ถูกกำหนดขึ้นที่ตัวส่งมาควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตามต้องการที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะแสดงเป็น Block Diagram ดังรูปที่ 2.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งรูปที่ 2.7 Block Digran ของภาครับสัญญาณไร้สาย RF เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าในภาครับนี้จะรับสัญญาณ Encoding มาแล้วขยายสัญญาณเพื่อให้ข้อมูลที่ถูกลดทอนไปในระหว่างขบวนการส่งไร้สายคือส่งผ่านทางอากาศ ให้มีสัญญาณที่สมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นก็นำสัญญาณที่ถูกขยายส่งไปยังส่วนของ ถอดรหัสหรือ Decoding ซึ่งในวงจรส่วนนี้จะถูกกระทำภายใน IC เบอร์ PT8A978P โดยที่ภายในจะประกอบด้วยส่วนต่างๆที่ทำหน้าที่ถอดรหัสของสัญญาณที่ได้รับมา ดังนั้น ลักษณะของ Pin และ Block Diagram ของ IC PT8A978P มีดังรูปที่ 2.8

PT8A978P 16 PIN

VD2	1	16	V12
GND	2	15	V01
SI	3	14	V11
OSCI	4	13	Vcc
OSCO	5	12	Turbo
Right	6	11	Forward
Left	7	10	Backward
RD	8	9	LD

รูปที่ 2.8 การวางขาของ IC เบอร์ PT8A978P

(จากโครงงานนี้ไม่ใช้ Pin ที่ 8, 9 และ 12 ซึ่งจะไม่พุดถึงแต่จะมีรายละเอียดที่ภาคผนวก)

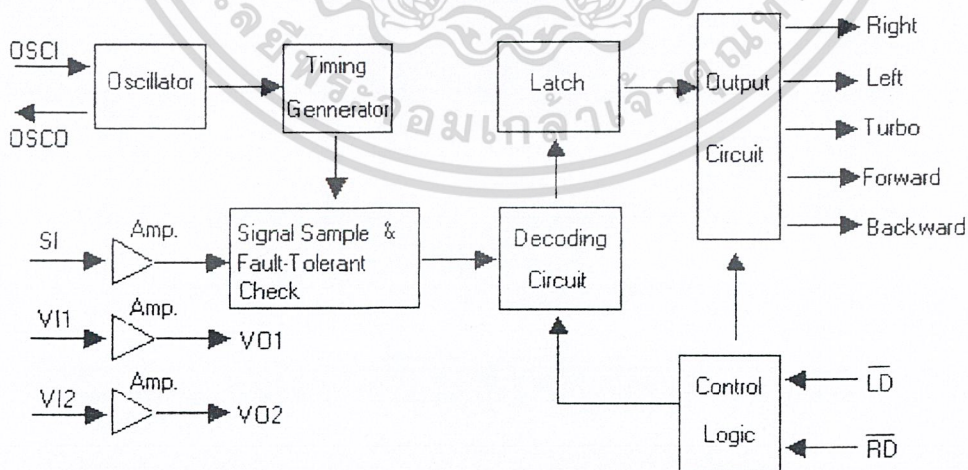
ดังนั้นจะแสดงคำอธิบาย Pin ที่ใช้ในโครงงานนี้ดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงคำอธิบายของ Pin IC เมอร์ PT8A978P

Pin Number.	Pin Name	Description
1	VO2	Output pin for the amplifier 2
2	GND	Negative power supply
3	SI	Input pin of the encoding signal
4	OSCI	Oscillator input pin
5	OSCO	Oscillator output pin
6	Right	Rightward output pin
7	Left	Leftward output pin
10	Backward	Backward output pin
11	Forward	Forward output pin
13	Vcc	Positive power supply
14	V11	Input pin for the amplifier 1
15	VO1	Output pin for the amplifier 1
16	VI2	Input pin for the amplifier 2

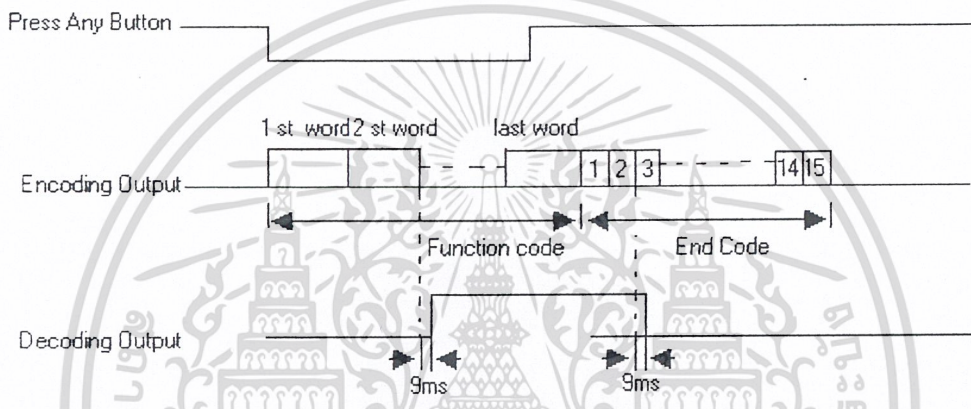
จะเห็นว่า Pin แต่ละ Pin จะมีหน้าที่ที่แตกต่างกันโดยอาจจะเป็น Input หรือว่า Output ของส่วนต่างๆที่อยู่บน IC เพื่อรับเอา signal encoding มาแล้ว decoding เอาข้อมูลที่ส่งออกมาตามต้องการ ซึ่งอาจแสดงหน้าที่โดยรวมของ IC ได้เป็น Block Diagram ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดง Pin ของ IC เมอร์ PT8A978P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.9 จะเห็นว่าสัญญาณที่ส่งมาโดยผ่านอากาศนั้นเมื่อตัวรับรับสัญญาณมาจะทำการขยายหรือ Amplifier โดยในวงจรที่ใช้จะมีส่วนขยายอยู่ 2 ส่วนใน IC ที่ป้อนที่ Pin VI1 และ VI2 แล้วจะได้สัญญาณที่ถูกขยายเป็น VO1 และ VO2 ซึ่งจะเชื่อมต่อเข้ากับ Pin SI เพื่อตรวจสอบสัญญาณ โดยการหาความผิดพลาดของสัญญาณที่ไม่มากหรือความผิดพลาดที่พอรับได้ จากนั้นก็นำสัญญาณที่ผ่านการตรวจสอบมาเข้าสู่การ วงจร Decoding เพื่อนำข้อมูลที่ต้องการไปควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตามต้องการ โดยจะนำไปผ่านวงจรถ่าย Latch ก่อนออกสู่วงจร Output ส่วนของ Control Logic (จะไม่ได้ใช้) ดังนั้นในส่วนของการ Decoding จะเป็นส่วนที่สำคัญในการพิจารณาในการออกแบบดังรูปที่ 2.10

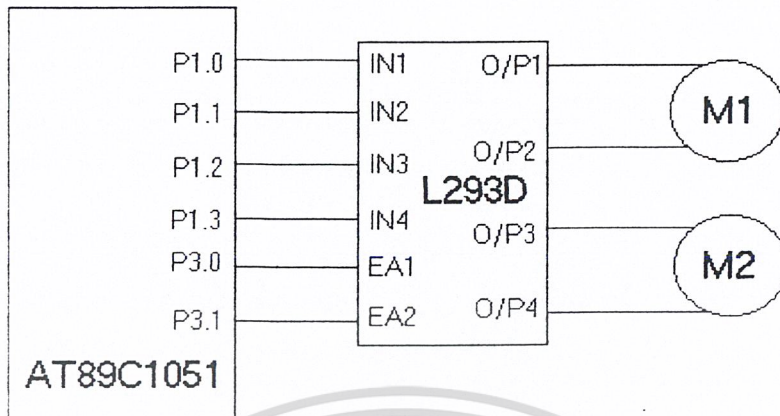


รูปที่ 2.10 แสดงการ Decoding

จากรูปที่ 2.10 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการกดปุ่มที่ตัวส่งไม่ว่าจะเป็นคำสั่งอะไรก็ตาม โดยคำสั่งนั้นจะ active Low เมื่อกดคำสั่งแล้วจะถูกการเข้ารหัสคำสั่งที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะถูกส่งออกมาที่ Output โดยลักษณะของการส่ง Code ออกมานั้นจะส่งมาตลอดอย่างต่อเนื่องซึ่งหมายความว่าเมื่อในการกดคำสั่งแต่ละครั้งจะเกิด Word เดียวกันขึ้นต่อเนื่องกันจนกว่าเลิกกดคำสั่งนั้นซึ่งในที่นี้เมื่อกดจะเป็น Low เมื่อเลิกกดจะเป็น High จากนั้นในการเข้ารหัสนั้นเมื่อ ลักษณะเป็น Low จะมี Function Code ของคำสั่งนั้นออกมาและลักษณะเป็น High จะมี End Code แสดงอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะถูกกดคำสั่งอีกครั้ง ส่วนการถอดรหัสหรือ Decoding นั้นจะเริ่มการ Decoding เมื่อ Encoding Output เกิด Word 2 ครั้งดังรูปแล้วก็จะ Delay ไปอีก 9ms ก็จะ Decoding เอาคำสั่งที่ถูกกดมาจกตัวส่งไร้สายออกที่ Output โดยที่จะแสดงคำสั่งในสถานะ High จากนั้นจะเลิกการ Decoding เมื่อผ่าน End code ไป 2 ครั้งดังรูป แล้วก็จะ Delay ไปอีก 9ms ก็จะจบการ Decoding ของคำสั่งในแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Drive Moter



รูปที่ 2.11 diagram การเชื่อมต่อ AT89C1051 กับ L293D

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C1051 เนื่องจาก MCS-51 ไม่สามารถจ่ายกระแสให้มอเตอร์หมุนได้ ดังนั้นจึงต้องใช้วงจร Drive Motor ช่วยในการจ่ายกระแสให้กับมอเตอร์ ในโครงการนี้ในการควบคุมมอเตอร์นั้นจะใช้ IC สำเร็จรูปในการขับมอเตอร์ คือ IC เบอร์ L293D แสดงการเชื่อมต่อ MCS-51 กับ L293D ดังรูปที่ 2.11

### 2.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

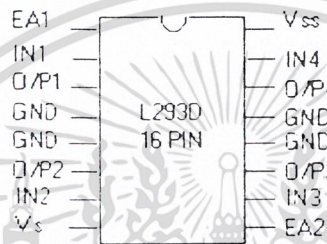
ไมโครคอนโทรลเลอร์คือ ใจีหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ประเภทหนึ่ง ที่สามารถรับสัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อนำมาคำนวณ คัดสินใจ และส่งสัญญาณออกไปยังอุปกรณ์ภายนอกเพื่อสั่งให้ทำงานตาม โปรแกรมและข้อมูลที่ได้รับเข้ามา มีคุณสมบัติความเป็น Single Chip คือ สามารถทำงานได้โดยตัวไอซีเอง ไม่ต้องต่อวงจรเพิ่ม หรือต่อเพิ่มน้อยที่สุด ประโยชน์ที่ได้รับก็คือ การออกแบบวงจรทำได้ง่ายขึ้น ใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรมีขนาดเล็กลงเป็น อย่างมาก กินไฟเลี้ยงวงจรน้อยลง ทำให้ต้นทุนการผลิตและต้นทุนการทำงานลดต่ำลง นอกจากนี้ การบันทึกโปรแกรมที่เขียนลงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยเลือกรุ่นที่มี แฟลชเมโมรี่ในตัวที่สามารถเขียนโปรแกรมลงไปได้ ทำให้ไม่ต้องต่ออิพรวมเพื่อเก็บโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C1051 มีขาทั้งหมด 20 ขา โดยมีพอร์ต 2 พอร์ต คือ P1 และ P3 สามารถต่อสัญญาณนาฬิกาได้ 4-24 MHz มีหน่วยความจำภายใน 64 byte หน่วยความจำโปรแกรม 1k byte

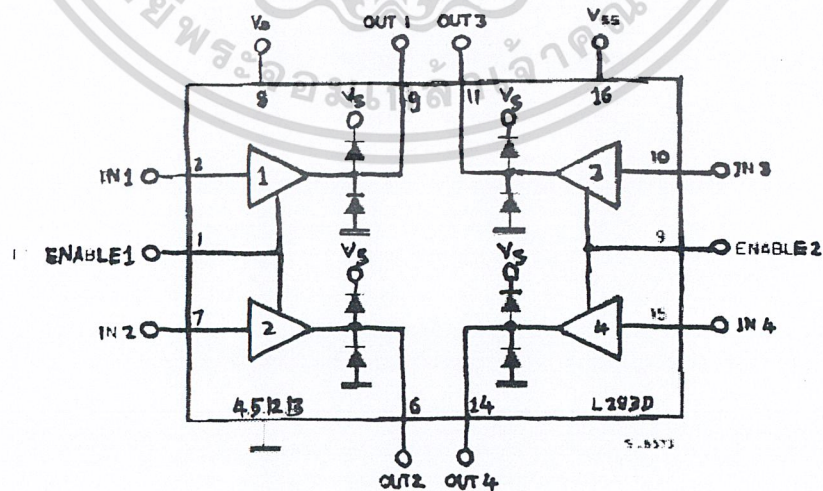
### 2.5.2 วงจร Drive Motor

IC เบอร์ L293D ซึ่งจะเป็น IC Drive Motor แบบ PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES ซึ่งมีทั้งหมด 16 Pin จะได้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะ Pin ของ IC เบอร์ L293D

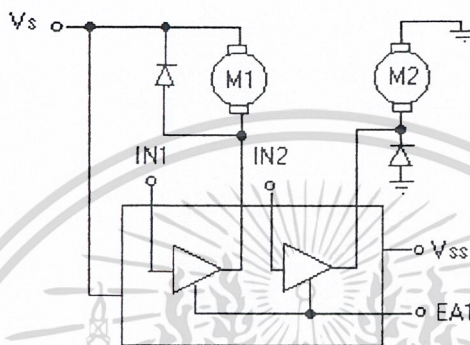
จากรูปจะเห็นได้ว่า L293D จะมีอยู่ 4 Input และ 4 Output มี 2 Supply ที่แยกจากกันคือ Vs ( Supply Voltage ) และ Vss ( Logic Supply Voltage ) และยังมี ขา Enable 2 ขา ที่จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของ input และ output แต่ละ Channel โดยมี Block Diagram ดังรูปที่ 2.13



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 2.13 แสดง Block Diagram ของ IC เบอร์ L293D  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่า Block Diagram จะแสดงลักษณะของ IC คือ ถูกสร้างขึ้น โดยวิธีง่ายๆ โดยการเชื่อมต่อระหว่าง 2 Channel เข้าด้วยกันและมี Enable input ต่อเชื่อมด้วย และ ยังแยก Supply input คือ Supply สำหรับ logic ( $V_{ss}$ ) ซึ่งมีค่ามากที่สุดที่สามารถทำงานได้คือ 36 V และ Supply Voltage ( $V_s$ ) ซึ่งมีค่ามากที่สุดคือ 36 V ในแต่ Supply จะทำการ Clamp Diode ด้วย

ดังนั้นในการทำงานของ IC ที่ให้ Output ออกไปควบคุมการหมุนของมอเตอร์ชนิด DC สามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานของ IC เบอร์ L293D กับมอเตอร์ชนิด DC

จากรูปที่ 2.14 เป็นการแสดงการทำงานของ IC 2 Channel คือ 1 และ 2 โดยนำ Output แต่ละ Channel ไปต่อเข้ากับมอเตอร์ที่จะควบคุมการหมุนคือ M1 และ M2 โดยมี Diode ต่อคร่อมอยู่ระหว่างขาทั้ง 2 ของมอเตอร์และมี Supply ทั้ง 2 ในการจากกระแสเพื่อควบคุมการทำงาน ซึ่งจะแสดงตารางการทำงานดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงการทำงานการควบคุมมอเตอร์ของ IC เบอร์ L293D

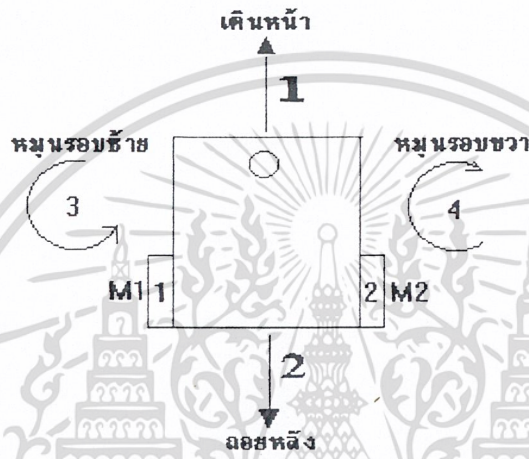
EA1	IN1	M1	IN2	M2
H	H	Stop	H	Run
L	L	Run	L	Stop
L	X	Stop	X	Stop

L : Low      H : High      X : Do not care

จากตารางที่ 2.5 สามารถที่จะสรุปการทำงานทั้งหมดอย่างง่ายคือ เมื่อต้องการให้มอเตอร์ที่ควบคุมหมุนหรือวิ่งนั้นต้องป้อน Logic High ให้กับ Enable (EA) ก่อน จากนั้นจะไปควบคุมการหมุนหรือหยุดของมอเตอร์จาก Input แต่ละ Channel โดยที่จะขึ้นกับการต่อมอเตอร์ชนิด DC เข้ากับไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output ของ IC ซึ่งในโครงงานนี้จะเลือกการต่อมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ทั้ง 2 ทิศทางคือ หมุนไปหน้า และ หมุนกลับหลัง เพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังนั้นในการต่อมอเตอร์เข้ากับ Output ของแต่ละChannel นั้นจะแบ่งการควบคุมออกเป็น 2 ส่วน คือ Channel 1 และ 2 จะอยู่ในส่วนที่ 1 เพื่อควบคุมมอเตอร์ 1 ส่วน Channel 3 และ 4 จะอยู่ในส่วนที่ 2 เพื่อควบคุมมอเตอร์ 2

โดยแสดงการป้อนLogicให้แก่Input ในการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 รูปแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ตารางที่ 2.6 การป้อนinputควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยควบคุมมอเตอร์ 1 และ 2

ทิศทางการเคลื่อนที่	M1		M2	
	P1.0 In / put 1	P1.1 In / put 2	P1.2 In / put 3	P1.3 In / put 4
หยุด	0	0	0	0
เดินหน้า	1	0	0	1
ถอยหลัง	0	1	1	0
หมุนรอบซ้าย	1	0	1	0
หมุนรอบขวา	0	1	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.6 input ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้นดังตัวอย่างจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เดินหน้าจะกำหนดให้ input 1 เป็น High , input 2 เป็น Low และ input 3 เป็น Low , input 4 เป็น High ซึ่งหมายถึงว่ามีการจ่ายกระแสไปที่ output 1 และ output 3 เป็น High มอเตอร์จะหมุนไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อทำการต่อมอเตอร์ที่ขาตรงกันข้ามกันเพราะว่า มอเตอร์แบบ DC นั้นจะมีขาคู่ 2 ขา เรียกว่า 1. ขาบวก + และ 2. ขาลบ - ดังนั้นมอเตอร์ 1 จะนำขาบวกต่อที่ output 1 ส่วนมอเตอร์ 2 จะนำขาลบไปต่อที่ output 3 ก็จะทำให้หุ่นยนต์ที่ต้องการให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดินหน้าก็เคลื่อนที่ไปตามต้องการ

เมื่อสามารถกำหนดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้แล้วก็สามารถนำข้อมูลนี้ไปเขียนโปรแกรมในการควบคุมหุ่นยนต์ได้โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งจะกำหนดข้อมูลที่อ้างอิงถึงทิศทางเคลื่อนที่ต่างๆของหุ่นยนต์ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 กำหนดทิศทางโดยข้อมูล 4 บิต

ทิศทาง	Data bit 0	Data bit 1	Data bit 2	Data bit 3
หยุด	0	0	0	0
เดินหน้า	0	0	0	1
ถอยหลัง	0	0	1	0
หมุนรอบซ้าย	0	0	1	1
หมุนรอบขวา	0	1	0	0
เตะลูกฟุตบอล	0	1	1	0

จาก Data 4 บิตกำหนดทิศทางเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้นจะเป็นข้อมูลกำหนด input ของ MCS-51 เพื่อเป็นคำสั่งอ้างอิงให้กับข้อมูลที่จะส่งมาจากเครื่องส่งไร้สายจากคอมพิวเตอร์ที่อยู่ระยะไกลให้ตรงกับชุดข้อมูลของส่วนควบคุมการขับมอเตอร์ไปในทิศทางที่ถูกต้องตามการออกแบบ (โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจะอธิบายในบทที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### หลักการประมวลผลภาพ

#### 3.1 หลักการพื้นฐานทางอิมเมจโปรเซสซิง

อิมเมจโปรเซสซิง (image processing) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นรูปภาพต่างๆ ให้อยู่ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าเพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่เป็นสัญญาณไฟฟ้านั้นไปใช้ประโยชน์ทางอื่น เป็นต้นว่า การตกแต่ง, การส่งรูปภาพไปตามสายนำสัญญาณจากที่แหล่งหนึ่ง ไปยังอีกแห่งหนึ่ง ไปยังอีกแห่งหนึ่ง (หลักการของโทรสาร), การเก็บข้อมูลรูปภาพไว้ในหน่วยความจำเพื่อทำอัลบั้มภาพ อิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ประโยชน์เป็นแฟ้มข้อมูลพนักงาน, ตรวจสอบลายนิ้วมือ เป็นต้น

##### 3.1.1 พิกเซล (pixel)

ภาพที่จะถูกแปลงสัญญาณไฟฟ้า จะได้รับการแบ่งรายละเอียดของภาพเป็นตารางเล็กๆ โดยตารางเล็กๆนี้ถูกเรียกว่า พิกเซล (pixel) มีการจัดเรียงเป็นแถว (row) และ คอลัมน์ (column) ซึ่งตำแหน่งแต่ละพิกเซลจะแทนด้วย  $P(i,j)$  โดยที่  $i$  และ  $j$  จะเป็นเลขจำนวนเต็มและว่าเรียกการจัดเรียง พิกเซลเมตริกซ์ (pixel matrix)

เมื่อทราบตำแหน่งของพิกเซลแล้วก็จำเป็นต้องทราบว่าที่ตำแหน่งนั้นๆ พิกเซลมีค่าเท่าไร ซึ่งค่าที่ว่านี้ก็คือค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนตำแหน่งของแต่ละพิกเซล

##### 3.1.2 ลักษณะข้อมูลภาพ

ภาพ 2 ระดับ คือ มีแค่จุดขาวกับดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดเป็นข้อมูล 1 บิต

ภาพ 16 ระดับ ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 4 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 16 ระดับสี หรือ 16 ระดับสีเทา ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือภาพขาว-ดำ

ภาพ 256 ระดับ ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 ระดับ หรือระดับสีเทา

ภาพ true color ซึ่งในแต่ละจุดจะเป็นข้อมูลขนาด 24 บิต ทำให้สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนภาพจริงที่สุด เพราะสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี แสดงได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น

##### 3.1.3 เกรย์สเกล (gray scale)

เกรย์สเกล หมายถึง ความแตกต่างของระดับความเข้มของแสง โดยเกรย์สเกลหนึ่งๆอาจแบ่งเป็น 13,20 หรือ 9 ระดับ โดยระดับที่ว่านี้ก็คือ ระดับสีเทา ในภาพหนึ่งๆถ้าต้องการแบ่งระดับความเข้มแสง หรือระดับสีเทาให้มีหลายๆค่า นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มจำนวนบิต ที่แสดงค่ากับพิกเซล ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่นถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 4 ระดับ ต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 2 บิต ถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 16 ระดับ ต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 4 บิต และถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 256 ระดับต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 8 บิต เป็นต้น

จำนวนระดับสีเทาที่ต้องการนี้ก็คือค่ายกกำลังขอบ 2 นั่นเอง ซึ่งค่าต่ำสุดหรือ 0 จะแทนสีดำหรือไม่มีความสว่างเลย และค่าที่มากที่สุดก็คือค่าที่น้อยกว่าจำนวนระดับสีเทาอยู่ 1 เช่น ค่า 15 ในระดับที่มีระดับสีเทา 16 ระดับก็จะเป็นสีขาวหรือสว่างมากที่สุด เป็นต้น

ในยุคแรกๆระบบการมองเห็น(vision system) จะใช้ระบบเลขฐานสองเพราะสะดวกต่อการนำเซนเซอร์มาใช้ นอกจากนี้การรวบรวมข้อมูล การเก็บรักษาข้อมูลยังสามารถทำได้ง่ายอีกด้วย

ในปัจจุบัน ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้กันโดยทั่วไป ขนาดที่เล็กที่สุดก็คือ 8 บิต ดังนั้นเกรย์สเกลขนาด 8 ค่า , 16 ค่า และ 256 ค่า จึงไม่เป็นปัญหาในการประมวลผล

ความสามารถในการแบ่งแยกระดับความแตกต่างของสายตามนุษย์ โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15 ระดับ ดังนั้น เกรย์สเกลขนาด 16 ระดับ จึงถือได้ว่าใกล้เคียงกับสายตามนุษย์หรืออาจจะละเอียดน้อยกว่าสายตามนุษย์เล็กน้อย(ในบางคน) ในขณะที่เกรย์สเกลขนาด 64 หรือ 256 นั้นละเอียดเกินไปสำหรับมนุษย์

การแสดงผลนี้ใช้วิธีตั้งค่าของแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สี จาก 64 สี หรือ 16 สีจาก 262,144 สีหรือ 256 สีจาก 262,144 สี ขึ้นอยู่กับโหมดการแสดงผลสำหรับทรูคัลเลอร์ จะไม่มีการเลือกสี แดงผล โดยการส่งค่าสี RGB ผ่าน D/A สีละ 8 บิต ออกไปความแตกต่างของการแสดงผลสีและขาวดำคือ ภาพขาวดำจะต้องตั้งให้แม่สีทั้งสามสีมีค่าเท่ากันเนื่องจาก VGA กำหนดให้แม่สีแต่ละสีใช้ได้เพียง 64 ระดับสีเท่านั้นหากต้องการให้เห็นทั้ง 256 ระดับ ต้องแสดงใน โหมดทรูคัลเลอร์ แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่งในโหมดนี้ จะสามารถใช้รีจิสเตอร์ 8 บิต สำหรับแต่ละแม่สี

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักวัตถุภาพในภาพได้นั้นแบ่งได้สองระดับด้วยกันคือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low level image processing) และ การประมวลผลภาพในระดับสูง (High level image processing) การประมวลผลภาพระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมดเพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆมาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลระดับสูงต่อไป

การประมวลผลภาพในระดับสูง เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลระดับต่ำมาตีความหรือเพื่อให้คอมพิวเตอร์ สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพระดับต่ำและสูง คือ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลโดยการประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดโดยตรงส่วนการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลผลจะถูกแสดงในรูปแบบลักษณะ ซึ่งจะแสดงถึงสิ่งต่างๆที่อยู่ในภาพ เช่น ขนาด หรือ รูปร่างของวัตถุในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.4 ฮิสโตแกรม ( Histogram )

ฮิสโตแกรมคือกราฟที่บอกให้ทราบถึงจำนวนของระดับสีเทาในภาพหนึ่งๆ โดยที่แกน x จะเป็นค่าของระดับสีเทาและแกน y เป็นจำนวนของพิกเซล ในฮิสโตแกรมจะประกอบด้วย

- จำนวนพิกเซลทั้งหมดของภาพ
- จำนวนพิกเซลในแต่ละค่าของระดับสีเทา
- กราฟที่แสดงจำนวนในแต่ละค่าของระดับสีเทา
- กราฟที่ใช้ในฮิสโตแกรมจะเป็นกราฟแท่ง ซึ่งสามารถแสดงจำนวนพิกเซลในแต่ละค่า

ระดับสีเทาได้เป็นอย่างดี

- รูปร่างหรือขนาดของฮิสโตแกรมจะเป็นข้อมูลที่แสดงคุณสมบัติของภาพว่า มีความคมชัดมากน้อยเพียงใด ซึ่งข้อมูลนี้ก็คือประโยชน์ของฮิสโตแกรมที่จะใช้ในการกำหนดค่าเทรชโฮลโดยค่าจะ ใช้ในการแปลงรูปภาพให้กลายเป็นภาพที่มีระดับความเข้ม 2 ระดับ คือ ขาวกับดำ

การสร้างฮิสโตแกรม

ต้องกำหนดก่อนว่าภาพที่จะนำมาสร้างฮิสโตแกรมนั้น จะแบ่งเป็นกี่พิกเซลสร้างเมตริกซ์จากพิกเซลเล็กๆ นำค่าของพิกเซลในเมตริกซ์ที่ได้จากข้อ 2 มาสร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับสีเทากับจำนวนของพิกเซลในแต่ละค่าระดับสีเทาว่ามีกี่พิกเซล นำค่ามาพล็อตกราฟแท่ง โดยการทวนวนอนเป็นค่าระดับสีเทา และแกนทางแนวตั้งเป็นแกนของจำนวนพิกเซล และกราฟนี้คือฮิสโตแกรม

### 3.1.5 ความหมายภาพและนิยามของภาพในระบบดิจิทัล

ภาพ( image ) ในเชิงคณิตศาสตร์จะหมายถึง ฟังก์ชัน 2 มิติ  $f(x,y)$  โดย  $x$  และ  $y$  เป็นแกนพิกัดในระนาบ 2 มิติ ค่าฟังก์ชัน  $f(x,y)$  จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง  $x,y$  ซึ่งเราเรียกว่า ระดับสีเทา ( gray scale ) ซึ่งปกติเราจะให้จุดกำเนิดของแกนพิกัด ( coordinate ) อยู่ท่ามกลางซ้ายของภาพ ภาพ 2 มิติ ที่แทนด้วยฟังก์ชัน  $f(x,y)$  โดย  $x$  และ  $y$  แกนในระนาบของภาพค่าของฟังก์ชันที่จุด  $(x,y)$  คือความเข้มของแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ดังนั้น  $f(x,y)$  ต้องไม่เป็นศูนย์และมีค่าจำกัดนั่นคือ

$$0 < f(x,y) < a \quad (4.1)$$

โดยธรรมชาติของแสง ซึ่งจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสงและส่วนที่สะท้อนของแสง ดังนั้นเราสามารถแยกฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ออกเป็นสองส่วนคือ อิลลูมินันซ์คอมโพเนนต์ ( illumination component ) และ รีเฟล็กแทนท์คอมโพเนนต์ ( reflectant component ) จะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดแก้ไขหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร (4.2) รังที่มีการนำไปใช้

$$f(x,y) = i(x,y) * r(x,y) \quad (4.2)$$

เมื่อ

$$0 < i(x,y) < a \quad (4.3)$$

และ

$$0 < r(x,y) < a \quad (4.4)$$

โดยที่  $a$  คือ ค่าคงที่

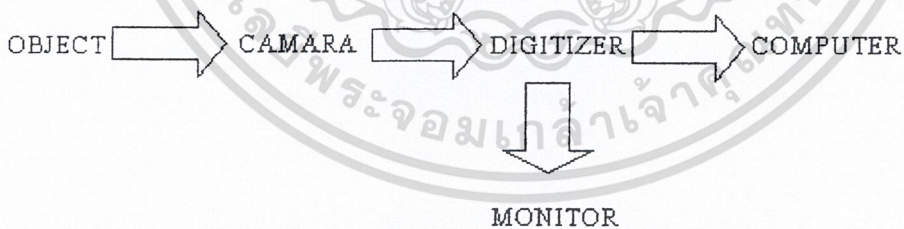
$i(x,y)$  คือ ฟังก์ชันอิลลูมิเนชันคอมโพเนนต์ ( illumination component )

$r(x,y)$  คือ ฟังก์ชันรีเฟล็กแทนท์คอมโพเนนต์ ( reflectant component )

สมการที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ฟังก์ชันการสะท้อนถูกจำกัดขอบเขตระหว่าง 0 ( ซึ่งหมายถึงการดูดซึมสมบูรณ์ ) และ 1 ( ซึ่งหมายถึง การสะท้อนโดยสมบูรณ์ ) ธรรมชาติของ  $i(x,y)$  ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสง ในขณะที่  $r(x,y)$  ขึ้นอยู่กับวัตถุที่สะท้อนแสงมาเข้าตา

### 3.1.6 ระบบการประมวลผลทางดิจิทัล

ระบบการประมวลผลภาพทางดิจิทัลประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งเรียกว่า ดิจิไทเซอร์ ( Digitizer ) ส่วนประมวลผล ( processing ) และส่วนแสดงผล ( Display )



รูปที่ 3.1 ระบบการประมวลผลทางดิจิทัล

จากรูปที่ ส่วนแรกคือ ส่วนที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล

กล้อง ( camara ) เปรียบเสมือนดวงตาของมนุษย์ ทำหน้าที่เปลี่ยนภาพวัตถุมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า และส่งให้ดิจิไทเซอร์ ( Digitizer ) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณดิจิทัล อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่กล้องโทรทัศน์ดิจิไทเซอร์ ซึ่งในภาพประกอบด้วยหลอดที่ทำหน้าที่เป็นสื่อ ไฟฟ้ากับความไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่างของภาพในตำแหน่งนั้นๆต่อไปทำการควอนไทซ์ ( quantizing ) ข้อมูลภาพที่ได้เป็นสัญญาณดิจิทัล

ส่วนประมวลผล คือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งเปรียบเสมือนสมองทำหน้าที่ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

ส่วนแสดงผลทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลตัวเลข ( ซึ่งมีระดับเป็นสีเทา ) ที่เก็บเป็นอะเรย์ในคอมพิวเตอร์ ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมและสื่อความหมายกับมนุษย์ได้ คือเป็นภาพที่ปกติทั่วๆ ไป อุปกรณ์ในส่วนนี้ได้แก่ จอ( monitor )

ภาพ 1 ภาพ ที่ถูกเปลี่ยนจากสัญญาณดิจิทัล สำหรับคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพที่ต้องการ และจะมีผลทำให้ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำมากในการเก็บข้อมูล ภาพ 1 ภาพ เช่น การเก็บภาพขนาด  $256 * 256$  จุด ที่มีความแตกต่างของระดับความเข้มของแต่ละจุดเท่ากับ 256 ระดับ จะต้องใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำให้น้อยที่สุด และยังคงรักษาความละเอียดของภาพตามการใช้งานได้

### 3.1.7 การสร้างภาพไบนารี ( Binary )

การสร้างภาพไบนารี หมายถึง การแปลงข้อมูลภาพที่มีความเข้มหลายระดับ ให้เป็นภาพที่มีระดับความเข้มเพียง 2 ระดับ คือ จุด 1 ภาพ มีค่าได้แค่ 2 ค่าเท่านั้น โดยเป็น 0 กับ 1 ซึ่ง 1 จะหมายถึงภาพที่มีสีดำ และ 0 จะหมายถึงจุดภาพสีขาว การแปลงข้อมูลภาพหลายระดับเป็นภาพไบนารีจึงมีความจำเป็นและประโยชน์มากในการแสดงผลและประโยชน์อีกอย่างคือการลดเนื้อที่การเก็บข้อมูลภาพเหลือเพียง 8 บิต นั่นคือ 1 จุด ภาพจะใช้เนื้อที่ในการเก็บ 1 บิต ดังนั้นจึงสามารถนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอน การประมวลผลขั้นต้น ( Preprocessing ) ในการสร้างภาพไบนารี สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล ( Thresholding Technics ) โดยพิจารณาว่าจุดใดควรจะเป็นจุดขาวหรือจุดดำ จะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ที่เรียกว่า ค่าเทรชโฮล เมื่อข้อมูลภาพมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างวัตถุและพื้นหลัง โดยค่าที่มีค่าน้อยกว่าค่าเทรชโฮลจะถูกกำหนด ให้เป็นค่า 1 (จุดสีดำ) และค่าที่มากกว่าค่าเทรชโฮลจะถูกกำหนด ให้เป็นค่า 0 (จุดสีขาว)

$$b(x,y) = \begin{cases} 1: g(x,y) < Thr \\ 0: g(x,y) \geq Thr \end{cases} \quad (4.5)$$

โดยที่  $b(x,y)$  คือ ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นภาพไบนารี

$g(x,y)$  คือ ข้อมูลภาพอินพุตที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง 1 ระดับ

$Thr$  คือ ค่าเทรชโฮลเป็นค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างภาพใบนารี โดยใช้เทคนิคเทอร์ซโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัด ที่สำคัญที่สุด คือ ค่าเทอร์ซโฮล(Thr) เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทอร์ซโฮลที่ไม่เหมาะสมภาพที่ได้จะไม่เหมาะสม ขาดความคมชัดและรายละเอียดของภาพจะขาดหายไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

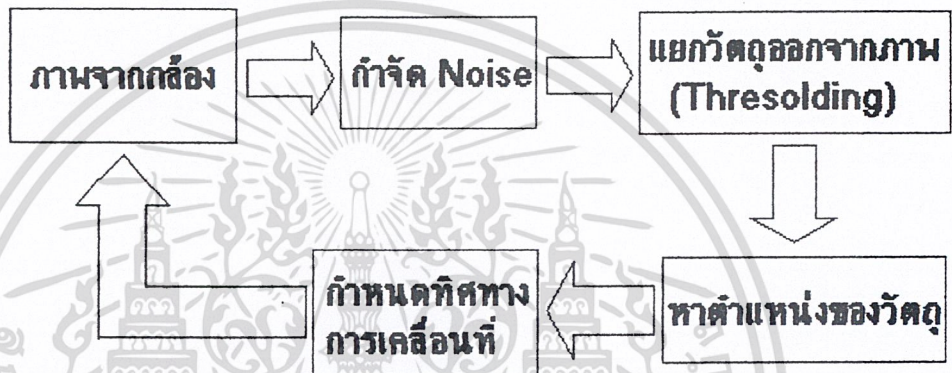
## บทที่ 4

### หลักการทํางานของระบบ

การทํางานของระบบแบ่งย่อย 2 ขั้นตอน คือ เทคนิคการประมวลผลภาพ และการควบคุมหุ่นยนต์

#### 4.1 เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ นั้นจะถูกส่งมาประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ด้วยขบวนการอิมเมจโปรเซสซึ่ง โดยมีเทคนิคของการประมวลผลภาพ ที่ใช้ในโครงงานนี้ แสดง Block Diagram ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Block Diagram การประมวลผลภาพของ Soccer Robot

#### 4.1.1 อิมเมจเอนฮานเม้นท์ ( image enhancement )

เป็นการจัดการภาพให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมขึ้น หรือ ให้มีความคมชัดมากขึ้น เพราะว่าภาพที่ได้มาจากกล้องวีดีโอ นั้นมีความผิดพลาดเกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูลภาพเรียกว่า noise ดังนั้นทำให้คุณภาพของภาพที่ได้มีไม่ดีเท่าที่ควรจึงต้องกำจัด noise ซึ่ง โครงงานนี้ได้วิธีการกำจัดคือ พิจารณาในข้อมูลแต่ละจุด pixel จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของข้อมูลระหว่างจุดรอบๆของจุดที่พิจารณากับจุดที่ต้องการพิจารณา เพื่อเป็นการแยกความแตกต่างของจุดภาพที่ใกล้เคียงกันเพื่อหาขอบเขตภาพที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้

$$x(i,j) = \frac{\sum_{i=r-1}^{r+1} \sum_{j=c-1}^{c+1} f(i,j) - f(r,c)}{8} \quad (4,1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า โดยที่  $x(i,j)$  คือ ค่าของจุดภาพที่พิจารณาที่ถูกรับการกำจัด noise ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดลงเนื้อหาและต้องอยู่เบื้องหลังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$f(i,j)$  คือ ค่าของจุดภาพรอบๆข้างของจุดที่พิจารณา 8 จุด

$f(r,c)$  คือ ค่าของจุดภาพที่พิจารณา

$r,i$  คือ ค่าแสดงตำแหน่งของแถวของจุดภาพ

$c,j$  คือ ค่าแสดงตำแหน่งของคอลัมน์ของจุดภาพ

ในการพิจารณานั้นจะเห็นได้ว่าการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของข้อมูลจุดภาพที่พิจารณากับจุดรอบข้างใกล้เคียงจะมีข้อมูลใหม่ที่เหมาะสมกว่าภาพที่ได้ตอนแรกที่ได้จากกล้องวีดีโอเพื่อนำไปวิเคราะห์ในกระบวนการต่างๆต่อไป

#### 4.1.2 การแยกวัตถุออกจากภาพ ( Segmentation )

เป็นเทคนิคสำคัญอีกเทคนิคหนึ่งในการประมวลผลภาพ โดยจะแยกเอาวัตถุออกจากพื้นหลัง เพื่อนำข้อมูลของวัตถุที่แยกออกมาไปใช้ในงานที่ต้องการได้ การแยกวัตถุออกจากภาพนี้มีหลายวิธีซึ่งจะเหมาะกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างไป ในโครงการนี้จะใช้วิธีการเทรชโฮล ( Thresholding ) โดยการเทรชโฮลนั้นจะเป็นการหาค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมมาเพื่อกำหนดการสร้างภาพแบบไบนารีที่ได้กล่าวไปข้างต้น ซึ่งสามารถแยกวัตถุออกจากภาพได้โดยข้อมูล 1 บิต คือ ข้อมูล 1 และ 0 ดังนั้นค่าของเทรชโฮลนั้นจะมีวิธีหาได้หลายวิธีเช่น

##### 4.1.2.1 การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดล่วงหน้า ( Preassigned Threshold Value )

การหาค่าเทรชโฮลโดยวิธีการกำหนดล่วงหน้านี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เป็นการกำหนดค่าเทรชโฮลเองจากผู้ใช้ ซึ่งจะขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ใช้นั้นๆ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งจะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุด ของระดับความเข้มของข้อมูลอินพุท เช่นภาพอินพุทอินพุท มีเกรย์สเกล 256 ระดับ จะมีค่าเทรชโฮลได้ถึง 0- 255

##### 4.1.2.2 การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง ( Mid Range Threshold Value )

การหาค่าเทรชโฮลโดยพิจารณาจากค่ากลาง เป็นการค่าที่แตกต่างจากวิธีแรก สำหรับวิธีนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าเทรชโฮลโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยวิธีนี้อาศัยการคำนวณพื้นฐานทางสถิติคือการหาค่าเฉลี่ย มาประยุกต์ใช้ ค่าเทรชโฮลที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุดและระดับความเข้มต่ำสุดของภาพอินพุทอินพุท เมื่อทำการคำนวณค่าเทรชโฮลได้

แล้ว ก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโฮลที่ได้มาใช้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ขอสงวนสิทธิ์ในนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเทรซโฮลแล้วจะได้ภาพที่เป็นไบนารี โดยที่ค่าเทรซโฮลเป็นตัวแบ่งระดับความเข้มของภาพเพื่อกำหนดข้อมูลเป็นไบนารี 0 กับ 1 ซึ่งค่าระดับความเข้มที่มีค่ามากกว่าค่าเทรซโฮลนั้นจะกำหนดให้เป็น 0 เป็นสีขาว ส่วนค่าระดับความเข้มที่ต่ำกว่าค่าเทรซโฮลจะกำหนดให้เป็น 1 เป็นสีดำ ดังนั้น จะเห็นว่าจะเกิดการแบ่งแยกวัตถุออกจากภาพซึ่งเป็นพื้นหลังได้ก็นำข้อมูลที่ได้ออกไปพิจารณาหาตำแหน่งของวัตถุของภาพต่อไป

#### 4.1.3 การหาจุดกึ่งกลางของวัตถุ ( Center of Mass )

การหาค่าตำแหน่งกึ่งกลางของวัตถุจะใช้ข้อมูลที่ได้ออกจากการแยกวัตถุออกจากพื้นหลังข้างต้นมา โดยการนำข้อมูลของตำแหน่ง (x,y) ของวัตถุที่แยกออกมาได้ มาหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลภายในวัตถุทั้งหมด จะแยกออกเป็น ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของแถว  $C_r$  และ ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของคอลัมน์  $C_c$  หาได้จาก

$$C_r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} \quad (4.4)$$

และ

$$C_c = \frac{\sum_{j=1}^n Y_j}{N} \quad (4.5)$$

โดยที่  $C_r$  คือ ค่าเฉลี่ยตำแหน่งของแถว

$C_c$  คือ ค่าเฉลี่ยตำแหน่งของคอลัมน์

$X_i$  คือ ค่าตำแหน่งของแถว

$Y_j$  คือ ค่าตำแหน่งของคอลัมน์

$i, j$  คือ จำนวนเต็มเท่ากับ 1...n

$N$  คือ จำนวนตำแหน่งทั้งหมด

เมื่อหาจุดกึ่งกลางของวัตถุได้แล้วคือ  $(C_r, C_c)$  โดยเป็นเทคนิคพื้นฐานทางสถิติที่สามารถหาค่าได้เช่นกันแต่ในความเป็นจริงของจุดกึ่งกลางของวัตถุจริงๆนั้นที่ได้มาจากกล้องตั้งแต่ค่าเริ่มต้นนั้นจะมีค่าอีกค่าหนึ่งดังนั้นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดขึ้นระหว่างการใช้เทคนิคต่างๆตั้งแต่แรกเรื่อยมาแต่นั้นก็จะขึ้นอยู่กับความจำเป็นของสิ่งที่จะพิจารณาว่าต้องการความละเอียดของชิ้นงานมากน้อยเพียงใด ใน

โครงการนี้ต้องการหาค่าตำแหน่งของวัตถุบนพื้นหลังของภาพเท่านั้นว่ามีค่าเท่าใดเพื่อนำค่าที่ได้นั้นไป

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ซึ่งเป็นวัตถุหนึ่งในภาพให้เคลื่อนที่ไปหาลูกบอลแล้วพาลูกบอลเตะเข้าเป้าหมายได้อย่างอัตโนมัติ

นอกจากเทคนิคข้างต้นที่ใช้ในโครงการนี้แล้วสามารถใช้เทคนิคดังต่อไปนี้ได้เพื่อทำการประมวลผลภาพที่ต้องการ ดังนี้

#### 1. อิมเมจดิจิทัลเซชัน ( image digitization )

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ถึงความหมายของการ digitize ภาพ ซึ่งความละเอียดของภาพที่ได้ก็ขึ้นอยู่กับการจัดระดับภาพ ในปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ทำกระบวนการนี้เรียกว่า ดิจิไตเซอร์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลได้ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงเก็บเป็นเลขไบนารีโดยใช้ดิจิทัลเป็นตัวจัดการ

#### 2. อิมเมจเอนฮานเม้นท์และรีสตอเรชัน( image enhancement and restoration )

อิมเมจเอนฮานเม้นท์ เป็นการทำให้ภาพให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมขึ้น มีความคมชัดมากยิ่งขึ้นสำหรับการนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง

วิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพ(enhancement) มีหลายวิธี ดังนี้

1. คอนทราสต์ที่เอนฮานเม้นท์( Contrast enhancement ) เป็นวิธีที่ทำให้ภาพคมชัดขึ้น โดยอาศัยวิธีฮิสโตแกรม อาจใช้แบบลิเนียร์สเตรท( linear strath) , พีชลิเนียร์- สเตรท( piecewise linear strath) หรือ อีควอลไลเซชัน ( Equalization )

2. เจเอนฮานเม้นท์ ( Edge enhancement )เป็นการแยกความแตกต่างของจุดภาพที่ใกล้เคียงกันเพื่อหาขอบเขตของภาพ

3. การประมวลผลภาพสีเทียม(pseudo – color image processing)เป็นการใช้เทคนิคของการทำ density slicing และใส่สีเทียมให้กับภาพขาว-ดำ ที่มีระดับGrey – Level ต่างๆกัน  
อิมเมจรีสตอเรชัน( image restoration )

เป็นขบวนการในการสร้างภาพกลับคืน โดยการหาค่าชดเชย และแก้ความคลาดเคลื่อน เนื่องจากข้อมูลในภาพผิดพลาดไป หรือเป็นขบวนการสร้างภาพกลับคืน จากภาพที่ถูกทำให้เสียไป เนื่องจากปรากฏณ์ต่างดคยใช้หลักการของพีชคณิตเชิงเส้น

#### 3. อิมเมจเอ็นโค้ดดิ้ง( image encoding )

เป็นการใช้เทคนิคต่างๆเพื่อเข้ารหัสข้อมูล เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จะถูกเก็บในลักษณะจำนวนไบนารีซึ่งถ้าภาพมีขนาดใหญ่มาก ก็ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บมาก การเข้ารหัสข้อมูลจึงมีประโยชน์ในการลดข้อมูลเรียกว่าเป็นการลดข้อมูล( Data reduction หรือ Data compressing )

#### 4. อิมเมจคอนสตรัคชัน( image reconstruction )

เป็นวิธีการสร้างภาพตัดขวางของวัตถุ โดยไม่ต้องผ่า หรือทำลายเราเรียกการสร้างภาพตัดขวางว่า คอมพิวเตอร์โทโมกราฟี (Computer tomography)

แม้ว่าการแพทย์ ฟิสิกส์ อวกาศ ธรณีวิทยา และอื่นๆ ยังใช้เทคนิคนี้อยู่จนถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การควบคุมหุ่นยนต์

### 4.2.1 การควบคุมหุ่นยนต์ด้วย VC++

เป็นการนำตำแหน่งของลูกบอลและหุ่นยนต์ที่ได้ นำมาคำนวณเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าหาลูกบอล โดยใช้หลักการของสามเหลี่ยมคล้าย แบ่งเป็น 4 กรณี แสดงภาพตัวอย่างดังรูปที่ 4.2

กรณีที่ 1  $\theta_1 < \theta_2$ ,  $\theta_2 - \theta_1 < 180$  องศา หุ่นยนต์หมุนขวา

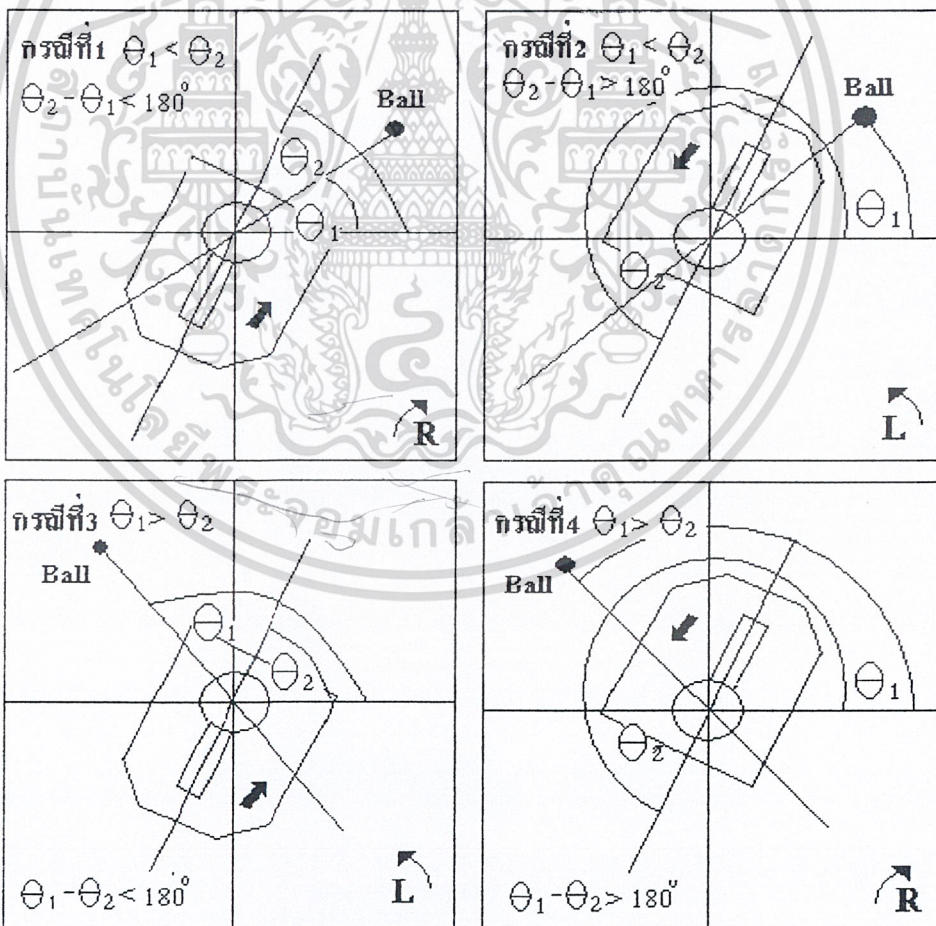
กรณีที่ 2  $\theta_1 < \theta_2$ ,  $\theta_2 - \theta_1 > 180$  องศา หุ่นยนต์หมุนซ้าย

กรณีที่ 3  $\theta_1 > \theta_2$ ,  $\theta_1 - \theta_2 < 180$  องศา หุ่นยนต์หมุนซ้าย

กรณีที่ 4  $\theta_1 > \theta_2$ ,  $\theta_1 - \theta_2 > 180$  องศา หุ่นยนต์หมุนขวา

โดย  $\theta_1$  คือ มุมที่กระทำระหว่างตำแหน่งลูกบอลกับเส้นปรกติ

$\theta_2$  คือ มุมที่กระทำระหว่างตำแหน่งด้านหน้าของหุ่นยนต์กับเส้นปรกติ



รูปที่ 4.2 รูปแสดงกรณีของการควบคุมหุ่นยนต์ด้วย VC++

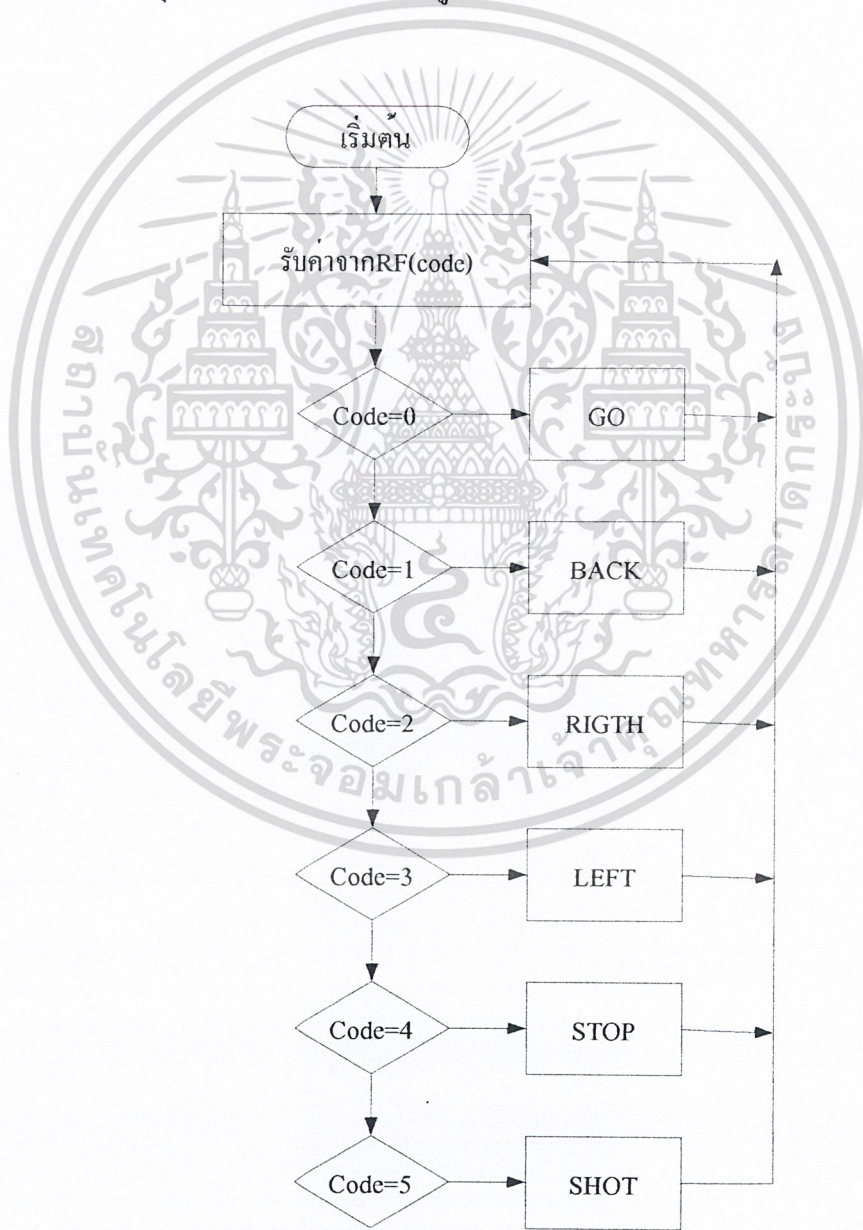
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

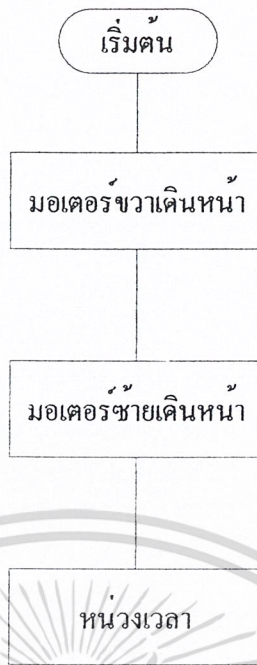
**4.2.2 โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วย MCS-51**

โปรแกรมที่อยู่ในตัวหุ่นยนต์เป็น โปรแกรม ASM51 เพื่อรับข้อมูลจากอุปกรณ์รับส่ง ไร้สายตัวรับ โดยที่ข้อมูลถูกส่งจากพอร์ตนานของคอมพิวเตอร์ ควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามทิศทางที่กำหนด และควบคุมกลไกในการยิง มีโพล์ชาร์ตการทำงานดังรูปที่ 3.2

การทำงานของโปรแกรมเริ่มจากรับค่าจาก RF ตัวรับ แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าตามตารางที่ จากนั้นจะกระโดดไปที่โปรแกรมย่อยแล้วกลับไปรับค่าและเปรียบเทียบค่าอย่างนี้เรื่อยไป เช่น ถ้าค่าที่ได้จาก RF ตัวรับ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเปรียบเทียบว่าเท่ากับ 0 แล้ว ต่อจากนั้นโปรแกรมจะกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย GO จากนั้นจะกลับไปเริ่มต้นรับค่าจาก RF ตัวรับใหม่ยกตัวอย่างโพล์ชาร์ตควบคุมเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เดินหน้า GO ดังรูปที่ 3.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องแจ้งชื่อเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 โฟลชาร์ตโปรแกรมควบคุมการเดินหน้าของหุ่นยนต์

รายละเอียดของโปรแกรมน้อย GO มีดังนี้

SETB	INPUT1
CLR	INPUT2
CLR	INPUT3
SETB	INPUT4
SETB	EA1
SETB	EA2
ACALL	DELAY

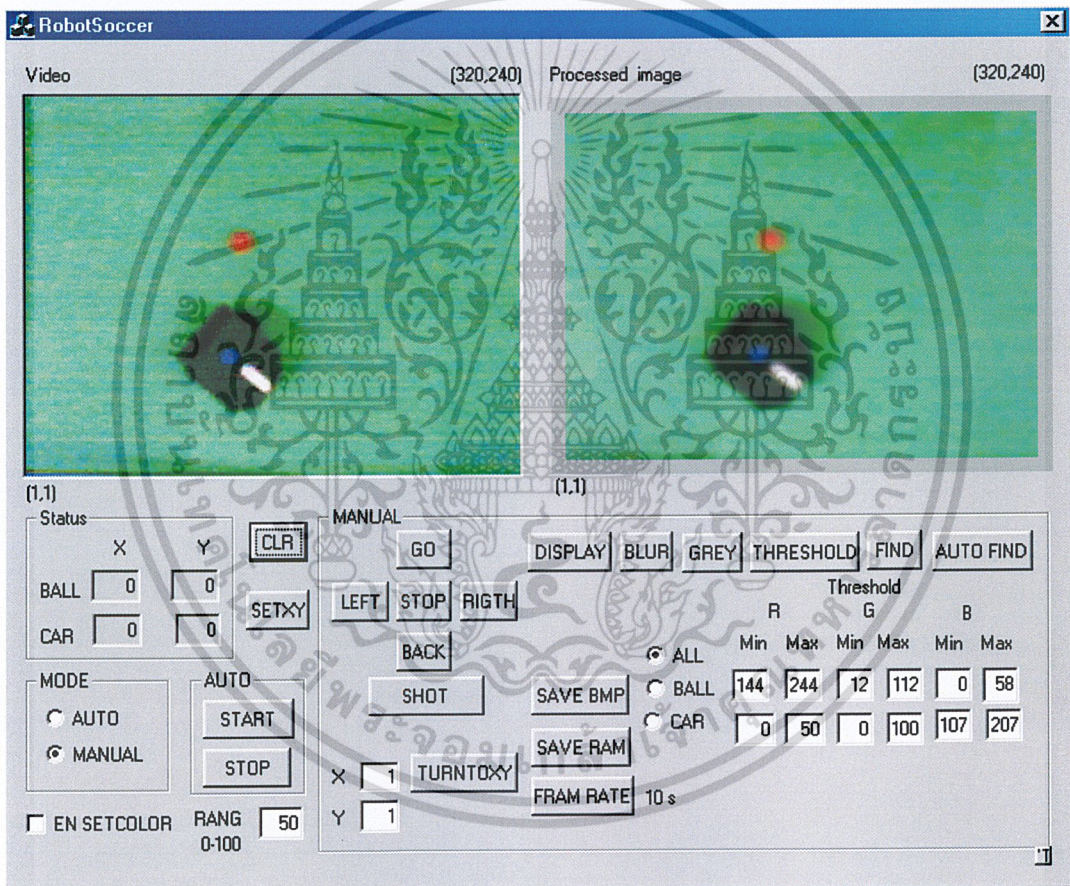
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### การทดลอง

#### 5.1 การทดลองการกำจัดสัญญาณรบกวน(Noise Reduction)

ข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องจะมีข้อมูลที่ผิดพลาดไปจากข้อมูลจริง ซึ่งเกิดจากกล้อง ดังนั้นก่อนที่จะนำข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องไปคำนวณ จึงจำเป็นต้องทำการปรับให้มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงที่เรียกว่า Preprocessing ในที่นี้จะใช้ข้อมูลภาพของจุดข้างเคียงมาหาค่าเฉลี่ยกับจุดเดิมจะได้ภาพดังรูปที่ 5.1 จะพบว่าข้อมูลภาพที่ได้จะผิดพลาดลดลง แต่ภาพที่ได้จะเบลอ

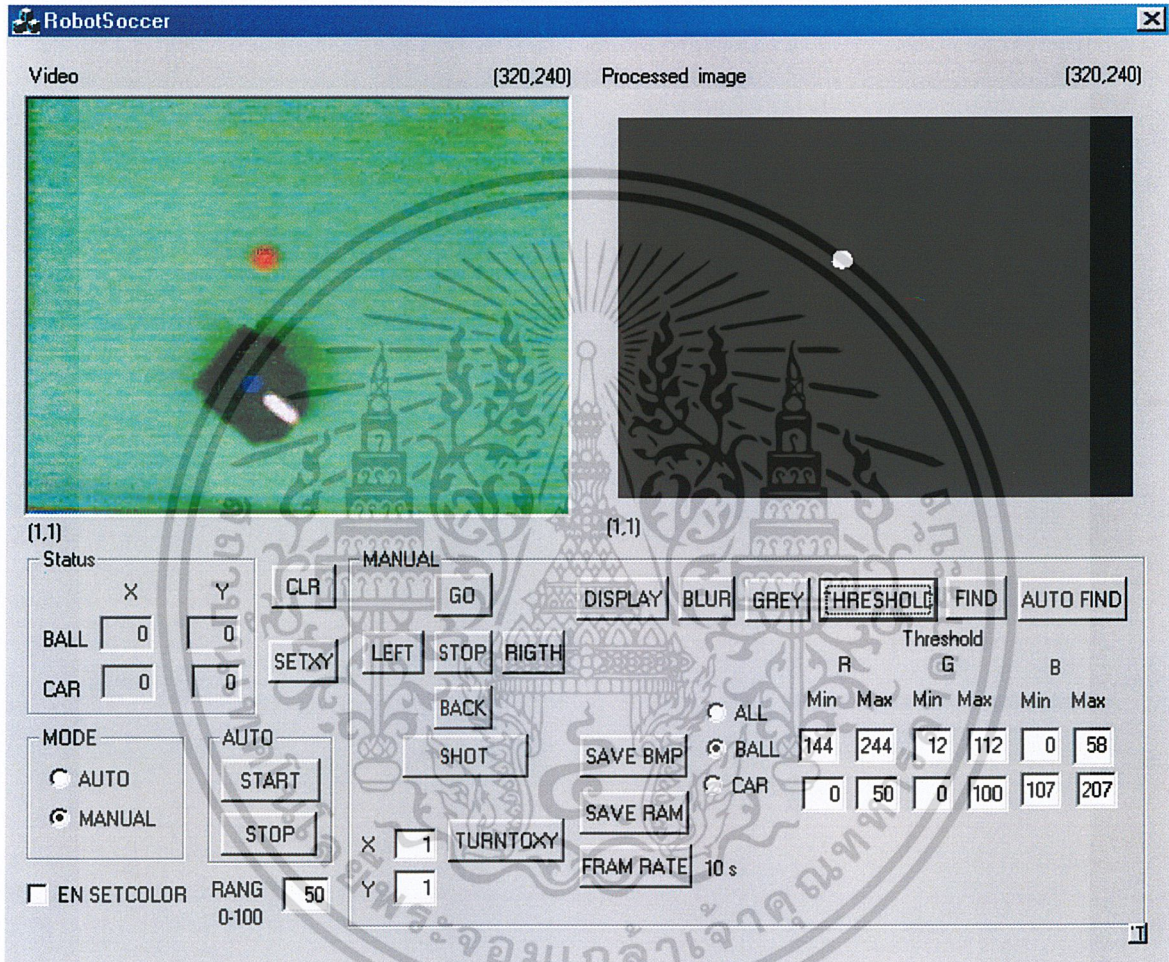


รูปที่ 5.1 การทดลอง Noise Reduction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

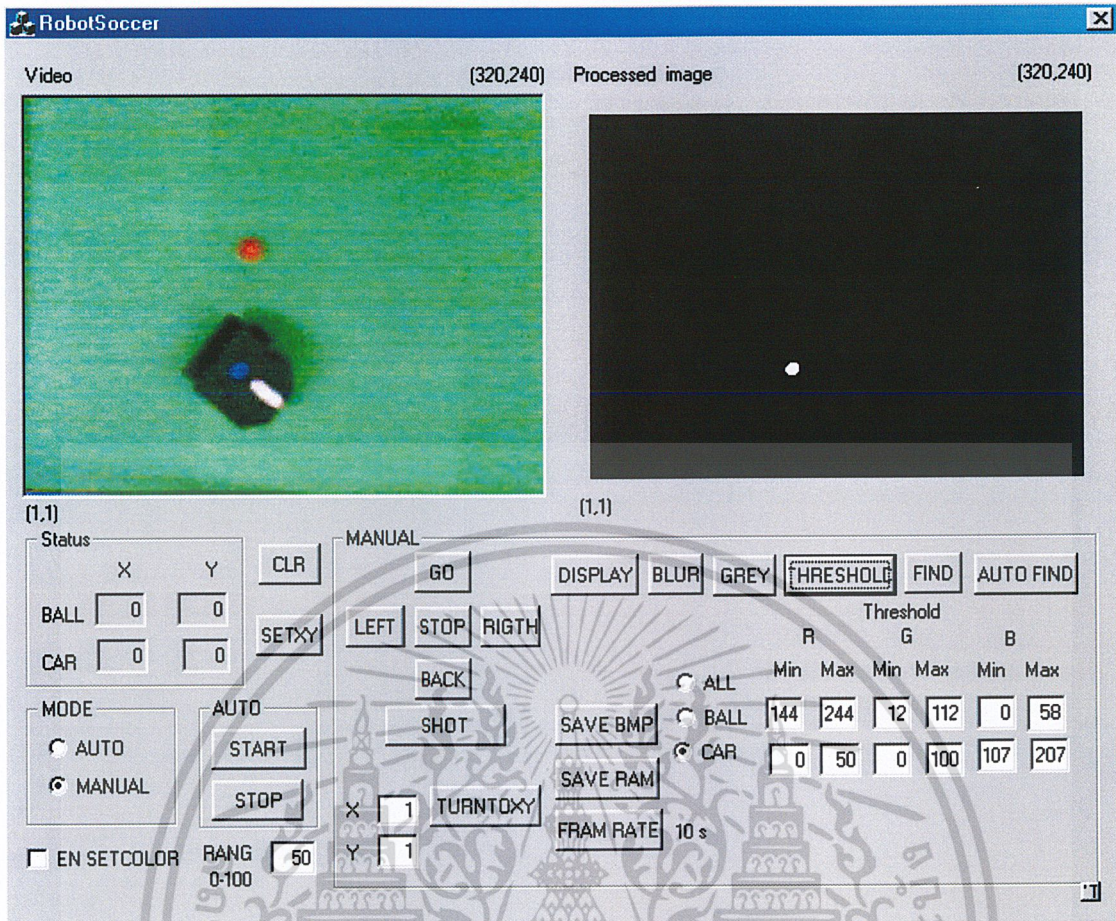
## 5.2 การทดลองการแยกวัตถุ(Segmentation)

นำภาพที่ได้มาทำการ Threshold เนื่องจากภาพที่ได้หลังจากPreprocessingจะเป็นแบบRGB จึงจำเป็นต้องใช้การ Threshold แบบเลือกค่าThreshold เอง คือการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นBinary 0 กับ 1 จากรูปที่ 5.2 ให้ลูกบอลสีส้มเป็นวัตถุที่พิจารณา หลังจากการ Threshold จะให้วัตถุที่พิจารณามาค่าเป็น 1 คือสีขาว นอกนั้นเป็นสีดำ เช่นเดียวกับรูปที่ 5.3 วงกลมสีฟ้าเป็นสัญลักษณ์ของหุ่นยนต์ที่พิจารณา



รูปที่ 5.2 การทดลองการแยกวัตถุ(Segmentation) แยกลูกบอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

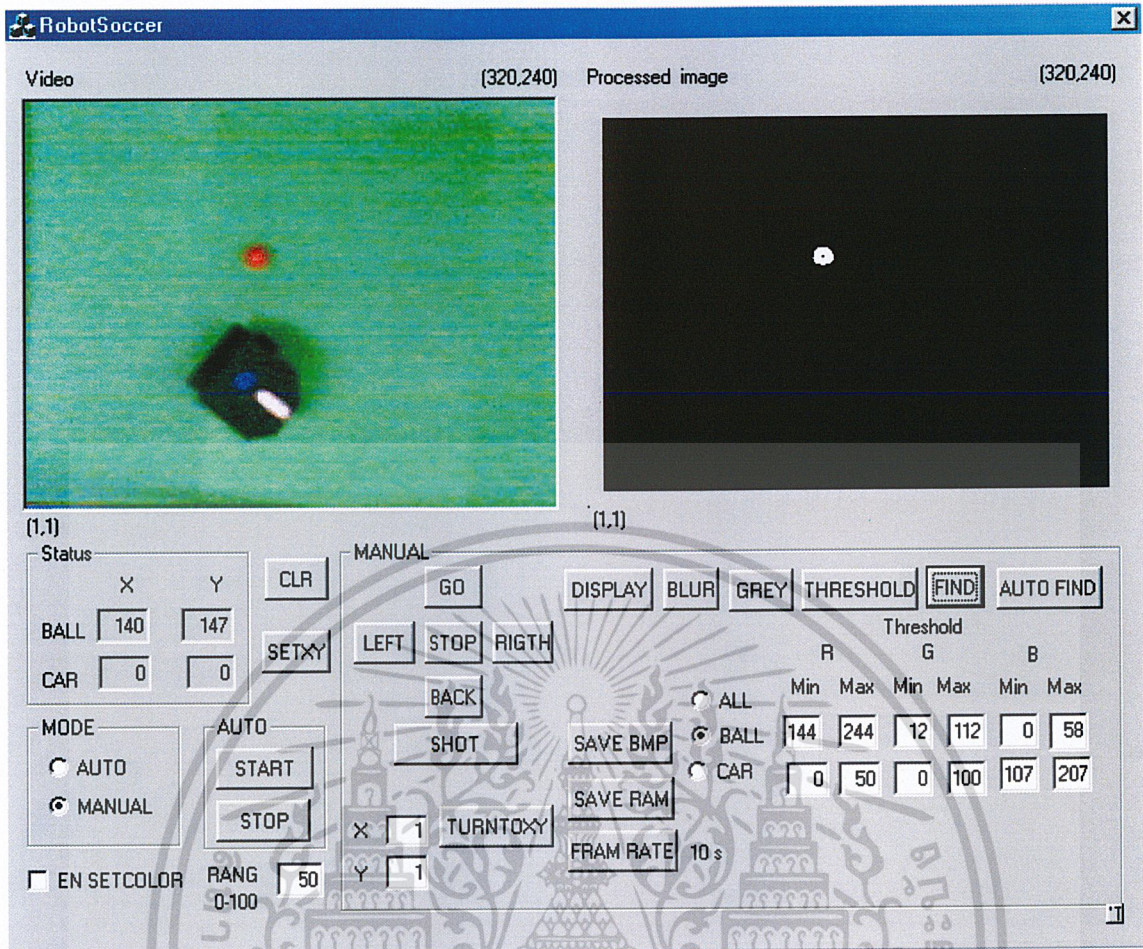


รูปที่ 5.3 การทดลองการแยกวัตถุ(Segmentation) แยกหุ่นยนต์

### 5.3 การทดลองการหาตำแหน่งวัตถุ

จากการ Segmentation ในการทดลอง 5.2 จะได้ภาพเป็น Binary แยกระหว่างพื้นกับวัตถุ ในที่นี่จะใช้การหาค่าเฉลี่ยของตำแหน่งของ xy ของวัตถุ ดังรูปที่ 5.4 เป็นการหาตำแหน่งลูกบอล จะพบว่า ลูกบอลอยู่ที่ตำแหน่ง (140,147)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 การทดลองหาตำแหน่งลูกบอล

#### 5.4 การทดลองความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การทดลองความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาลูกบอลจะทดลองโดยให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าหาลูกบอล นำระยะทางกับเวลาที่เคลื่อนที่มาคำนวณเพื่อหาระยะทาง ดังตารางที่ 5.1 จากการทดลองจะได้ความเร็วเฉลี่ย 17.23 cm/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 ตารางการทดลองความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

X หุ่นยนต์	Y หุ่นยนต์	X ลูกบอล	Y ลูกบอล	ระยะทาง(cm)	เวลา(s)	ความเร็ว(cm/s)
20	20	300	220	344.09	20	17.20
300	220	20	20	344.09	22	15.64
20	120	300	120	280	17	16.47
300	120	20	120	280	15	18.66
160	20	160	220	200	11	18.18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุปและวิจารณ์การทดลอง

โครงการนี้เป็นรูปแบบการทำงานของระบบการควบคุมหุ่นยนต์ด้วยคอมพิวเตอร์ระยะไกลแบบอัตโนมัติผ่านเครื่องรับส่งวิทยุแบบไร้สาย ซึ่งใช้หลักการของการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ คิจิตอล จะพบว่าจากการทำโครงการนี้ได้ทำการทดลองการประมวลผลภาพที่ได้มาจากกล้องวิดีโอเพื่อนำภาพมาหาตำแหน่งของลูกบอลและตำแหน่งของตัวหุ่นยนต์ได้จากเทคนิคของอิมเมจโปรเซสซึ่งไม่ว่าจะเป็นการกำจัด noise , การแปลงภาพระบบสีRGB , การแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง และการหาตำแหน่งกึ่งกลางของวัตถุ (ดังที่ได้กล่าวมาในบทที่ 4 และแสดงให้เห็นการทดลองในบทที่ 5)

จากการทำโครงการนี้ได้พบปัญหาต่างๆและมีข้อจำกัดต่างๆที่จะต้องมีการแก้ไขและพัฒนาให้ดีขึ้นต่อไป คือ บริเวณที่ทำการทดลองหรือใช้งานนั้นต้องมีแสงสว่างที่เหมาะสมเพียงพอ , ความแตกต่างของสีที่กำหนดวัตถุต่างๆนั้นต้องมีความแตกต่างของสีกันมากเพื่อทำการแยกออกจากกันได้อย่างถูกต้อง , ขั้นตอนการแยกวัตถุออกจากภาพนั้นใช้วิธีที่กำหนดค่าเทรชโฮลด้วยผู้จัดทำเอง , ความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่ใช้ ในโครงการไม่ว่าจะเป็นความสามารถของกล้องวิดีโอที่ใช้ , คอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผล และสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงการ นอกจากนี้ยังมีปัญหาอื่นๆอีก

สำหรับแนวทางการแก้ไขที่อยากเสนอแนะเพื่อพัฒนาให้ระบบมีการทำงานที่ดีขึ้นคือ การพัฒนาทางด้านการเขียน โปรแกรมในการประมวลผลภาพให้มีวิธีหรือเทคนิคที่สามารถตอบสนองต่อภาพที่ได้มาจากกล้องวิดีโอให้สามารถประมวลผลภาพได้ทุกๆสภาพ , ควรทำระบบควบคุมหุ่นยนต์ที่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ให้ได้ดี , ระบบการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ให้มีความเร็วและทิศทางที่ถูกต้องและแม่นยำ

## เอกสารอ้างอิง

1. นิรุช อำนวยศิลป์, “คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual C++” ,Success,2544
2. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล,“เรียนรู้และปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์”  
Innovative Experiment , Inc , 1988
3. ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุด , “วิเคราะห์เจาะลึกทั้งทฤษฎี และ ปฏิบัติ MCS-51 ”,  
ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2539
4. ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล,“คู่มือการเขียนคปรแกรมและใช้งานVisualC++6.0”,Infopress,2544

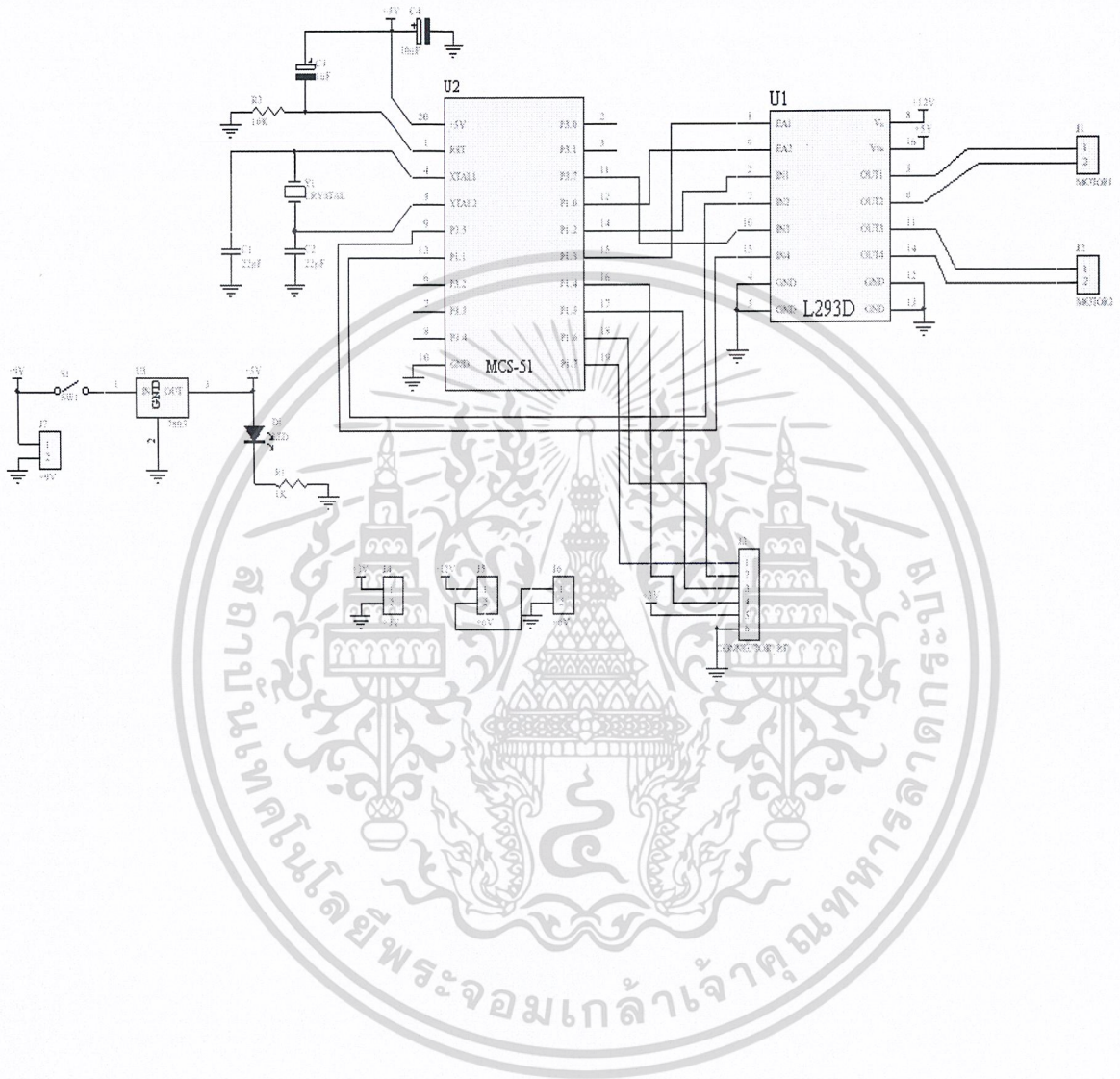


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รูปวงจรในส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## QuickCam® Express

PC • USB

Easy to use and economical. Great for video e-mails and face-to-face video calls. Plus you can add live video to Yahoo! Messenger.

Now you can meet face-to-face online with live video calls. Or make your instant messages come alive by adding live video to your Yahoo! Messenger, MSN® Messenger and AOL Instant Messenger<sup>SM</sup> (AIM). Or set up a webcam to share your world. Or snap and send photos and video along with your e-mail as easily as you send text. All you need is QuickCam® Express and the Internet.

- Easy to share videos and still images
- Simple set-up: install the software, plug it in, and start shooting
- Snap button for instant pictures and photos

### The Simple Way to Get Closer™

- Add live images to your instant messages
- Meet face-to-face online with video calls
- Capture stills and videos
- E-mail photos and video quickly
- Set up a webcam, create a web album
- Broadcast live video over the web
- Play cool camera games
- Two-year limited hardware warranty

### Software:

- One click video e-mail software
- Webcam-enabled Yahoo! Messenger
- SpotLife™ Personal Video Broadcasting
- SpotLife™ Web Album Creator Software
- SpotLife™ Web Cam Software
- Reality Fusion® GameCam SE™ and screen saver software
- Logitech® Smart Internet Updater™

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Product Specifications:

- Video capture resolutions: up to 640 x 480 pixels
- Image size: up to 640 x 480 pixels
- Interface: USB
- Sensor type: CMOS
- Compression: fixed data rate hardware intraframe
- Still image data formats: BMP, TIF, JPEG, PCX, PNG, TGA, PSD (3.0)
- Video frame rate: up to 30 frames per second at 320 x 240 pixels with recommended systems
- Exposure and color contrasts: automatic or manual
- Lighting: ambient indoor incandescent, fluorescent (50 or 60 Hz flicker-free), daylight
- Lens: manual focus
- Audio capture: optional microphone
- Power consumption: USB 100ma @5V

## System Requirements:

- Windows® 98, Windows® 2000, Windows® Me, or Windows® XP
- Pentium® II 266 MMX, Celeron™, AMD Athlon® processor, or higher (Pentium® III 400, Celeron™, AMD Athlon® processor, recommended)
- 32 MB RAM
- 100 MB free hard drive space
- CD-ROM drive
- Available USB port
- 16-bit color display adapter
- Windows®-compatible sound card (full duplex sound card recommended)

## Other Requirements

For SpotLife™ Activities and to Send or Receive Video E-mail:

- Web browser such as Microsoft® Internet Explorer 4.0 or higher or Netscape® Navigator 4.0 or higher
- E-mail application that supports file attachment such as AOL® 6.0, Microsoft® Outlook® Express or Netscape® Mail 4.x or earlier
- 28.8K modem and Internet connection with e-mail account
- Sound card and speakers needed for audio playback

To Play Reality Fusion® Games:

- Pentium® II 300 or better

## Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 1 Kbyte of Reprogrammable Flash Memory  
Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2.7 V to 6 V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Two-Level Program Memory Lock
- 64 bytes SRAM
- 15 Programmable I/O Lines
- One 16-Bit Timer/Counter
- Three Interrupt Sources
- Direct LED Drive Outputs
- On-Chip Analog Comparator
- Low Power Idle and Power Down Modes

## Description

The AT89C1051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 1 Kbyte of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C1051 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT89C1051 provides the following standard features: 1 Kbyte of Flash, 64 bytes of RAM, 15 I/O lines, one 16-bit timer/counter, a three vector two-level interrupt architecture, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C1051 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

## Pin Configuration

PDIP/SOIC

RST	1	20	VCC
P3.0	2	19	P1.7
P3.1	3	18	P1.6
XTAL2	4	17	P1.5
XTAL1	5	16	P1.4
(INT0) P3.2	6	15	P1.3
(INT1) P3.3	7	14	P1.2
(T0) P3.4	8	13	P1.1 (AIN1)
P3.5	9	12	P1.0 (AIN0)
GND	10	11	P3.7

## 8-Bit Microcontroller with 1 Kbyte Flash

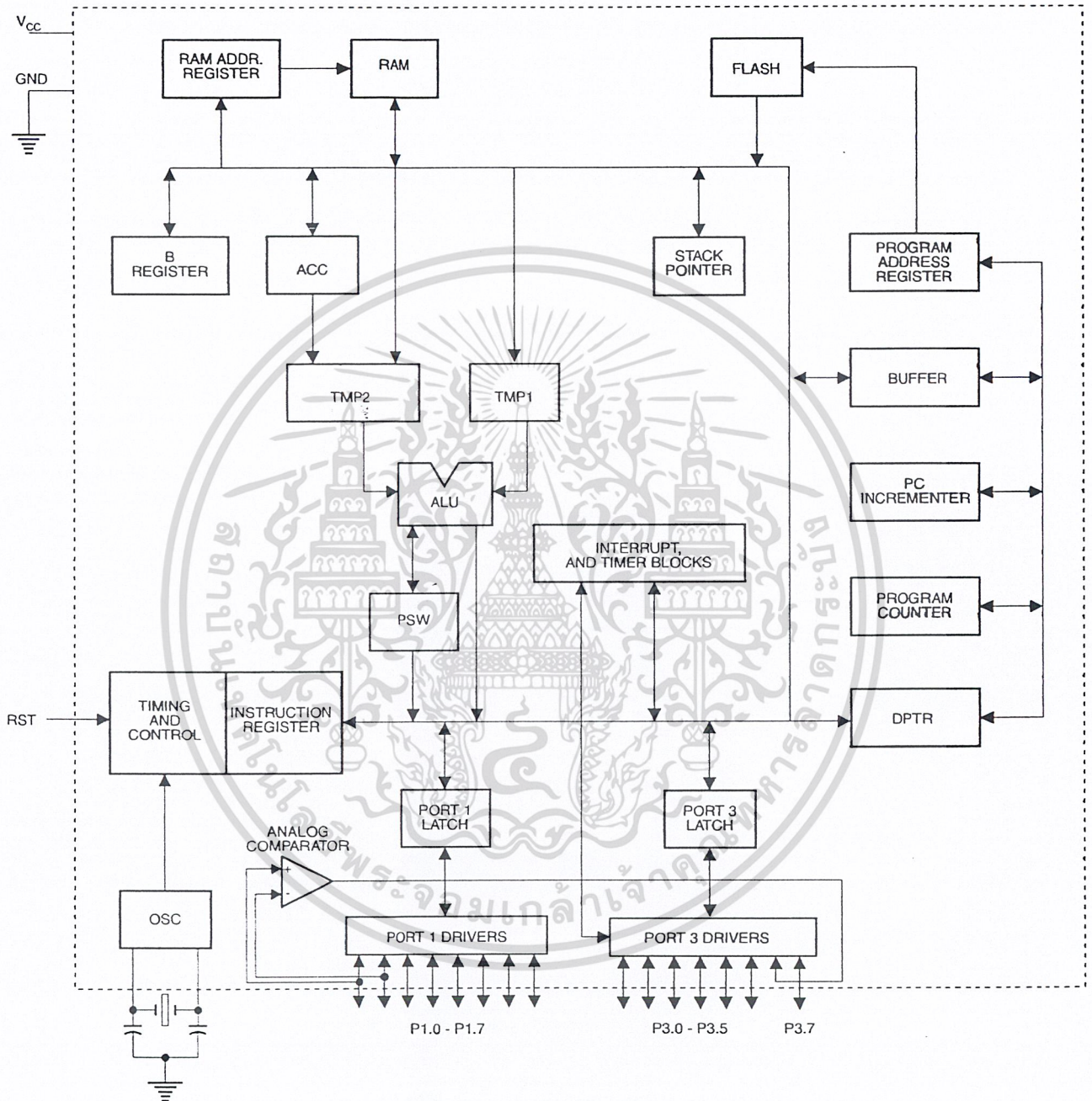
0366C



3-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Block Diagram



## Pin Description

**Vcc**  
Supply voltage.

**GND**  
Ground.

**Port 1**  
Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input (AIN0) and the negative input (AIN1), respectively, of the on-chip precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as inputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current (I<sub>IL</sub>) because of the internal pullups.

Port 1 also receives code data during Flash programming and program verification.

**Port 3**  
Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bidirectional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I<sub>IL</sub>) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C1051 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and programming verification.

**RST**  
Reset input. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST goes high. Holding the RST pin high for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

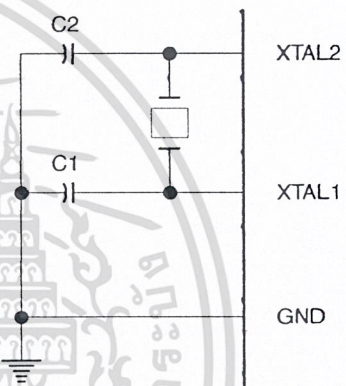
**XTAL1**  
Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

**XTAL2**  
Output from the inverting oscillator amplifier.

## Oscillator Characteristics

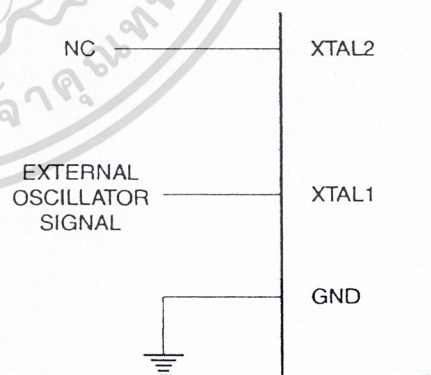
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 1. Oscillator Connections



Notes: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals  
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration





## Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

**Table 1.** AT89C1051 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H									0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XXX00000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0XX00000								0AFH
0A0H									0A7H
98H									9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TLO 00000000		TH0 00000000				8FH
80H		SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0XXX0000	87H

**Restrictions on Certain Instructions**

The AT89C1051 is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It contains 1 Kbyte of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when utilizing certain instructions to program this device.

All the instructions related to jumping or branching should be restricted such that the destination address falls within the physical program memory space of the device, which is 1K for the AT89C1051. This should be the responsibility of the software programmer. For example, LJMP 3FEH would be a valid instruction for the AT89C1051 (with 1K of memory), whereas LJMP 410H would not.

**1. Branching instructions:**

LCALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

These unconditional branching instructions will execute correctly as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 00H to 3FFH for the 89C1051). Violating the physical space limits may cause unknown program behavior.

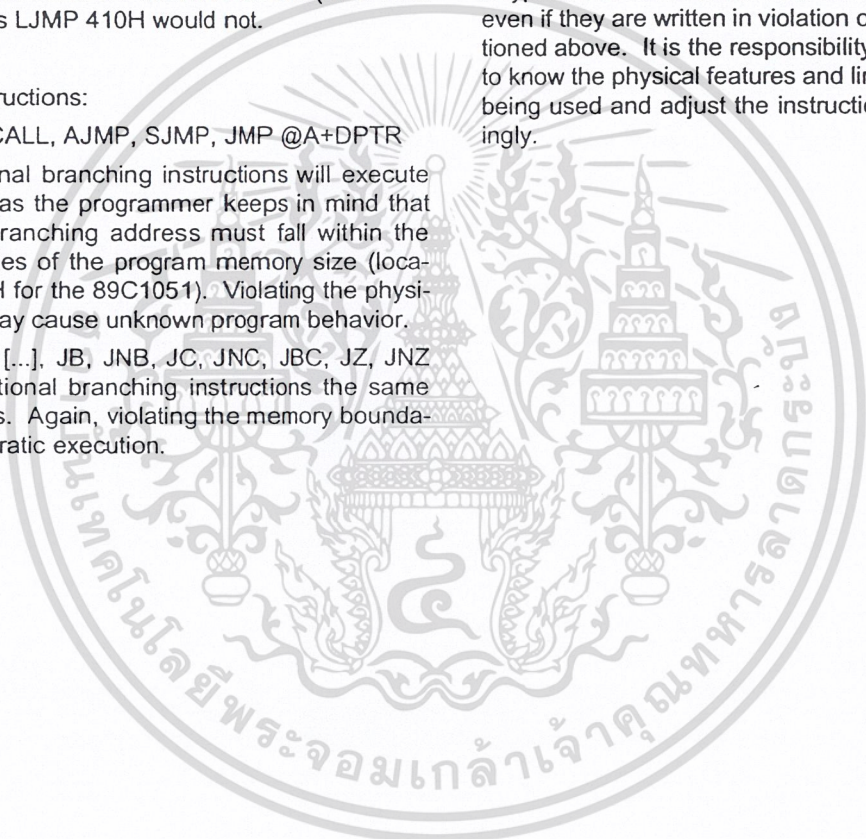
CJNE [...], DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ  
With these conditional branching instructions the same rule above applies. Again, violating the memory boundaries may cause erratic execution.

For applications involving interrupts the normal interrupt service routine address locations of the 80C51 family architecture have been preserved.

**2. MOVX-related instructions, Data Memory:**

The AT89C1051 contains 64 bytes of internal data memory. Thus, in the AT89C1051 the stack depth is limited to 64 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external PROGRAM memory execution. Therefore, no MOVX [...] instructions should be included in the program.

A typical 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to know the physical features and limitations of the device being used and adjust the instructions used correspondingly.





## Program Memory Lock Bits

On the chip are two lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

### Lock Bit Protection Modes<sup>(1)</sup>

	Program Lock Bits		Protection Type
	LB1	LB2	
1	U	U	No program lock features.
2	P	U	Further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	Same as mode 2, also verify is disabled.

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation

## Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

## Power Down Mode

In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V<sub>CC</sub> is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.

## Programming The Flash

The AT89C1051 is shipped with the 1 Kbyte of on-chip PEROM code memory array in the erased state (i.e., contents = FFH) and ready to be programmed. The code memory array is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the entire memory array needs to be erased electrically.*

**Internal Address Counter:** The AT89C1051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

**Programming Algorithm:** To program the AT89C1051, the following sequence is recommended.

1. Power-up sequence:  
Apply power between V<sub>CC</sub> and GND pins  
Set RST and XTAL1 to GND  
With all other pins floating, wait for greater than 10 milliseconds
2. Set pin RST to 'H'  
Set pin P3.2 to 'H'
3. Apply the appropriate combination of 'H' or 'L' logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.  
To Program and Verify the Array:
4. Apply data for Code byte at location 000H to P1.0 to P1.7.
5. Raise RST to 12V to enable programming.
6. Pulse P3.2 once to program a byte in the PEROM array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.
7. To verify the programmed data, lower RST from 12V to logic 'H' level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropriate levels. Output data can be read at the port P1 pins.
8. To program a byte at the next address location, pulse XTAL1 pin once to advance the internal address counter. Apply new data to the port P1 pins.
9. Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 1 Kbyte array or until the end of the object file is reached.
10. Power-off sequence:  
set XTAL1 to 'L'  
set RST to 'L'  
Float all other I/O pins  
Turn V<sub>CC</sub> power off

**Data Polling:** The AT89C1051 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

**Ready/Busy:** The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

**Program Verify:** If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from 'L' to 'H'.
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

**Chip Erase:** The entire PEROM array (1 Kbyte) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

**Reading the Signature Bytes:** The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

- (000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (001H) = 11H indicates 89C1051

## Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

## Flash Programming Modes

Mode		RST	P3.2/ PROG	P3.3	P3.4	P3.5	P3.7
Write Code Data <sup>(1,3)</sup>		12V		L	H	H	H
Read Code Data <sup>(1)</sup>		H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	12V		H	H	H	H
	Bit - 2	12V		H	H	L	L
Chip Erase		12V		H	L	L	L
Read Signature Byte		H	H	L	L	L	L

Notes: 1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL1 pin.

2. Chip Erase requires a 10 ms  $\overline{\text{PROG}}$  pulse.

3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate  $\overline{\text{RDY/BSY}}$ .





Figure 3. Programming the Flash Memory

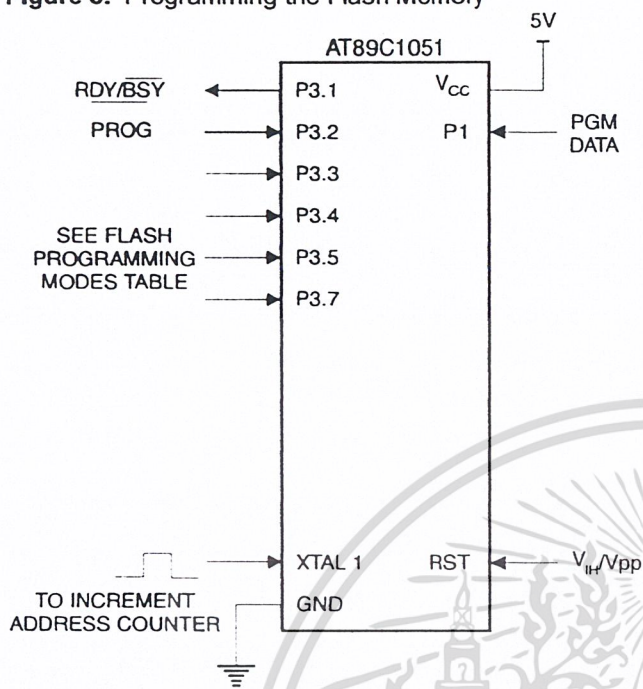
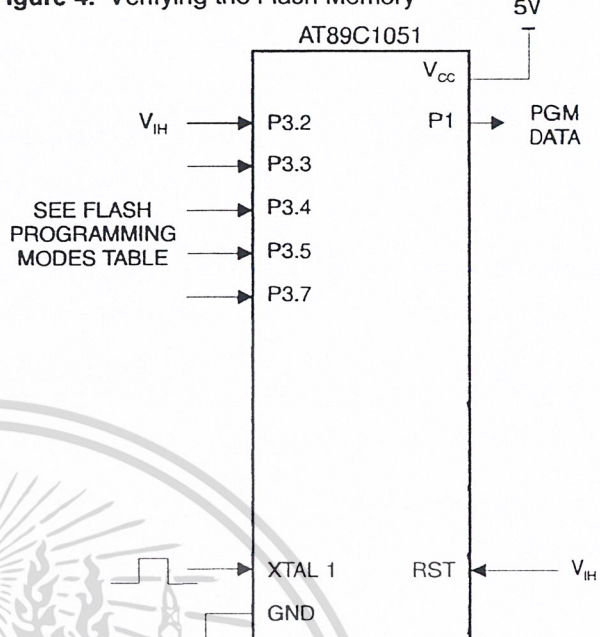


Figure 4. Verifying the Flash Memory



### Flash Programming and Verification Characteristics

$T_A = 21^\circ\text{C to } 27^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

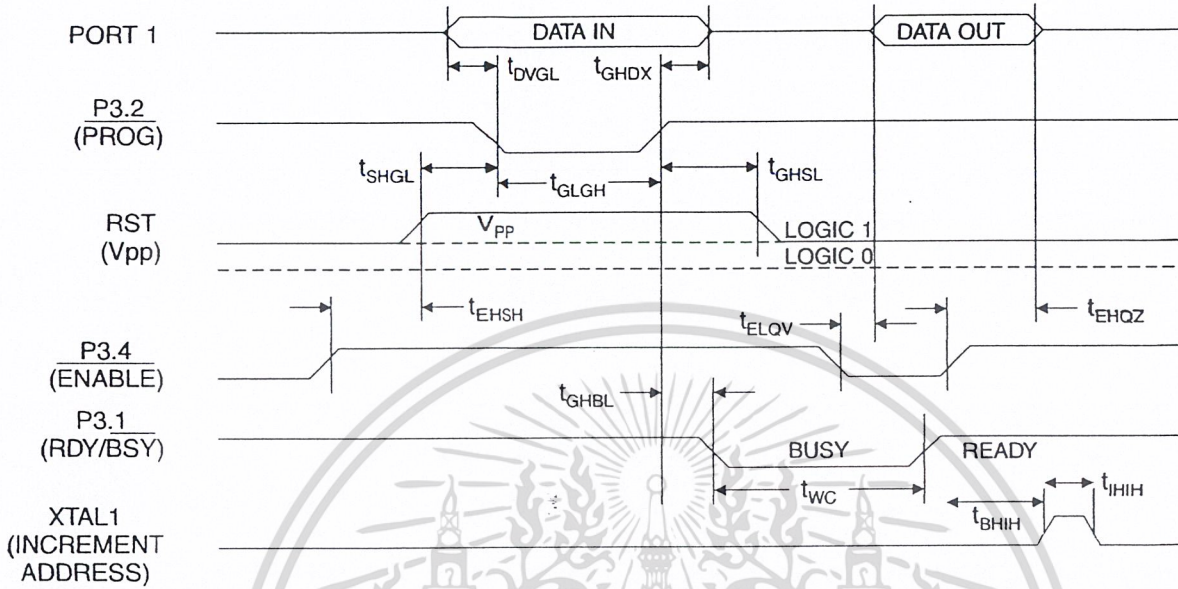
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}$	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}$	Programming Enable Current		250	$\mu\text{A}$
$t_{DVGL}$	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	1.0		$\mu\text{s}$
$t_{GHDX}$	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	1.0		$\mu\text{s}$
$t_{EHS}$	P3.4 (ENABLE) High to $V_{PP}$	1.0		$\mu\text{s}$
$t_{SHGL}$	$V_{PP}$ Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		$\mu\text{s}$
$t_{GHSL}$	$V_{PP}$ Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		$\mu\text{s}$
$t_{GLGH}$	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	$\mu\text{s}$
$t_{ELQV}$	ENABLE Low to Data Valid		1.0	$\mu\text{s}$
$t_{EHQZ}$	Data Float After ENABLE	0	1.0	$\mu\text{s}$
$t_{GHBL}$	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		50	ns
$t_{WC}$	Byte Write Cycle Time		2.0	ms
$t_{BHIH}$	$\overline{\text{RDY/BSY}}$ to Increment Clock Delay	1.0		$\mu\text{s}$
$t_{IHIL}$	Increment Clock High	200		ns

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

### 3-10 เอกสารนี้เป็นเอกสาร **AT89C1051**

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms



Absolute Maximum Ratings\*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground .....	-1.0 V to +7.0 V
Maximum Operating Voltage .....	6.6 V
DC Output Current.....	25.0 mA

\*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.





## D.C. Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 2.7\text{ V}$  to  $6.0\text{ V}$  (unless otherwise noted)

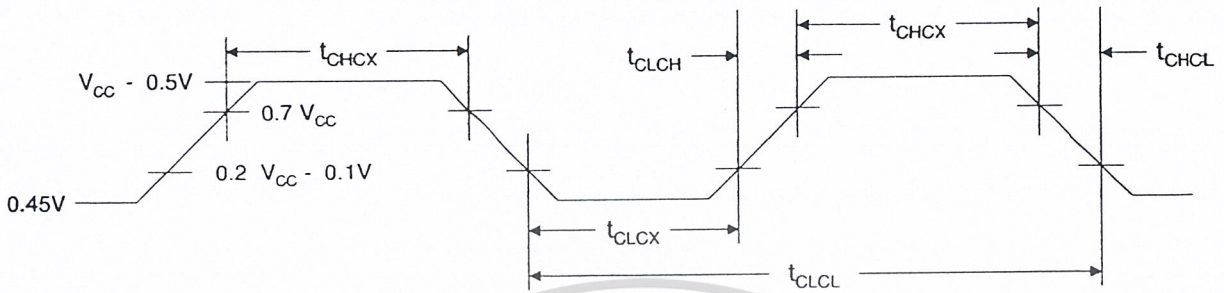
Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
$V_{IL}$	Input Low Voltage		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
$V_{IH}$	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
$V_{IH1}$	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
$V_{OL}$	Output Low Voltage <sup>(1)</sup> (Ports 1, 3)	$I_{OL} = 20\text{ mA}$ , $V_{CC} = 5\text{ V}$ $I_{OL} = 10\text{ mA}$ , $V_{CC} = 2.7\text{ V}$		0.50	V
$V_{OH}$	Output High Voltage (Ports 1, 3)	$I_{OH} = -80\ \mu\text{A}$ , $V_{CC} = 5\text{ V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -30\ \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -12\ \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
$I_{IL}$	Logical 0 Input Current (Ports 1, 2, 3)	$V_{IN} = 0.45\text{ V}$		-50	$\mu\text{A}$
$I_{TL}$	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 2, 3)	$V_{IN} = 2\text{ V}$		-750	$\mu\text{A}$
$I_{LI}$	Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	$0 < V_{IN} < V_{CC}$		$\pm 10$	$\mu\text{A}$
$V_{OS}$	Comparator Input Offset Voltage	$V_{CC} = 5\text{ V}$		20	mV
$V_{CM}$	Comparator Input Common Mode Voltage		0	$V_{CC}$	V
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
$C_{IO}$	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
$I_{CC}$	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{ V}/3\text{ V}$		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{ V}/3\text{ V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or $V_{CC}$		5/1	mA
	Power Down Mode <sup>(2)</sup>	$V_{CC} = 6\text{ V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or $V_{CC}$		100	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = 3\text{ V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or $V_{CC}$		20	$\mu\text{A}$

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions,  $I_{OL}$  must be externally limited as follows:  
Maximum  $I_{OL}$  per port pin: 20 mA  
Maximum total  $I_{OL}$  for all output pins: 80 mA

If  $I_{OL}$  exceeds the test condition,  $V_{OL}$  may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum  $V_{CC}$  for Power Down is 2 V.

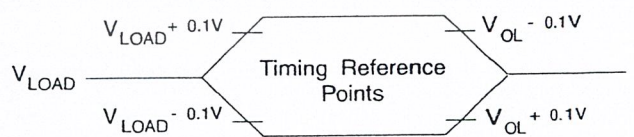
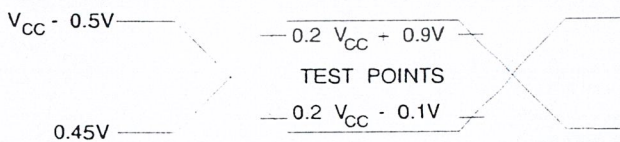
External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	V <sub>CC</sub> = 2.7 V to 6.0 V		V <sub>CC</sub> = 4.0 V to 6.0 V		Units
		Min	Max	Min	Max	
1/t <sub>CLCL</sub>	Oscillator Frequency	0	12	0	24	MHz
t <sub>CLCL</sub>	Clock Period	83.3		41.6		ns
t <sub>CHCX</sub>	High Time	30		15		ns
t <sub>CLCX</sub>	Low Time	30		15		ns
t <sub>CLCH</sub>	Rise Time		20		20	ns
t <sub>CHCL</sub>	Fall Time		20		20	ns

AC Testing Input/Output Waveforms<sup>(1)</sup> Float Waveforms<sup>(1)</sup>

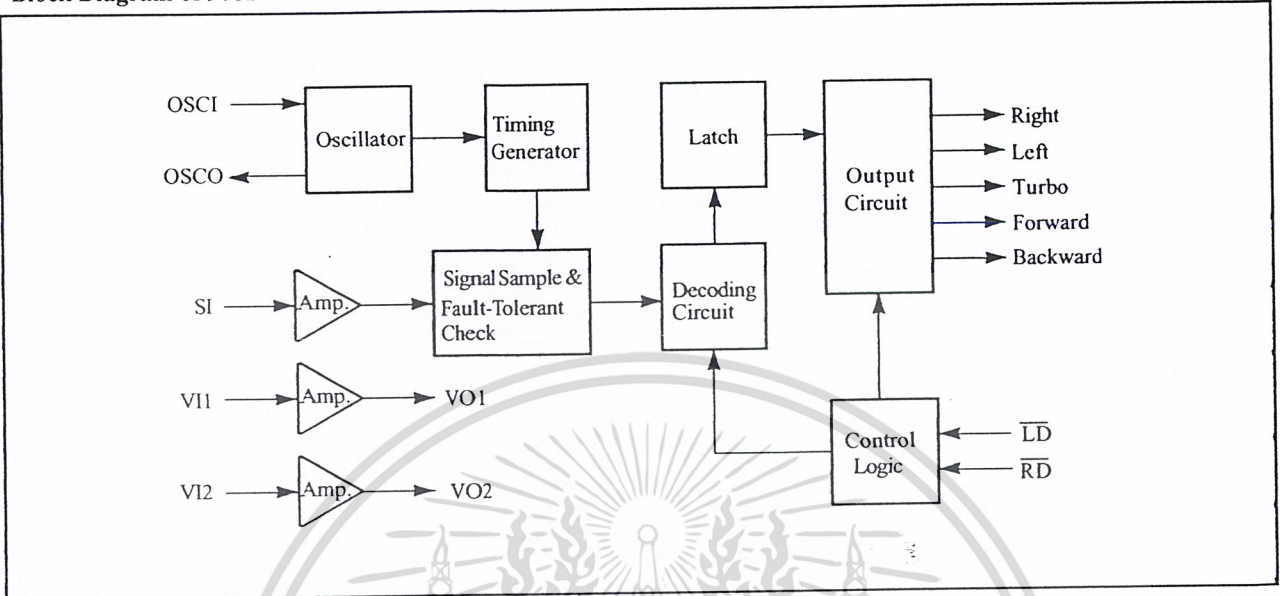


Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V<sub>CC</sub> - 0.5 V for a logic 1 and 0.45 V for a logic 0. Timing measurements are made at V<sub>IH</sub> min. for a logic 1 and V<sub>IL</sub> max. for a logic 0.

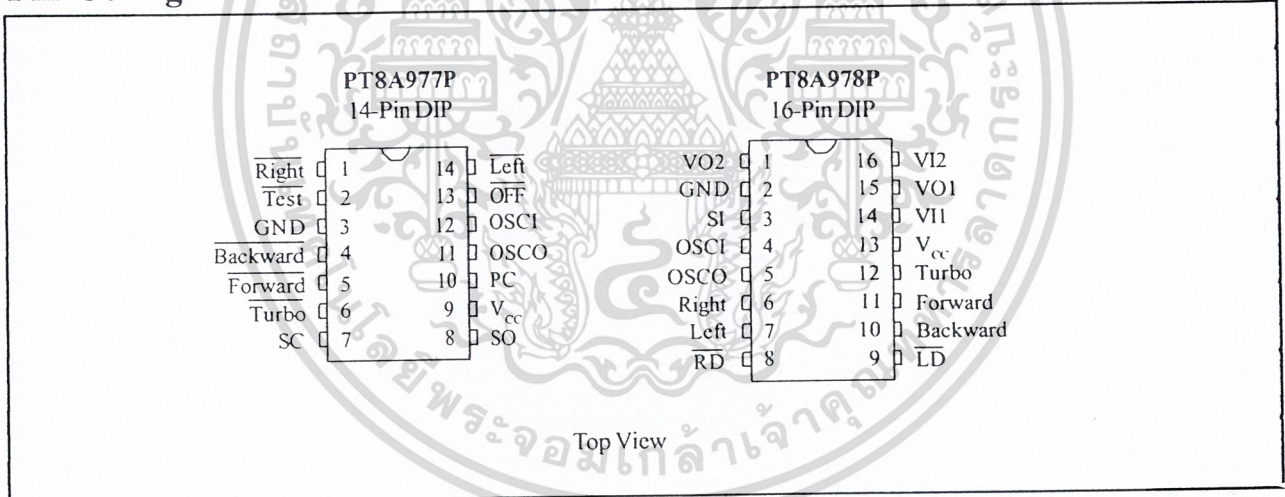
Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V<sub>OH</sub>/V<sub>OL</sub> level occurs.



**Block Diagram of 978P**



**Pin Configuration**



**Pin Description**

**Pin Description of 977P**

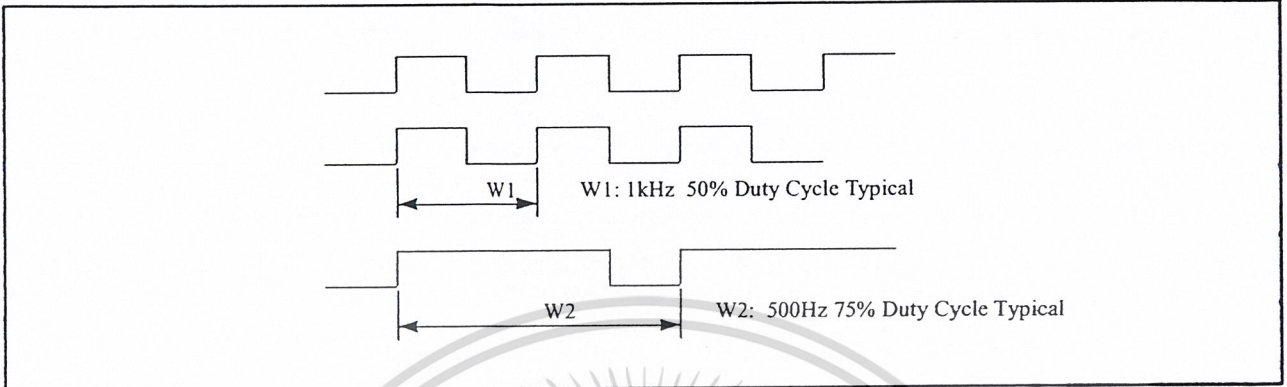
Pin No.	Pin Name	Description
1	Right	The rightward function will be selected, if this pin is connected to GND
2	Test	This pin is used for testing mode
3	GND	Negative power supply
4	Backward	The backward function will be selected, if this pin is connected to GND
5	Forward	The forward function will be selected, if this pin is connected to GND
6	Turbo	The turbo function will be selected, if this pin is connected to GND
7	SC	Output pin of the encoding signal with carrier frequency
8	SO	Output pin of the encoding signal without carrier frequency
9	V <sub>cc</sub>	Positive power supply
10	PC	Power control output pin
11	OSCO	Oscillator output pin
12	OSCI	Oscillator input pin
13	OFF	This pin is used to shut down the external power supply
14	Left	The leftward function will be selected, if this pin is connected to GND

**Pin Description of 978P**

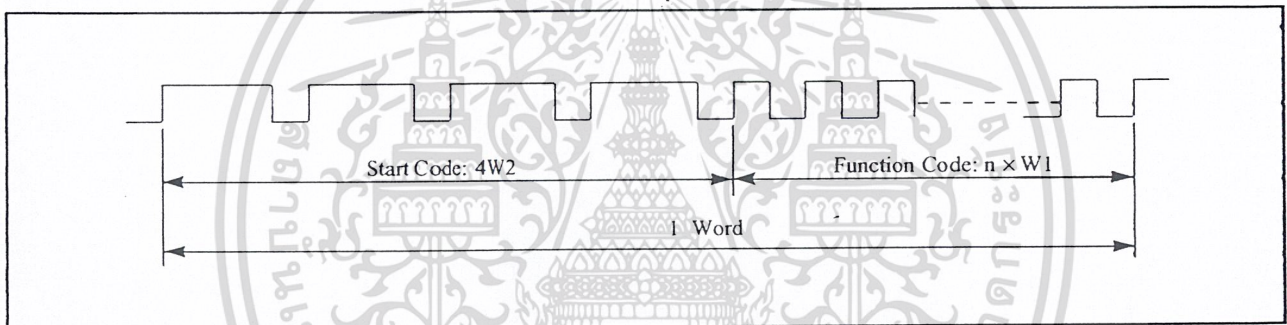
Pin No.	Pin Name	Description
1	VO2	Output pin for the amplifier 2
2	GND	Negative power supply
3	SI	Input pin of the encoding signal
4	OSCI	Oscillator input pin
5	OSCO	Oscillator output pin
6	Right	Rightward output pin
7	Left	Leftward output pin
8	RD	Rightward function disable, if this pin is connected to GND
9	LD	Leftward function disable, if this pin is connected to GND
10	Backward	Backward output pin
11	Forward	Forward output pin
12	Turbo	Turbo output pin
13	V <sub>cc</sub>	Positive power supply
14	VI1	Input pin for the amplifier 1
15	VO1	Output pin for the amplifier 1
16	VI2	Input pin for the amplifier 2

**Code Format**

(W1 is used for function codes, W2 for start codes)

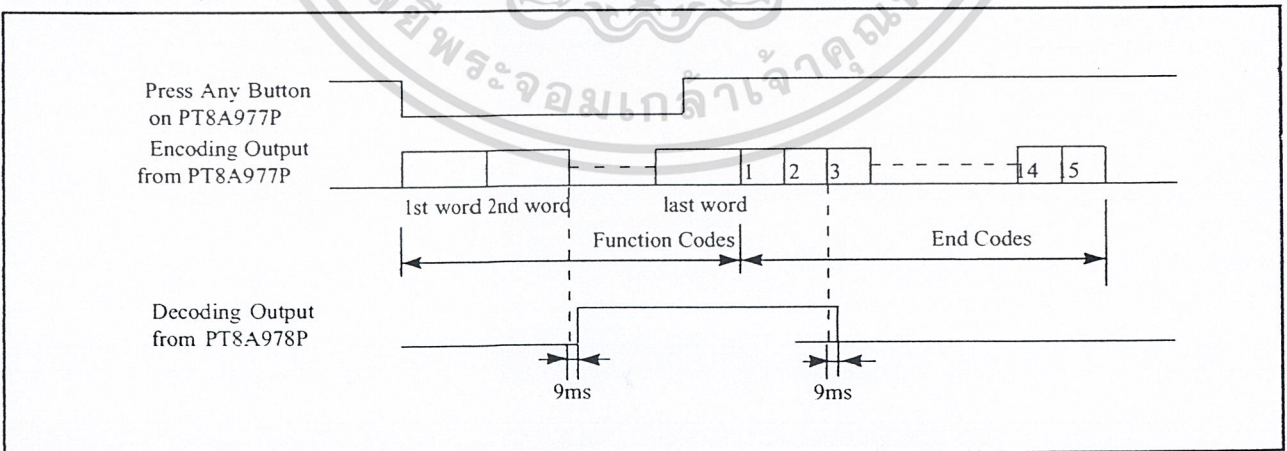


**Word Format**



**Encoding and Decoding Timing**

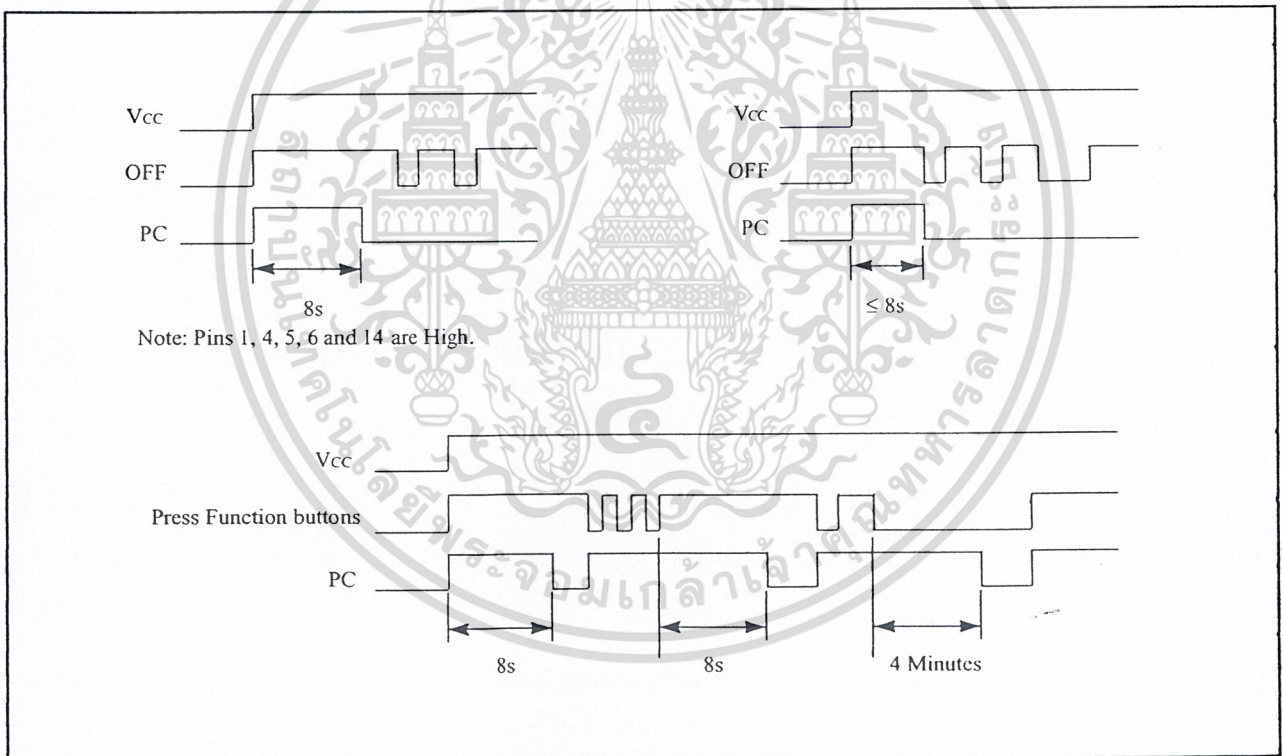
W2, W2, W2, W2, (n)xW1, W2, W2, W2, W2, (n)xW1, W2, W2, W2, W2, (n)xW1, W2, W2, W2, W2, (n)xW1,



**Encoding Input and Decoding Result**

Number of Function Codes (n) W1	Decoding Results
4	End Code
10	Forward (Pulse)
16	Forward (High level)
22	Turbo
28	Forward (High level) & Left
34	Forward (High level) & Right
40	Backward
46	Backward & Right
52	Backward & Left
58	Left
64	Right

**PC Output Timing of 977P**



## Maximum Ratings

(Above which the useful life may be impaired. For user guidelines, not tested)

Storage Temperature .....	-25°C to +85°C
Ambient Temperature with Power Applied .....	-10°C to +40°C
Supply Voltage to Ground Potential (Inputs & V <sub>CC</sub> Only) .....	-0.5 to +6.0V
Supply Voltage to Ground Potential (Outputs & D/O Only) .....	-0.5 to +6.0V
DC Input Voltage .....	-0.5 to +6.0V
DC Output Current .....	20mA
Power Dissipation .....	500mW

**Note:**

Stresses greater than those listed under MAXIMUM RATINGS may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect reliability.

## DC Electrical Characteristics

### DC Electrical Characteristics of 977P

Parameters	Description	Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
V <sub>CC</sub>	Operating Voltage		2.5	4.0	5.0	V
I <sub>CC</sub>	Supply Current	Output unloaded			100	µA
I <sub>STB</sub>	Stand-by Current	OFF State			5	µA
V <sub>IL</sub>	Input Low Voltage	Guaranteed Logic LOW level			0.5	V
V <sub>IH</sub>	Input High Voltage	Guaranteed Logic HIGH level	3.5			V
I <sub>IL</sub>	Input Low Current	Pin 1, 4, 5, 6, 12, 13, 14 V <sub>IL</sub> = 0V, ON state			30	µA
I <sub>IH</sub>	Input High Current	Pin 1, 4, 5, 6, 12, 13, 14 V <sub>IH</sub> = 4V, ON state			10	µA
I <sub>OL</sub>	Output Low Current	V <sub>OUT</sub> = 0.5 V	150			µA
I <sub>OH</sub>	Output High Current	Pin 7, 8, 10 V <sub>OUT</sub> = 3.5 V	1.0			mA
		Pin 11 V <sub>OUT</sub> = 3.5 V	200		800	µA

Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ 70°C, V<sub>CC</sub> = 4V

### DC Electrical Characteristics of 978P

Parameters	Description	Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
V <sub>CC</sub>	Operating Voltage		2.5	4.0	5.0	V
I <sub>CC</sub>	Supply Current	Output unloaded			1	mA
I <sub>STB</sub>	Stand-by Current	OFF State			10	µA
V <sub>IL</sub>	Input Low Voltage	Guaranteed Logic LOW level			0.5	V
V <sub>IH</sub>	Input High Voltage	Guaranteed Logic HIGH level	3.5			V
I <sub>IL</sub>	Input Low Current	Pin 3, 4, 8, 9, 14, 16 V <sub>IL</sub> = 0V, ON state			60	µA
I <sub>IH</sub>	Input High Current	Pin 3, 4, 8, 9, 14, 16 V <sub>IH</sub> = 4V, ON state			10	µA
I <sub>OL</sub>	Output Low Current	Pin 1, 5, 15 V <sub>OUT</sub> = 0.5 V	200		850	µA
		Pin 6, 7, 10, 11, 12 V <sub>OUT</sub> = 0.5 V	2			mA
I <sub>OH</sub>	Output High Current	Pin 1, 5, 15 V <sub>OUT</sub> = 3.5 V	200		850	µA
		Pin 6, 7, 10, 11, 12 V <sub>OUT</sub> = 3.5 V	500			µA

Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ 70°C, V<sub>CC</sub> = 4V

## AC Electrical Characteristics

### AC Electrical Characteristics of 977P

Parameters	Description	Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
fosc	Oscillator Frequency *	T <sub>A</sub> = 25°C, R = 200 kΩ	102	128	154	kHz
tFUN	Cycle Time of Function Code	fosc = 102 to 154 kHz	0.8	1	1.2	ms
tSTA	Cycle Time of Start Code	fosc = 102 to 154 kHz	1.6	2	2.4	ms
fsc	Carrier Frequency of SC Pin	fosc = 102 to 154 kHz	51	64	77	kHz
toff	Time of Auto-Power-Off **	Pins 1, 4, 5, 6 and 14 are High.	6.4	8	9.6	s
		Pins 1, 4, 5, 6 and 14 are Low.	3.2	4	4.8	min.

Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ 70°C, V<sub>CC</sub> = 4V

\* The relative error between the frequencies of the two on-chip oscillators in the PT8A977P and PT8A978P must be less than ±25%.

\*\* When adjust the external oscillator resistor, the auto-power-off time will vary relevantly.

### AC Electrical Characteristics of 978P

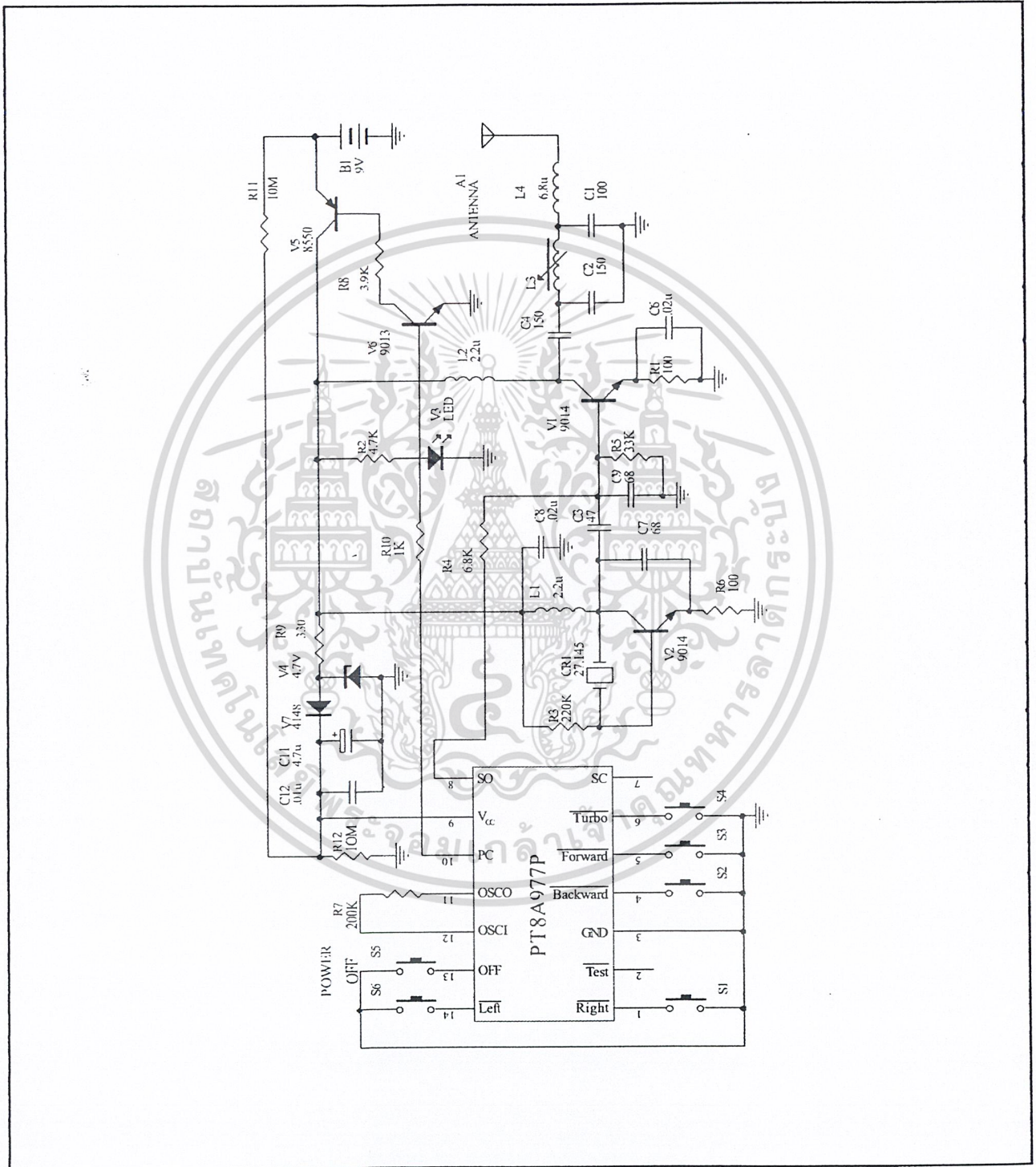
Parameters	Description	Test Condition	Min.	Type	Max.	Units
fosc	Oscillator Frequency *	T <sub>A</sub> = 25°C, R = 200 kΩ	102	128	154	kHz
V <sub>SI</sub>	SI Pin V <sub>PP</sub> Receive Sensitivity	Guaranteed Effective Decoding	300			mV
tFUN	Cycle Time of Function Code	fosc = 128 kHz	0.75	1	1.25	ms
tSTA	Cycle Time of Start Code	fosc = 128 kHz	1.5	2	2.5	ms

Note: Over the Operating Rating, 0°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ 70°C, V<sub>CC</sub> = 4V

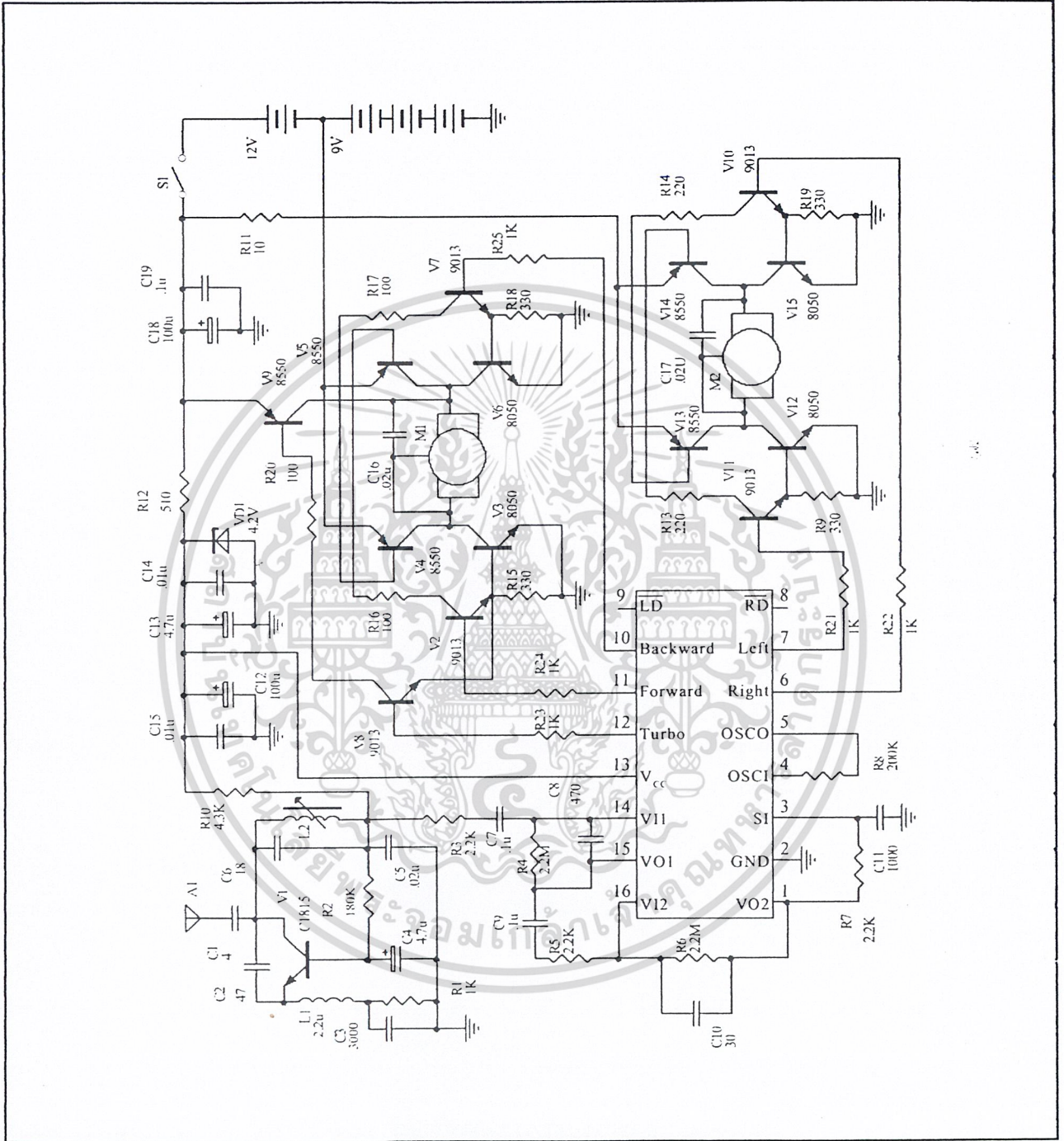
\* The relative error between the frequencies of the two on-chip oscillators in the PT8A977P and PT8A978P must be less than ±25%.

**Application Circuits**

Typical Application of 977P For Transmit Circuit With 9V Battery



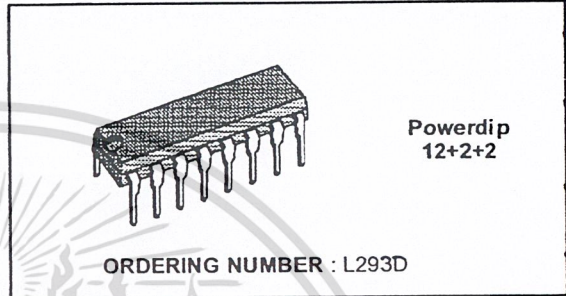
**Typical Application of 978P For Receive Circuit With Five Functions**



**PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES**

PRELIMINARY DATA

- 600mA. OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (NON REPETITIVE) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

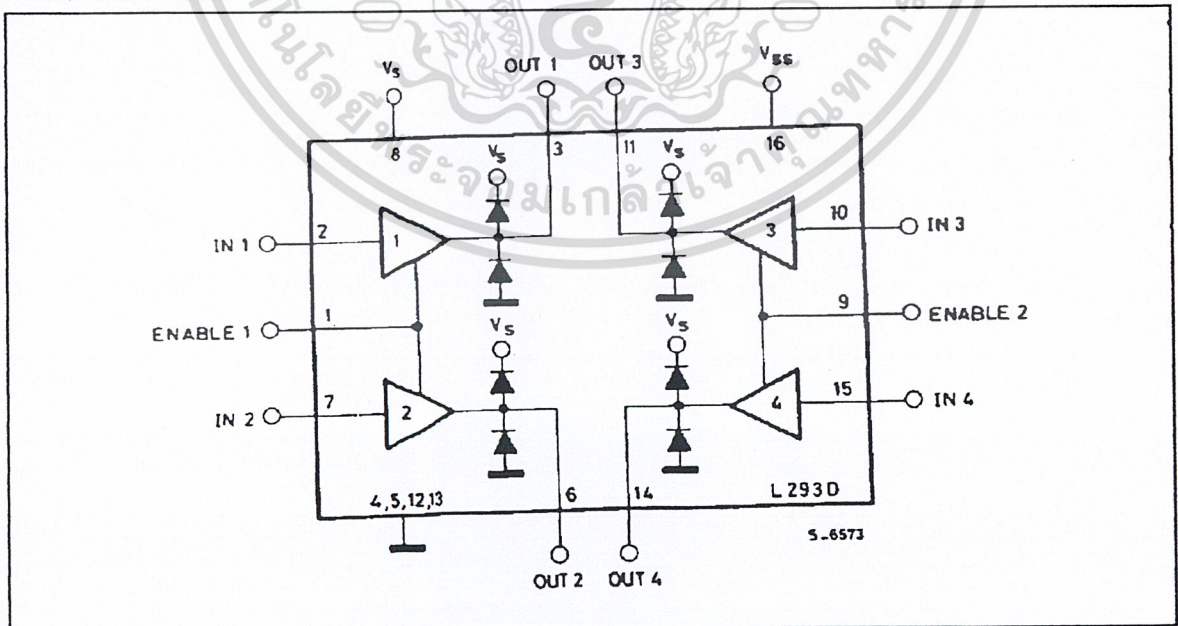


**DESCRIPTION**

The L293D is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors. To simplify use as two bridges is pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a low voltage and internal clamp diodes are included.

This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 KHz. The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking.

**BLOCK DIAGRAM**



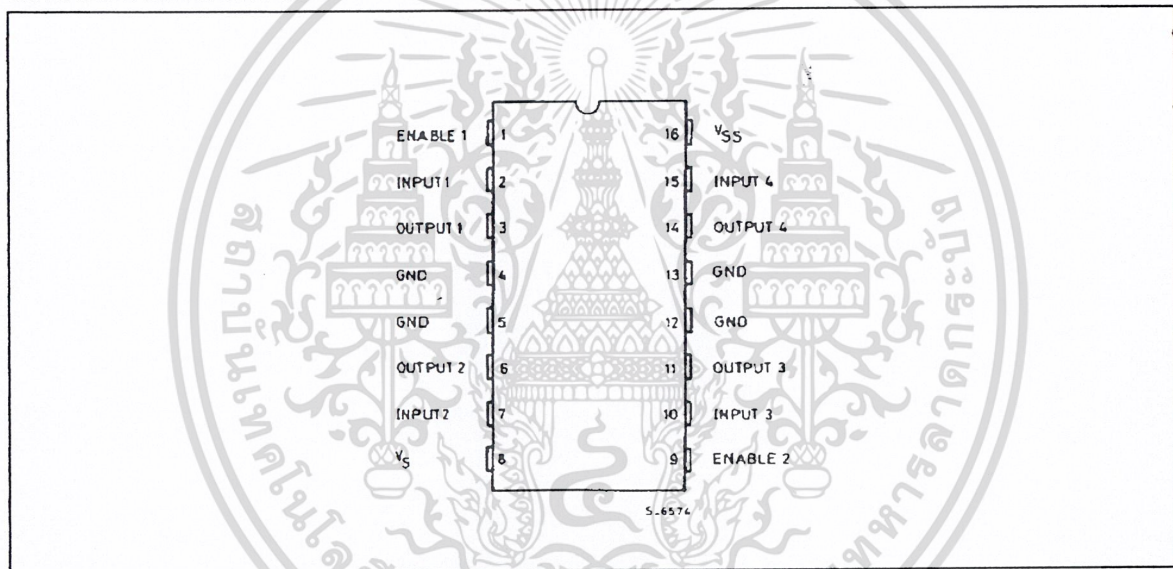
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

## L293D

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_S$	Supply Voltage	36	V
$V_{SS}$	Logic Supply voltage	36	V
$V_i$	Input voltage	7	V
$V_{en}$	Enable voltage	7	V
$I_o$	Peak output current (100 $\mu$ s non repetitive)	1.2	A
$P_{tot}$	Total power dissipation at $T_{ground-pins} = 80^\circ\text{C}$	5	W
$T_{stg}, T_j$	Storage and junction temperature	-40 to 150	$^\circ\text{C}$

### CONNECTION DIAGRAM



### THERMAL DATA

Symbol	Parameter	Value	Unit
Rth-j-case	Thermal resistance junction-case	max 14	$^\circ\text{C/W}$
Rth j-case	Thermal resistance junction-ambient	max 80	$^\circ\text{C/W}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (For each channel,  $V_s = 24V$ ,  $V_{ss} = 5V$ ,  $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_s$	Supply voltage		$V_{ss}$		36	V
$V_{ss}$	Logic supply voltage (pin 16)		4.5		36	V
$I_s$	Total quiescent supply current (pin 8)	$V_i = L \quad I_o = 0 \quad V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_i = H \quad I_o = 0 \quad V_{en} = H$		16	24	
		$V_{en} = L$			4	
$I_{ss}$	Total quiescent logic supply current (pin 16)	$V_i = L \quad I_o = 0 \quad V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_i = H \quad I_o = 0 \quad V_{en} = H$		16	22	
		$V_{en} = L$		16	24	
$V_{iL}$	Input low voltage (pin 2, 7, 10, 15)		-0.3		1.5	V
$V_{iH}$	Input high voltage (pin 2, 7, 10, 15)	$V_{ss} \leq 7V$	2.3		$V_{ss}$	V
		$V_{ss} > 7V$	2.3		7	
$I_{iL}$	Low voltage input current (pin 2, 7, 10, 15)	$V_{iL} = 1.5V$			-10	$\mu\text{A}$
$I_{iH}$	High voltage input current (pin 2, 7, 10, 15)	$2.3 \leq V_{iH} \leq V_{ss} - 0.6V$		30	100	$\mu\text{A}$
$V_{enL}$	Enable low voltage (pin 1, 9)		-0.3		1.5	V
$V_{enH}$	Enable high voltage (pin 1, 9)	$V_{ss} \leq 7V$	2.3		$V_{ss}$	V
		$V_{ss} > 7V$	2.3		7	
$I_{enL}$	Low voltage enable current (pin 1, 9)	$V_{enL} = 1.5V$		-30	-100	$\mu\text{A}$
$I_{enH}$	High voltage enable current (pin 1, 9)	$2.3V \leq V_{enH} \leq V_{ss} - 0.6V$			$\pm 10$	$\mu\text{A}$
$V_{CEsatH}$	Source output saturation voltage (pin 3, 6, 11, 14)	$I_o = -0.6A$		1.4	1.8	V
$V_{CEsatL}$	Sink output saturation voltage (pins 3, 6, 11, 14)	$I_o = +0.6A$			1.2	1.8
$V_F$	Clamp diode forward voltage	$I_o = 600\text{ mA}$		1.3		V
$t_r$	Rise time (*)	0.1 to 0.9 $V_o$		250		ns
$t_f$	Fall time (*)	0.9 to 0.1 $V_o$		250		ns
$t_{on}$	Turn-on delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_o$		750		ns
$t_{off}$	Turn-off delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_o$		200		ns

(\*) See fig.1

## TRUTH TABLE (One channel)

INPUT	ENABLE (*)	OUTPUT
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

Z = High output impedance

(\*) Relative to the considered channel

Figure 1. Switching Times

