คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3 1001 00382410 0

การตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง

DETECTING AN OBJECT ON CONVEYOR BY IMAGE PROCESSING

นายวรวุฒิ แสงวิวัฒน์เจริญ รหัส 52362168

นายศราวุฒิ วงศ์เงินยวง รหัส 52362212

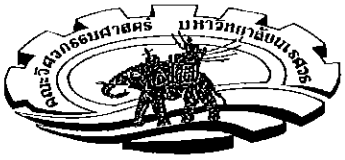
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 12 มี.ค. 2556
เลขทะเบียน ใ643 4538
เลขเรียกหนังสือ มหาวิทยาลัยนเรศวร วิ 2556 ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2555



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง

ผู้ดำเนินโครงงาน นายวรวุฒิ แสงวิวัฒน์เจริญ รหัส 52362168

นายศราวุฒิ วงศ์เงินยวง รหัส 52362212

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2555

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ

(ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ

(อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวรวุฒิ แสงวิวัฒน์เจริญ รหัส 52362168
	นายศราวุฒิ วงศ์เงินยวง รหัส 52362212
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2555

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง ควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้หลักการของ Image processing โดยการนำเอาภาพในรูปแบบ 3 มิติ มาประมวลผลโดยการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ โดยจะนำเอาสีแต่ละจุดมาคิดเป็นบริเวณหลายจุดรวมกันและทำการกำหนดขอบเขตของภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งจะทำการจำแนกสีทั้งหมด 3 สี คือ สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน จากผลการทดลองระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องมีความสามารถในการจำแนกสีของวัตถุได้ตามที่ตั้งไว้

Project title	Detecting an Object on Conveyor by Image Processing
Name	Mr. Worawut Sangwiwatcharoen ID. 52362168
	Mr. Sarawut Wongngenyuang ID. 52362212
Project advisor	Dr. Mutita Songjun
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2012

Abstract

This thesis presents the object detection system on conveyor by using principles of image processing. This system is controlled by microcontroller. The 3D image is brought and processed via computer. The process is that; first, the color of each point is combined, and then the boundary is determined. The selected image in the boundary is covered by the square frame. The final image is identified into three colors which are yellow, green, and blue. The results show that this system is capable to identify the color of the object as expected.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ คณะดำเนินโครงงาน

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไปและขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงานนอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องมือวัดมาใช้งานจนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรักความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุกๆคนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายวรวุฒิ แสงวิวัฒน์เจริญ

นายศราวุฒิ วงศ์เงินยวง

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 3
1.6 งบประมาณของโครงงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสายพานลำเลียง 4
2.1.1 อุปกรณ์ทางกล (mechanic) 4
2.1.2 อุปกรณ์ทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (electronic) 5
2.1.3 อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์ (controller) 6
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 6
2.2.1 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 7
2.2.2 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ 8
2.2.3 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 8
2.3 มอเตอร์กระแสตรง 11
2.3.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง 12
2.3.2 ชนิดของมอเตอร์กระแสตรง 12
2.3.3 ข้อดีข้อเสียของมอเตอร์กระแสตรง 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.4 การทำงานของมอเตอร์กระแสตรง 15
2.3.5 การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง 15
2.4 การประมวลผลภาพ (Image Processing) 17
2.4.1 รูปร่างของภาพ (Image Shape) 17
2.4.2 รูปแบบสี (Color Model) 18
2.4.3 การแยกองค์ประกอบภาพ 20

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 21
3.1 การออกแบบส่วนลำตัวของสายพานลำเลียง 22
3.2 โครงสร้างของสายพานลำเลียง 22
3.3 วงจรที่ใช้ในระบบสายพานลำเลียง 26
3.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 26
3.3.2 วงจรส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์ 30
3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง 30

บทที่ 4 ผลการทดลอง 33
4.1 การทดลองการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และแสงแดด 33
4.2 การทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสง 36
4.3 การทดลองการทำงานของระบบ 44
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 46
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 46
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 46
5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน 47
เอกสารอ้างอิง 48

ภาคผนวก ก โปรแกรมการประมวลผลภาพโดยการตรวจจับสีของวัตถุ 49
ภาคผนวก ข โปรแกรมควบคุมระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง 57
ภาคผนวก ค รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 หมายเลข P89V51RD2 61
ภาคผนวก ง รายละเอียดของไอซีหมายเลข Max 232 66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก จ รายละเอียดของไอซีหมายเลข L298N 69

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 76

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงานโครงงาน 2
2.1 รายละเอียดการทำงานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 10
2.2 การควบคุมการหมุนของมอเตอร์โดยการกำหนดลอจิกที่อินพุต 17
4.1 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 33
4.2 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในสภาพแสงแดด 36
4.3 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 38
4.4 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 40
4.5 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น 42
4.6 แสดงผลการทำงานในการคัดแยกวัตถุ 45

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 7
2.2 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 9
2.3 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง 11
2.4 การต่อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม 12
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน 13
2.6 (ก) แสดงวงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดชอร์ทชั้นท์ 14
2.6 (ข) แสดงวงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดลองชั้นท์ 14
2.7 วงจร เอช-บริดจ์ 15
2.8 ไอซีเบอร์ L298N 16
2.9 ตัวอย่างสีรูปแบบ RGB 19
2.10 ตัวอย่างสีรูปแบบ HSV 20
3.1 แผนภาพแสดงภาพรวมของระบบ (System Overview Diagram) 21
3.2 สายพานลำเลียง 22
3.3 โครงสร้างส่วนลำตัวของสายพานลำเลียง 23
3.4 โครงสร้างของโรลเลอร์ 23
3.5 ลักษณะของสายพาน 24
3.6 ลักษณะของกล้องด้านหน้า 24
3.7 ลักษณะตำแหน่งในการติดตั้งกล้อง 25
3.8 ลักษณะของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องด้านหน้า 25
3.9 ลักษณะของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องด้านบน 26
3.10 วัตถุที่จะนำมาตรวจสอบ 26
3.11 วงจรแปลงไฟและจ่ายไฟ 27
3.12 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 28
3.13 วงจรติดต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232 29
3.14 วงจรขับมอเตอร์โดยวงจรรวมเบอร์ L298N 30
3.15 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง 31
4.1 แสดงการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 33
4.2 แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 35
4.4 แสดงการตรวจจับวัตถุน้ำเงินในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 35
4.5 แสดงการทดลองการตรวจสีในสภาพแสงแดด 36
4.6 แสดงการตรวจสีในสภาพแสงแดด 37
4.7 แสดงการทดลองตรวจสีในระดับความสว่างของแสดงที่ถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 37
4.8 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 38
4.8 (ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 38
4.9 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 39
4.9 (ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 39
4.10 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 39
4.10 (ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น 39
4.11 แสดงการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 40
4.12 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 41
4.12 (ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 41
4.13 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 41
4.13 (ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 41
4.14 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 41
4.14 (ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น 41
4.15 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น 42
4.16 แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น 43
4.17 แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น 43
4.18 แสดงการตรวจวัตถุสีเหลืองที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น 44
4.19 แสดงการทดลองการทำงานในการคัดแยกวัตถุ 45

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะระบบคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ นำมาซึ่งการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกสบาย ลดค่าใช้จ่าย ลดเวลาในการปฏิบัติงานซึ่งการควบคุมด้วยเทคโนโลยีระบบฝังตัว (Embedded System) ก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้มีการเพิ่มหน่วยประมวลผลเข้าไปในตัวอุปกรณ์นั้นๆ โดยทั่วไปการควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์อาจอยู่ในรูปวงจรดิจิตอลได้ แต่ในปัจจุบันจะพบว่าระบบฝังตัวจะใช้ ชิป หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และ เครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความฉลาดความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ระบบฝังตัวถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในยานพาหนะ เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน สำนักงาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เทคโนโลยีซอฟต์แวร์และของเล่นต่างๆคำว่าระบบนี้จะฝังตัวลงในอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันระบบสมองกลฝังตัวได้มีการพัฒนามากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานอุตสาหกรรม ได้มีเครื่องจักรกลมากมายที่มีการควบคุมโดยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์มาช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการทำงาน เช่น เครื่องคัดแยกสีเมล็ดข้าว เครื่องคัดแยกสีมะม่วง และเครื่องคัดแยกสีธัญพืช ทำให้ประหยัดเวลาในการทำงานและช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นจึงได้จัดทำโครงงานการตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องที่ควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้า ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบต่างๆได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาการทำงานและสร้างระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง ควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

สร้างระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง จำนวน 1 ชุด ขนาดยาว 145 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตร มีความสามารถดังนี้

1.3.1 สายพานสามารถลำเลียงวัตถุไปยังตำแหน่งที่โปรแกรมตั้งไว้

1.3.2 สามารถตรวจสอบวัตถุ โดยการจำแนกสี 3 สี คือ เหลือง เขียว และน้ำเงิน

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินการ	ปี 2555							ปี 2556	
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1	รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นและเกี่ยวข้อง	←	→							
2	ออกแบบโครงงานและสร้างชิ้นงาน		←	→						
3	ตรวจสอบการทำงานของสายพาน			←	→					
4	ตรวจสอบการทำงานของกล้องในการจำแนกสีของวัตถุ				←	→				
5	ทดลองการทำงานของระบบทั้งหมดของชิ้นงาน					←	→	→		
6	สรุปผลการทดลอง จัดรูปเล่มโครงงาน							←	→	→

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.5.1 ได้ระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง ซึ่งสามารถตรวจสอบและจำแนกสีของวัตถุ ที่สามารถใช้งานได้จริง

1.5.2 สามารถนำระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง ไปพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

1.5.3 เข้าใจหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบการทำงานของสายพานลำเลียงรวมไปถึงการทำงานของโปรแกรมภาษาซี

1.5.4 สามารถนำระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องไปประยุกต์กับงานคัดแยกวัตถุในทางอุตสาหกรรมได้

1.6 งบประมาณของโครงงาน

1.6.1 ค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	1,000 บาท
1.6.2 ค่าเอกสาร	1,200 บาท
1.6.3 ค่าวัสดุอื่นๆ	3,550 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (ห้าพันเจ็ดร้อยห้าสิบบาทถ้วน)	5,750 บาท

(หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ)

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้งานกับสายพานลำเลียงมากขึ้น และมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องมากมายหลายรูปแบบ ซึ่งเทคโนโลยีแต่ละชนิดที่นำมาใช้งานกับสายพานลำเลียงมีหน้าที่แตกต่างกันไป ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน การเลือกใช้งานจึงจำเป็นต้องอาศัยความเหมาะสม เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คงทน และประหยัดพลังงาน

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงจะแบ่งส่วนประกอบใหญ่ๆได้ 3 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์ทางกล (mechanic)
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (electronic)
3. อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์ (controller)

2.1.1 อุปกรณ์ทางกล (Mechanic)

อุปกรณ์ทางกล (Mechanic) [1] คือ ชิ้นส่วนกลไกต่างๆของสายพานลำเลียง เช่น โครงสร้าง โรลเลอร์ สายพาน เฟืองโซ่ และตลับลูกปืน

1. โครงสร้าง (frame) เป็นองค์ประกอบหลักสำคัญของสายพานลำเลียง ทำหน้าที่ยึดจับอุปกรณ์ต่างๆในตัวสายพานลำเลียง และยังป้องกันอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ให้ได้รับอันตรายจากภายนอก โครงสร้างของสายพานลำเลียง จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะการทำงาน วัสดุที่นิยมนำมาสร้างเป็นโครงสร้าง ได้แก่ อะลูมิเนียม เหล็ก อะคริลิค ฯลฯ ซึ่งการจะเลือกใช้วัสดุนั้นขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เช่น ต้องการสร้างสายพานลำเลียงที่มีน้ำหนักเบา คงทน ควรพิจารณาเลือกใช้อะลูมิเนียม เป็นต้น การเลือกใช้วัสดุควรคำนึงถึงปัจจัยหลายๆอย่าง เช่น ราคาการประกอบ เป็นต้น

2. โรลเลอร์ (Roller) เป็นชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่หมุนได้ ใช้ในการขับเคลื่อนในส่วนของสายพาน โรลเลอร์เป็นชิ้นส่วนสำคัญมากในสายพานลำเลียงทุกชนิด นอกจากโรลเลอร์แล้ว ยังมีแกน(เพลา) ซึ่งจะเป็นชิ้นส่วนลักษณะคล้ายกันกับโรลเลอร์ แต่ไม่สามารถหมุนได้ ส่วนใหญ่ทำหน้าที่รองรับชิ้นส่วนที่หมุน ซึ่งก็คือ โรลเลอร์ (Roller)

3. เฟืองโซ่ (sprocket) เป็นเฟืองที่มีฟันรูปร่างพิเศษเพื่อรับกับร่องของโซ่ ทำหน้าที่ส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยัง โรลเลอร์ (Roller) โดยใช้การขับเคลื่อนด้วยโซ่ ในการส่งถ่ายกำลังของเฟืองโซ่นั้นจะประกอบไปด้วยเฟืองโซ่สองตัว โดยมีเฟืองตัวขับ (driving gear) เป็นตัวหมุนส่งกำลังให้เฟืองตาม (driven gear) เกิดการหมุน

4. โซ่ (chain) มีหน้าที่ส่งกำลังจากเฟืองโซ่หนึ่งไปยังอีกเฟืองโซ่หนึ่ง ในการส่งกำลังโซ่จะคล้องอยู่รอบเฟืองโซ่ (sprocket) สองอัน ในการขับด้วยโซ่นั้นข้อโซ่จะขบกับฟันของเฟืองโซ่จึงไม่มีการลื่นไถล ทำให้การส่งกำลังมีอัตราทดที่คงที่ การติดตั้งไม่จำเป็นต้องเที่ยงตรงมาก จึงเป็นที่นิยม แต่ก็มีข้อเสียคือ มีเสียงดัง การติดตั้งโซ่โดยปกตินิยมติดตั้งโดยให้แนวจุดศูนย์กลางของเฟืองโซ่ทั้งสองนั้นอยู่ในแนวระดับเดียวกัน หรือทำมุมกันไม่เกิน 60 องศา และจะต้องให้ด้านล่างเป็นด้านหย่อน ไม่นิยมติดตั้งให้แนวศูนย์กลางของเฟืองโซ่ทั้งสองอยู่ในแนวดิ่งหรือด้านบนเป็นด้านหย่อน เนื่องจากโซ่มักจะหลุดจากเฟืองโซ่ได้ง่ายเมื่อโซ่เกิดการยืดขึ้น

5. ตลับลูกปืน (bearing) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับจุดหมุน ทำหน้าที่ลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหว

2.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic)

อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณทางระบบไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์ตรวจจับเซ็นเซอร์ ชุดขับมอเตอร์ และอุปกรณ์แสดงผล

1. อุปกรณ์ตรวจจับเซ็นเซอร์ (sensor) สำหรับตรวจวัดปริมาณของตัวแปรต่างๆ ใช้ในการรับค่า (input) ปริมาณทางฟิสิกส์ (physic) เช่น แสง สี อุณหภูมิ ระยะทาง เป็นต้น แล้วแปลงปริมาณทางฟิสิกส์ที่ได้เป็นสัญญาณทางระบบไฟฟ้า หรือในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ อุปกรณ์ตรวจจับมีมากมายหลายชนิดตามสิ่งที่จะทำการตรวจวัด เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดตำแหน่ง (position sensor) และอุปกรณ์ตรวจจับจีพีเอส (GPS: Global Position System) ใช้ในการระบุตำแหน่งโดยใช้ดาวเทียม เป็นต้น

2. อุปกรณ์แสดงผล (output device) คือ อุปกรณ์ที่ใช้แสดงค่า (output) สถานะต่างๆของสายพานลำเลียง ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลของสายพานลำเลียงมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น จอภาพ (monitor) หรือหลอดไฟ (lamp) ก็ใช้ในการบอกสถานะได้เหมือนกัน

3. ชุดขับมอเตอร์ (motor driver) เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้มอเตอร์เกิดการหมุน การทำงานของชุดขับมอเตอร์นั้นจะเหมือนกับการทำงานของสวิตช์ปิดเปิดตามสัญญาณที่ชุดควบคุมส่งออกมา ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ตัวอย่างเช่น การขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ความเร็วในการหมุนของมอเตอร์นั้นขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดันและกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์ แต่แรงดันและกระแสที่ป้อนให้จะต้องไม่เกินค่าที่มอเตอร์สามารถรับได้ ไม่เช่นนั้นจะทำให้มอเตอร์เกิดความเสียหายได้ ส่วนทิศทางการหมุนของมอเตอร์นั้นขึ้นอยู่กับขั้วของแหล่งจ่าย

2.1.3 อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์ (Controller)

อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์ (Controller) คือ สมองกลที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น สมองกลที่ประดิษฐ์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการควบคุมการทำงานที่ไม่มีเงื่อนไขการทำงานมากนัก สามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานแทนได้ เช่น ตัวต้านทาน (resistor) ตัวเก็บประจุ (capacitor) ทรานซิสเตอร์ (transistor) มาประกอบกันเป็นวงจรควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียงได้

ในการทำงานที่มีเงื่อนไขการทำงานมากขึ้น เราจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถให้กับสมองกล ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จึงถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อแทนที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่กล่าวมาข้างต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานได้ ด้วยการเปลี่ยนโปรแกรมลำดับการควบคุมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มีราคาไม่แพง ต้องการแหล่งจ่ายไฟต่ำ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับการสร้างสมองกล ใช้อยู่ในคอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป (SBC: Single Board Computer) คอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป เป็นเครื่องควบคุมที่มีการทำงานเหมือนกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพียงแต่ทุกอย่างจะถูกย่อลงมาอยู่ในแผงวงจรเล็กๆเพียงแผงเดียว นิยมใช้ในงานที่มีเงื่อนไขในการทำงานมาก หรือ การควบคุมที่ซับซ้อน

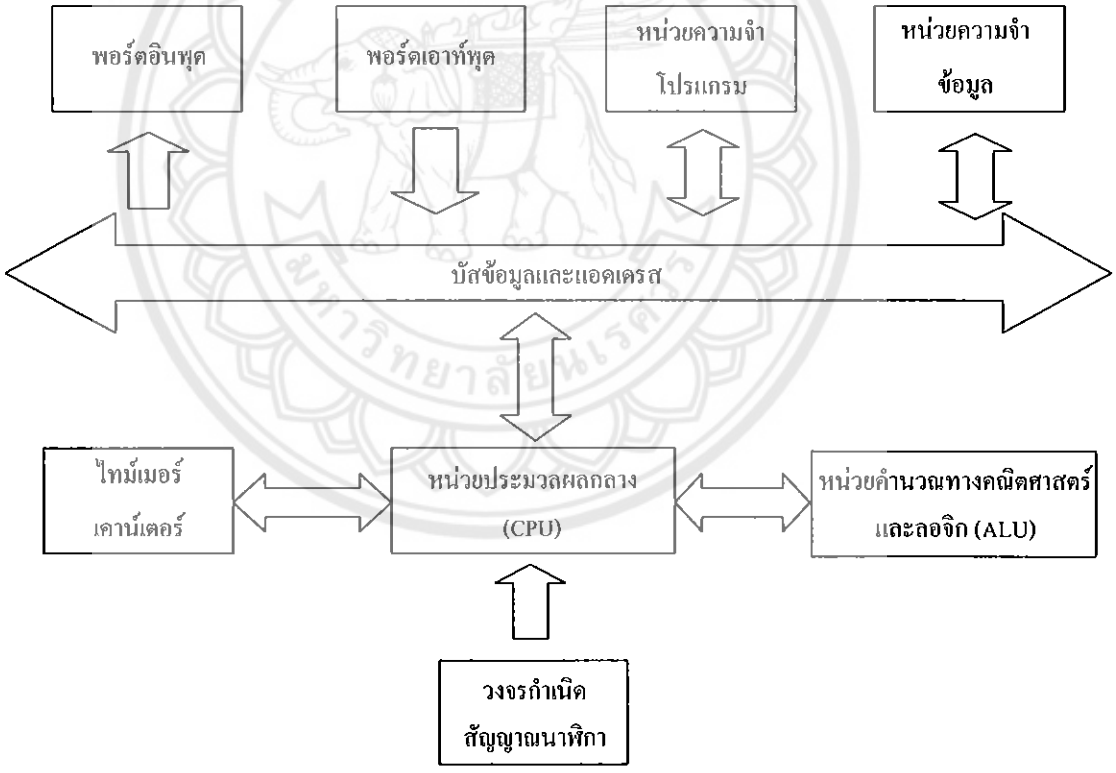
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

MCS-51 [2-5] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สนองความต้องการของผู้ใช้แบบสำเร็จในตัวไอซีตัวเดียว คือ สายสัญญาณอินพุต/เอาท์พุตภายในตัวพอร์ตของอินพุตและเอาท์พุต บัฟเฟอร์ที่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก (interface) และสายสัญญาณควบคุมอื่นๆที่ใช้สำหรับแยกสายสัญญาณข้อมูลกับสายสัญญาณกำหนดตำแหน่งหน่วยความจำ และยังมีชุดคำสั่งพิเศษเพื่อจัดการข้อมูลเพิ่มขึ้นอีก นอกจากนั้นยังมีวงจรนับเวลาและตั้งเวลาด้วย ข้อสำคัญคือ มีการพัฒนาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน่วยความจำเป็นแบบแฟลช (Flash Memory) ทำให้สามารถโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้โดยไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกจากวงจร เรียกว่า การโปรแกรมภายในวงจร (In-System Programming) และมีการติดต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface) ทำให้การพัฒนาและการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

2.2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยวงจรพอร์ตอินพุตหรือเอาท์พุตทั้งหมด 4 พอร์ต แต่ละพอร์ตจะเป็นแบบ 8 บิต หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (EPROM, EEPROM และแฟลช) หน่วยความจำที่เป็นข้อมูล (RAM) ซึ่งรวมอยู่ในวงจรหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ตลอดจนวงจรการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) วงจรรีจิสเตอร์

การควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นกระทำผ่านกระบวนการควบคุมโดยโปรแกรมที่เขียนขึ้น เพื่อบอกถึงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยลักษณะที่ถูกระบุขึ้นโดยผู้เขียนโปรแกรมควบคุม ซึ่งควบคุมการทำงานทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการกำหนดพอร์ตให้เป็นอินพุตและเอาท์พุต และยังสามารถกำหนดหน่วยความจำภายในซึ่งเป็นที่เก็บข้อมูล และเป็นที่พักข้อมูลตามความต้องการ โดยในการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์แต่ละคำสั่ง จะอ้างอิงเวลาจากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีโครงสร้างการทำงานรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ [4]

2.2.2 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งได้เช่นเดียวกับการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์คือ ภาษาเครื่อง ภาษาแอสเซมบลี และภาษาซี

ภาษาเครื่อง เป็นภาษาระดับต่ำสุด ประกอบไปด้วยรหัสฐานสอง คือ 0 กับ 1 เท่านั้น ซึ่งเป็นภาษาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าใจ แต่มนุษย์จะทำความเข้าใจได้ยาก เพราะต้องอาศัยการจดจำรหัสคำสั่งต่างๆ รวมถึงต้องเข้าใจโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย จึงได้มีการคิดค้นสิ่งที่เรียกว่า คอมไพเลอร์ (Compiler) ขึ้นมาเพื่อทำให้มนุษย์สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูงที่มนุษย์เข้าใจได้ โดยคอมไพเลอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนภาษาระดับสูงเหล่านั้นกลายเป็นภาษาเครื่องเอง

ภาษาแอสเซมบลี เป็นภาษาที่ใช้รหัสคำสั่งที่เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษมาแทนคำสั่งเลขฐานสองในแบบของภาษาเครื่องทำให้ภาษาแอสเซมบลีกลายเป็นภาษาที่มนุษย์ทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนั้นแล้ว ยังเป็นภาษาที่ทำให้โปรแกรมทำงานได้อย่างรวดเร็ว เพราะมีการสั่งงานไปที่ฮาร์ดแวร์โดยตรง ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้พัฒนาโปรแกรมจำเป็นจะต้องเข้าใจโครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างละเอียดด้วย ซึ่งกลายเป็นข้อด้อยของภาษาแอสเซมบลีไป คอมไพเลอร์ที่ทำหน้าที่แปลงภาษาแอสเซมบลีให้เป็นภาษาเครื่องเรียกว่า แอสเซมเบลอร์

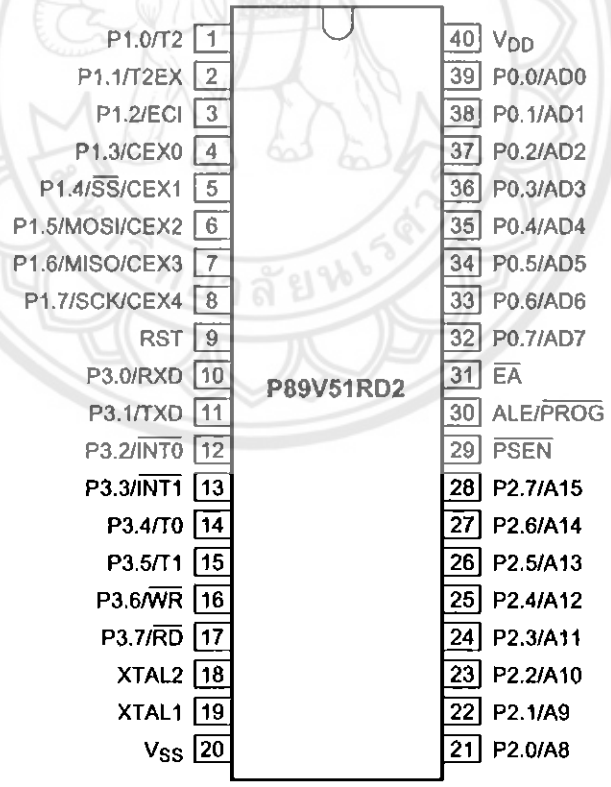
ภาษาซี เป็นภาษาระดับสูงที่มีความใกล้เคียงกับภาษามนุษย์ ทำให้ทำความเข้าใจได้ง่าย นอกจากนั้นแล้วการเขียนโปรแกรมภาษาซี ก็ไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างละเอียด เพียงแต่เข้าใจการเขียนโปรแกรมแบบโครงสร้างก็เพียงพอแล้ว ภาษาซี สามารถใช้ในการเข้าถึงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง ทำให้ได้โปรแกรมที่เขียนขึ้นทำงานได้รวดเร็ว ดังนั้นภาษาซี จึงเป็นที่นิยมแพร่หลายในการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์คอมไพเลอร์ที่ใช้ในการแปลงภาษาซี เป็นภาษาเครื่องมีอยู่มากมาย เช่น คอมไพเลอร์ Keil uVision 3 เป็นต้น

2.2.3 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่น ในแต่ละโครงสร้างอันได้แก่ หน่วยความจำภายใน จำนวนขา จำนวนพอร์ต ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้งาน จึงขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ หรือความเหมาะสมของงาน ในโครงสร้างนี้ผู้ดำเนินโครงงานเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 มีคุณสมบัติดังนี้

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต
2. มีหน่วยความจำภายในแบบแฟลชขนาด 4 กิโลไบต์ หรือ 8 กิโลไบต์ สามารถเขียนและลบได้เป็นพันครั้ง
3. มีสายสัญญาณสำหรับอินพุตหรือเอาท์พุตได้ 32 เส้น (แบบ 2 ทิศทาง)
4. มีหน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ภายในขนาด 128 กิโลไบต์ หรือ 256 กิโลไบต์
5. ใช้ความถี่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึง 24 เมกกะเฮิรตซ์
6. มีวงจรตั้งเวลาและนับเวลาขนาด 16 บิต จำนวน 2 ชุด หรือ 3 ชุด
7. มีวงจรรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ไม่ต่ำกว่า 6 ชนิด
8. สามารถต่อขยายหน่วยความจำภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
9. มีวงจรสื่อสาร 2 ทางเต็มอัตรา (full duplex)

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 หมายเลข P89V51RD2 แสดงการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ในแบบ 40 ขา ดังรูปที่ 2.2 และมีรายละเอียดการทำงานดังตารางที่ 2.1



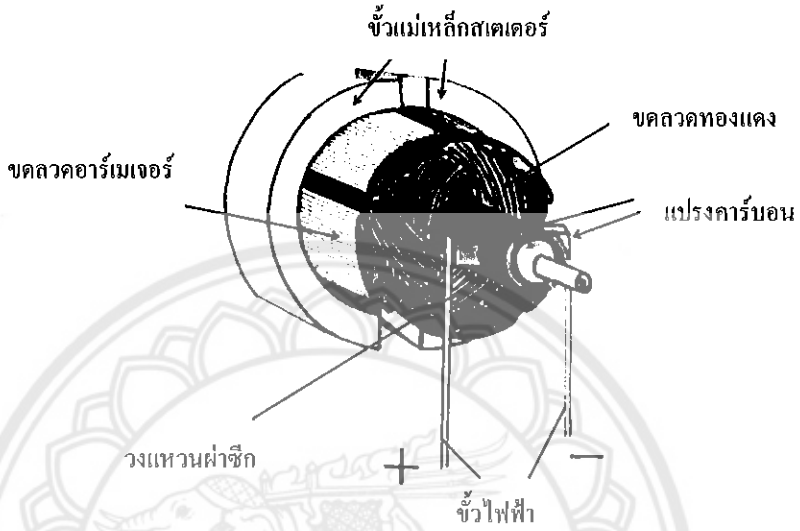
รูปที่ 2.2 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 [4]

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการทำงานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2

ขา	หน้าที่การทำงาน
V_{DD}	เป็นขาสำหรับต่อไฟเลี้ยง 5 โวลต์
V_{SS}	สำหรับต่อลงกราวด์
XTAL1/XTAL2	ต่อกับตัวผลิตสัญญาณนาฬิกา
RST (Reset)	เป็นขาอินพุตเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการป้อนสัญญาณลอจิก 1
ALE/PROG (Address Latch Enable)	เป็นขาสัญญาณเอาท์พุตเพื่อแลตช์ค่าแอดเดรสตำแหน่งข้อมูล (Address Bus) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และเป็นขาสัญญาณเอาท์พุตเพื่อควบคุมการโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
PSEN (Program Store Enable)	เป็นขาสัญญาณสโตรบ เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ให้ส่งสัญญาณนี้ 2 ครั้งใน 1 พัลส์สัญญาณนาฬิกา
Port 0 (P0.0-P0.7)	เป็นขาอินพุตและเอาท์พุตให้กับอุปกรณ์ภายนอก แบบโอเพ่นเดรน (ไม่มีตัวต้านทานพลูอัพ ภายใน) ดังนั้นการใช้งานพอร์ต 0 จึงจำเป็นต้องต่อตัวต้านทานพลูอัพ ด้วย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นขาแอดเดรสบัส(A0-A7) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และ ดาต้าบัส (D0-D7) เพื่อรับข้อมูลการโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
Port 1 (P1.0-P1.7)	เป็นขาอินพุตและเอาท์พุตต่อกับอุปกรณ์ภายนอก แบบมีตัวต้านทานพลูอัพภายใน
Port 2 (P2.0-P2.7)	เป็นขาอินพุตและเอาท์พุตต่อจากอุปกรณ์ภายนอก แบบมีตัวต้านทานพลูอัพภายใน และเป็นขาแอดเดรสบัส (A8-A15) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก
P3.0/RXD	รับข้อมูลแบบอนุกรม
P3.1/TXD	ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
P3.2/INT0	อินเทอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 0
P3.3/IMT1	อินเทอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 1
P3.4/T0	ตัวควบคุมเวลาการทำงาน/ตัวช่วยนับ ตัวที่ 1
P3.5/T1	ตัวควบคุมเวลาการทำงาน/ตัวช่วยนับ ตัวที่ 2
P3.6/WR	สัญญาณในการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก
P3.7/RD	สัญญาณในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

2.3 มอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรง [6-11] จะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง [6]

ทางเดินของฟลักซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ ฟลักซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.3.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง

1. ขั้วแม่เหล็ก ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กขั้วแม่เหล็กภายในมอเตอร์อาจจะเป็นขั้วแม่เหล็กถาวร หรืออาจทำจากแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ จะเรียกขั้วแม่เหล็กนี้ว่า สเตเตอร์ (Stator)

2. ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) สามารถหมุนได้รอบตัว เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อขดลวดทำให้เกิดโมเมนต์คู่ควบหมุนขดลวด

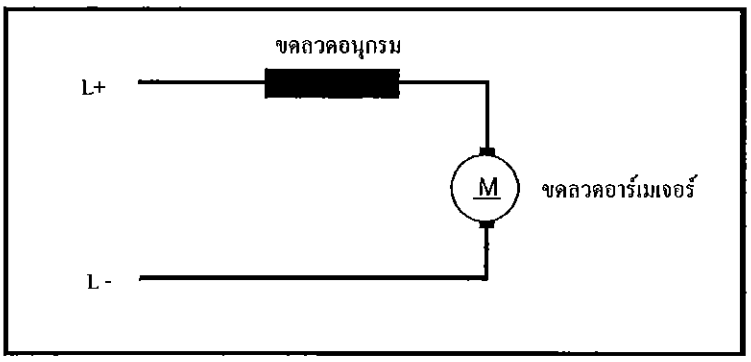
3. วงแหวนผ่าซีก (Commutator) เป็นส่วนที่ทำให้กระแสที่ไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศที่ทำให้เกิดโมเมนต์หมุนขดลวดในทิศเดียวกันตลอดเวลา

4. แปรงคาร์บอน (Brushes) สัมผัสอยู่กับวงแหวนผ่าซีก โดยที่แปรงจะอยู่กับที่ ทำหน้าที่ต่อกับวงจรไฟฟ้า

2.3.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

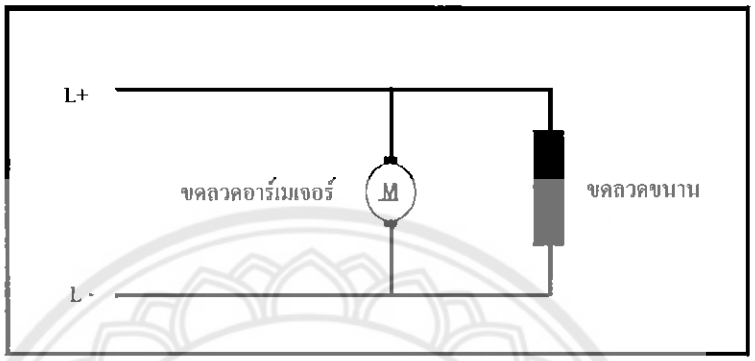
การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ตามลักษณะของการต่อขดลวดสนามและขดลวดอาร์เมเจอร์ในการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม คือ มอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ดังแสดงตามรูปที่ 2.4 นิยมเรียกว่าซีรีสมอเตอร์ ซึ่งข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม คือให้แรงบิดสูงนิยมซึ่งความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม ขณะเมื่อไม่มีโหลดจะมีความเร็วสูงมาก แต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วก็จะลดลงตามโหลด ดังนั้นโหลดมากหรือทำงานหนักทำให้ความเร็วในการหมุนลดลงไป แต่ขดลวดของมอเตอร์จะไม่ไหม้หรือเป็นอันตราย ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวนี้เอง จึงนิยมนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมมาใช้งานเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านต่างๆ เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้าไฟฟ้า เครื่องเป่าผม เป็นต้น ข้อคำนึงในการใช้งานมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม คือจะต้องมีโหลดมากขณะต่อใช้งานเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้มอเตอร์ดังกล่าวไหม้หรือเป็นอันตรายได้



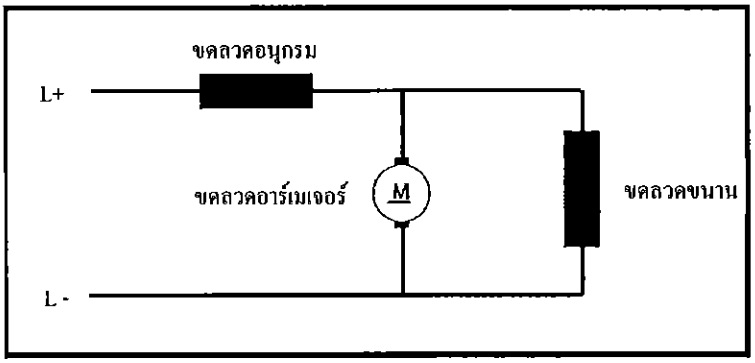
รูปที่ 2.4 การต่อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม [8]

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กขนานกับขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ ดังแสดงตามรูปที่ 2.5 นิยมเรียกว่าชั้นท์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานนี้จะมีคุณลักษณะที่ดีคือมีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ ดังนั้นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานนี้ นิยมนำมาใช้ในงานปรับความเร็วของพัดลม สาเหตุเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย

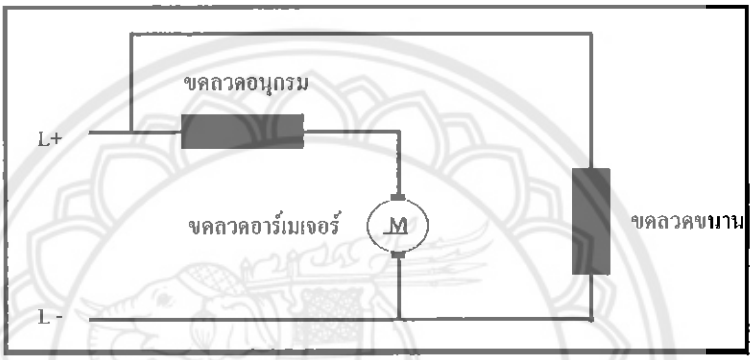


รูปที่ 2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน [8]

3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม คือ มอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กกับขดลวดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนานและแบบอนุกรมมารวมกัน นิยมเรียกว่า คอมปาวด์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้นท์ (Shunt Coil) อยู่ 2 วิธี วิธีที่หนึ่งโดยการต่อขดลวดแบบชั้นท์ขนานกับขดลวดอาร์เมเจอร์ เรียกว่าแบบ ชอร์ทชั้นท์ (Short Shunt Compound Motor) ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ก) และวิธีที่สองโดยการต่อขดลวดขนานมาขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาร์เมเจอร์ เรียกว่าแบบลองชั้นท์ (Long Shunt Compound Motor) ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ข) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้จะมีข้อดี ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานมารวมกัน จึงทำ ให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมลักษณะพิเศษ คือมีแรงบิดสูง (High Staring Torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ทั้งในกรณีที่ไม่มีโหลดจนกระทั้งกรณีมีโหลดเต็มที่ ตัวอย่างการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม เช่น ระบบสายพานลำ เลียง เครื่องซีเอ็นซี (Computer Numerical Control) เป็นต้น



รูปที่ 2.6 ก แสดงวงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดชอร์ทชั้นท์ [8]



รูปที่ 2.6 ข แสดงวงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมชนิดลองชั้นท์ [7]

2.3.3 ข้อดีข้อเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีดังต่อไปนี้

1. การควบคุมแรงบิดหรือความเร็วทำได้ง่ายและดีมาก
2. มีผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง (Response) ได้รวดเร็ว
3. การปรับความเร็วสามารถทำได้ในช่วงกว้าง

ข้อเสียมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีดังต่อไปนี้

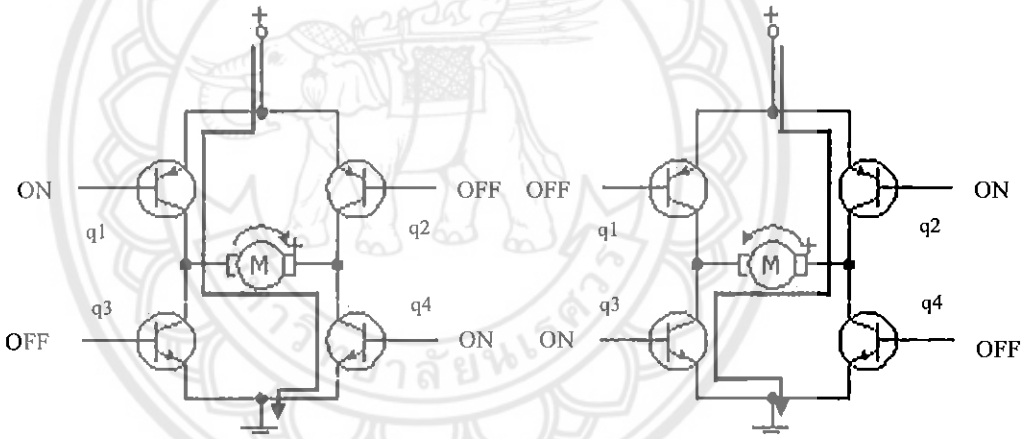
1. การบำรุงรักษาสูงมากเนื่องจากมีส่วนสึกหรอของแปรงถ่าน
2. ราคาแพงเมื่อเทียบกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดกำลังแรงม้าเท่ากัน
3. มีขนาดใหญ่กว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ขนาดแรงม้าเท่ากัน
4. มีโครงสร้างซับซ้อน และหาซื้อได้ยาก
5. หาแหล่งจ่ายที่เป็นไฟกระแสตรงได้ยาก
6. ไม่สามารถนำไปใช้ในที่มีสารไวไฟได้

2.3.4 การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร 2 ขั้ววางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ เมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวด ลวดในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กซึ่งมีสัดส่วนของแรงขึ้นกับกระแสแรง โดยแรงเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแสและสนามแม่เหล็ก ขณะที่ทิศทางของแรงกลับตรงกันข้ามกัน ถ้าหากกระแสและสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสและสนามแม่เหล็กเป็นผลทำให้ทิศของแรงเปลี่ยนไป ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงกลับทิศทางการหมุนได้ ซึ่งสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวรซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นเหล็กหรือเหล็กกล้า โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ยึดอยู่กับที่และขดลวดเหนี่ยวนำจะพันอยู่กับส่วนที่เป็นแกนหมุนมอเตอร์

2.3.5 การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง

เราสามารถควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้โดยการใช้วงจรที่เรียกว่า เอช-บริดจ์ ซึ่งวงจรจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.7



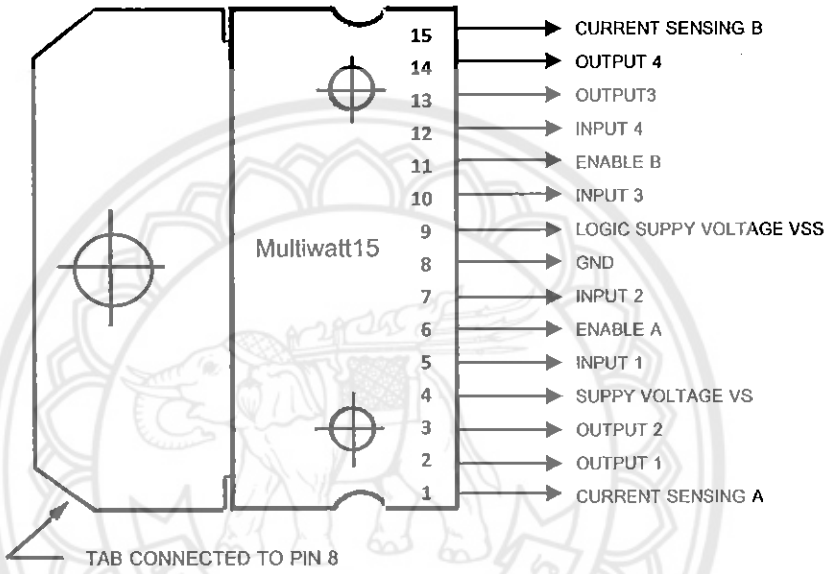
รูปที่ 2.7 วงจรเอช-บริดจ์ [10]

การทำงานของวงจร ทรานซิสเตอร์สองตัวจะเปิดการทำงาน ส่วนอีกสองตัวจะปิดการทำงาน เพื่อควบคุมให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกาสามารถทำได้โดยการสลับการทำงานของทรานซิสเตอร์ให้มีสถานะตรงข้ามกับกรณีการหมุนตามเข็มนาฬิกา อย่างไรก็ตาม ได้มีการออกแบบวงจรเอช-บริดจ์ ให้รวมอยู่ในชิปเพียงตัวเดียว เช่น ไอซี เบอร์ L298N ซึ่งเราสามารถนำ ไอซี เบอร์ L298N มาควบคุมได้โดยตรง

ไอซี เบอร์ L298N สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ตัว แบบดูออลฟลูบริดจ์ (Dual full Bridge) ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถทำงานที่ระดับแรงดันได้ตั้งแต่ 6 ถึง 46 โวลต์
2. มีกระแสรวมทั้งหมด 4 แอมแปร์
3. มีการป้องกันอุณหภูมิได้สูง
4. มีแรงดันอิ่มตัวน้อย
5. ลอจิก 0 มีค่าแรงดันน้อยกว่า 1.5 โวลต์ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน

ไอซี เบอร์ L298N มีโครงสร้างและรูปร่างดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ไอซีเบอร์ L298N [11]

โครงสร้างภายในของไอซีมีแอนด์เกตและทรานซิสเตอร์ต่อกันแบบเอช-บริดจ์สวิตชิ่ง (H-Bridge Switching) ขาอินพุตแอนด์เกตจะต่อเข้ากับขาอีนาเบิล และอินพุตจากไมโครคอนโทรเลอร์ ส่วนทางเอาท์พุตของแอนด์เกตนั้นจะต่อเข้ากับขาเบสของตัวทรานซิสเตอร์ จะมีการต่อไฟเลี้ยง 12 โวลต์เข้าที่ ขา 4 (V_S) และจะต่อกราวด์เข้าที่ขา 1 (Current Sensing A) กับ ขา 15 (Current Sensing B) ของไอซี L298N

การควบคุมการหมุนของมอเตอร์นั้นทำโดยการกำหนดลอจิกที่อินพุตในช่องที่ต่อกับมอเตอร์ เช่น ต่อมอเตอร์เอาท์พุตที่ 1 และ 2 ซึ่งก็คือ ขา 2 และ ขา 3 ของไอซี L298N การควบคุมสามารถทำได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การควบคุมการหมุนของมอเตอร์โดยการกำหนดลอจิกที่อินพุต

อินพุตลอจิก			ผลที่เกิดขึ้น
ขา ENA	ขา IN 1	ขา IN 2	
0	X	X	มอเตอร์ลักษณะถูกปลดปล่อยสามารถจับหมุนเองได้
1	0	0	มอเตอร์หยุดหมุนเร็ว
1	0	1	มอเตอร์ทำงาน
1	1	0	มอเตอร์จะทำงานในทิศตรงกันข้าม
1	1	1	มอเตอร์หยุดหมุนเร็ว

2.4 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ [12-14] คือ การเอาภาพในรูปแบบ 3 มิติ มาประมวลผลโดยการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ การคิดคำนวณนั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีประโยชน์แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นการนำเอาสี (Color) แต่ละจุด (Pixel) มาคิด การคิดคำนวณเป็นบริเวณหลายๆจุดรวมๆกัน (Area) เช่น การดูลวดลาย (Pattern, Texture) การวิเคราะห์หารูปร่าง (Shape) และการวิเคราะห์แบบอื่นๆ

2.4.1 รูปร่างของภาพ (Image Shape)

การประมวลผลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (Rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงภาพออกทางอุปกรณ์ต่างๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอะเรย์ (Array) โดยค่าในแต่ละช่องของอะเรย์แสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพ (Pixel) และตำแหน่งของช่องอะเรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ

โดยจะให้อิมเมจเป็นตัวแปรแบบอะเรย์ขนาด M x N (M แถว และ N คอลัมน์) ที่ใช้เก็บภาพขนาด M x N เนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก M x N x g เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มที่แทนจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่างถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิตเราจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ในระบบ VGA (Video Graphic Array) มีขนาด 640 x 480 และ 800 x 600 เป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ในงานบางอย่างใช้ความละเอียดแค่ 30 x 50 จุด ก็พอแล้วแต่ในงานบางชนิด ใช้ความละเอียดถึง 1000 x 1000 จุด ก็ยังไม่พอ

ปกติแล้วในการเก็บข้อมูลภาพโดยเครื่องมือต่างๆ จะเก็บตามมาตรฐานของโทรทัศน์ซึ่งมีอัตราส่วน x ต่อ y เท่ากับ 4:3 สำหรับเครื่องมือเก็บข้อมูลภาพที่ไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 4:3 เมื่อนำภาพนี้ไปแสดงในจอภาพมาตรฐานจะทำให้ภาพที่แสดงนั้นมีขนาดของจุดภาพไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเช่นในบางระบบอาจจะใช้ความละเอียดในการแสดงเท่ากับ 640 x 512 ซึ่งจะทำ ให้ขนาดของจุดภาพที่ได้มีขนาดของด้านกว้างมีความยาวมากกว่าด้านสูง

จำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุด มากขึ้นจะทำ ให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น

1 บิต = 2^1= 4 สี

2 บิต = 2^2= 4 สี

4 บิต = 2^4= 16 สี

8 บิต = 2^8= 256 สี

16 บิต = 2^{16}= 65536 สี เป็นต้น

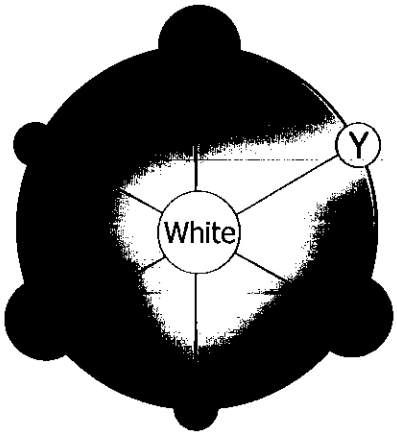
สำหรับการแสดงข้อมูลภาพที่มีขนาด 1 บิตและ 8 บิตนั้นจะมีการทำงานที่จะใกล้เคียงกัน เนื่องจากหน่วยประมวลผลจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นบิตเดี่ยวๆ ได้ดังนั้นในการแสดงข้อมูลออกทางจอภาพตัวโปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลทั้ง 8 บิต (1 ไบต์) ส่งให้กับจอภาพซึ่งในกรณีที่พิกเซล มีขนาด 1 บิต เมื่อโปรเซสเซอร์จะทำงานกับบิตแรกที่ต้องการแล้วก็จะทำการก็อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ทันที่โดยที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือ ส่วนในกรณีพิกเซลที่มีขนาด 8 บิต โปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลจุดใหม่ก็ต่อเมื่อโปรเซสเซอร์ทำงานกับทุกบิตแล้ว

ตัวอย่างสำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 800 x 600 และมีขนาด 16 บิตต่อพิกเซล จะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 65536 ระดับและต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บเท่ากับ 800 x 600 x 16 บิต

2.4.2 รูปแบบสี (Color Model)

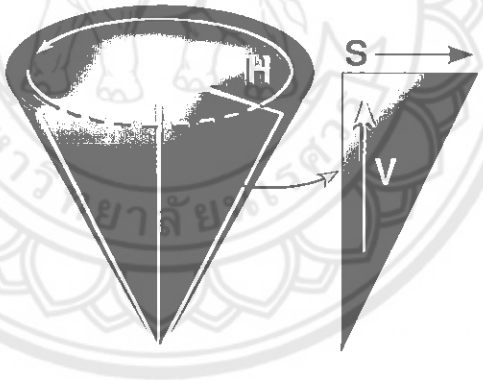
ก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพสีนั้น เราจำเป็นที่จะต้องเข้าใจรูปแบบของสีที่ใช้ในคอมพิวเตอร์เสียก่อน ซึ่งจะอธิบายรูปแบบที่สำคัญ 2 รูปแบบ ได้แก่

1. รูปแบบ RGB เป็นระบบสีพื้นฐานที่ใช้งานการแสดงผล โดยจุดย่อยของภาพ (Pixel) จะประกอบด้วยค่าสี 3 ค่า คือ แดง (R) เขียว(G) และน้ำเงิน (B) การผสมสีทั้งสามนี้ด้วยค่าต่างๆกันจะก่อให้เกิดสีที่แตกต่างกัน โดยคอมพิวเตอร์จะเก็บค่าสีนี้แยกกัน โดยใช้ขนาดข้อมูล 1 ไบต์ต่อ 1 สี ทำให้ค่าของสีนั้นมีได้ 256 ระดับ และผสมได้สีทั้งหมด 16 ล้านสี รูปแบบ RGB แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างสีรูปแบบ RGB [12]

2. รูปแบบสี HSV ที่ประกอบไปด้วยค่า 3 ค่า คือ ค่าสี (Hue) บอกความเป็นสีใดๆ ค่าความอิ่มตัวของสี (Saturation) บอกความเป็นสี หรือ ขาว – ดำ และค่าความสว่าง (Intensity, Value) บอกความขาวหรือดำ รูปแบบสีนี้จะเหมาะกับการประมวลผลภาพที่ต้องการแยกแยะสี เพราะสามารถใช้ค่าสี เพียงค่าเดียว ก็สามารถดูความแตกต่างของสีได้



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างสีรูปแบบ HSV [12]

2.5.3 การแยกองค์ประกอบภาพ (Image Segmentation)

การแยกองค์ประกอบภาพออกจากกันตามลักษณะสำคัญที่เราพิจารณา วิธีการพื้นฐานสำหรับการแยกองค์ประกอบภาพ คือการพิจารณาความสว่างของภาพและความแตกต่างของสี นอกจากนี้ขอบของภาพ (Edge) และลักษณะของพื้นผิว (Texture) ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้สามารถทำการแยกองค์ประกอบภาพได้สะดวกยิ่งขึ้น

ประโยชน์ของการแยกองค์ประกอบภาพ

1. ลดจำนวนข้อมูลในภาพที่ไม่จำเป็นในการวิเคราะห์ลง
2. จัดระเบียบข้อมูลในรูปภาพให้เป็นกลุ่มได้ดีขึ้น
3. แสดงข้อมูลในรูปที่เข้าใจง่ายขึ้น

หลักการในการแยกองค์ประกอบภาพมี 2 หลักที่สำคัญ คือ

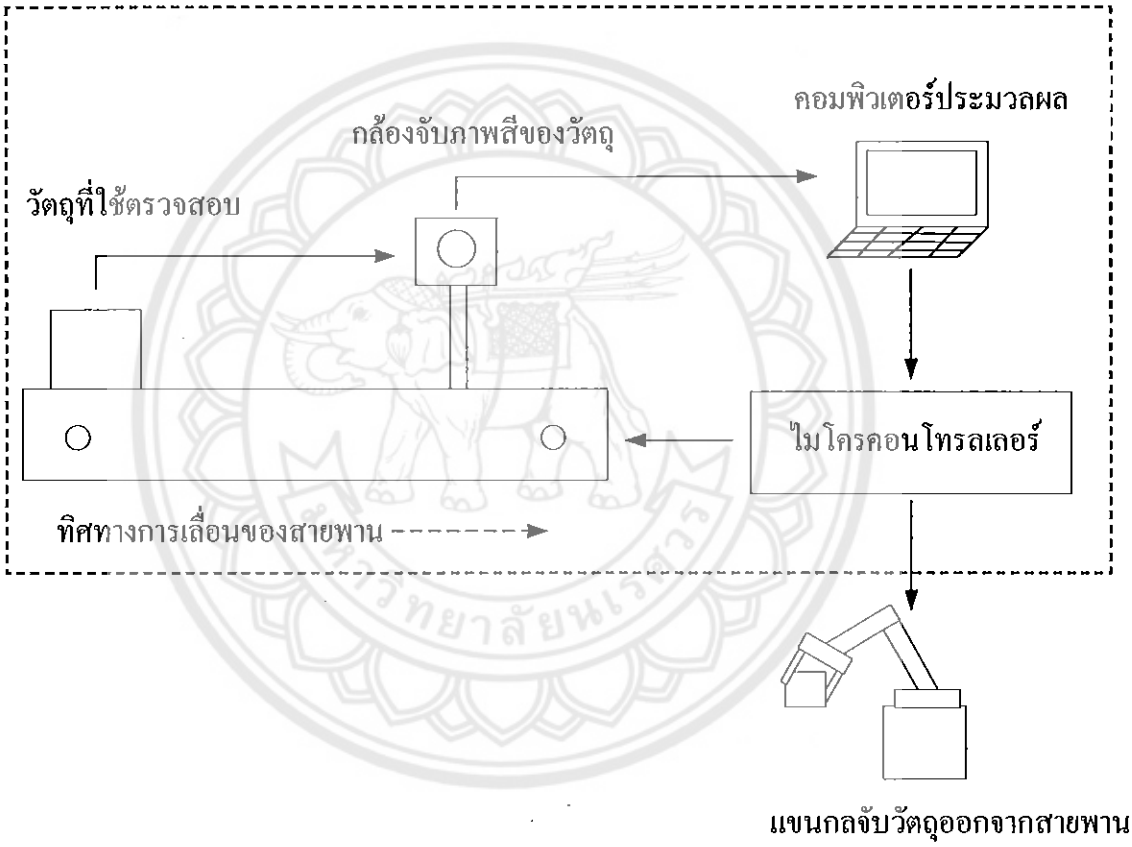
1. การแยกองค์ตามความเหมือนกัน (similarity) ของคุณสมบัติของ พิกเซลของรูปภาพภายในพื้นที่เดียวกัน

2. การแยกองค์ประกอบโดยการดูจากความไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity) ของคุณสมบัติของพิกเซลบริเวณรอยต่อระหว่างวัตถุในภาพกับฉากหลัง

หลังจากได้ศึกษาทฤษฎีและหลักการพื้นฐานในด้านโครงสร้าง และอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้กับสายพานลำเลียงที่ได้กล่าวมาในบทนี้จะนำมาเพื่อใช้ในการออกแบบส่วนของลำตัวสายพานลำเลียง และส่วนของระบบสั่งการ ซึ่งจะอธิบายถึงการออกแบบส่วนต่างๆของสายพานลำเลียง ในบทต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

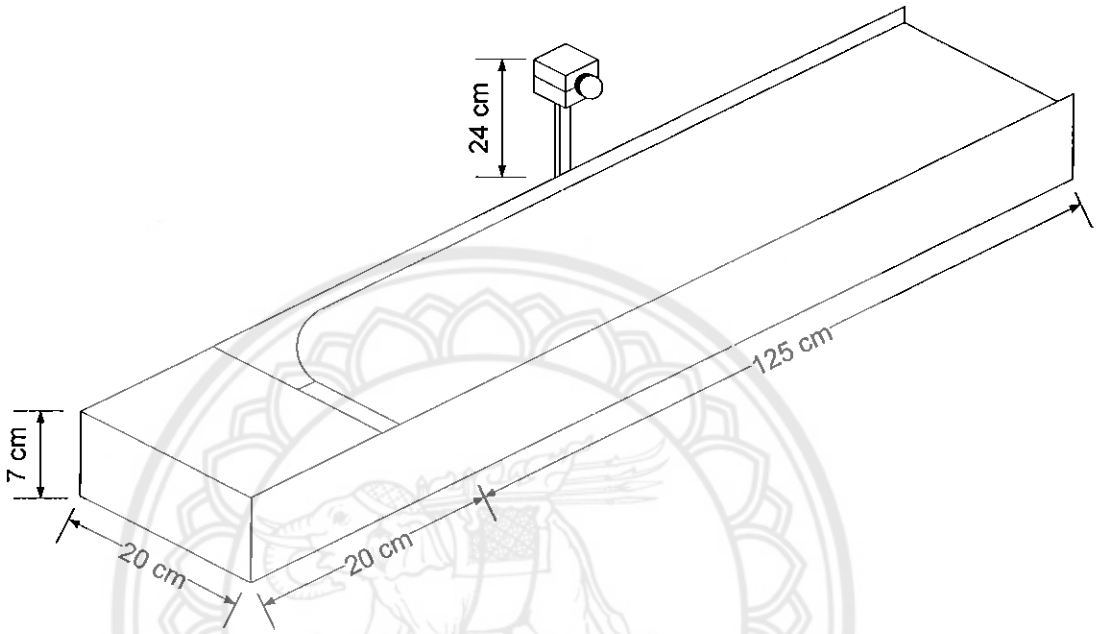
ในกรณีศึกษานี้ เป็นเรื่องการตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องที่ควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งหลังจากได้ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องนำมาใช้งานเราจึงทำการจัดหาอุปกรณ์และออกแบบภาพรวมของระบบ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงภาพรวมของระบบ (System Overview Diagram)

3.1 การออกแบบส่วนลำตัวของสายพานลำเลียง

การออกแบบโครงสร้างของสายพานลำเลียง โดยโครงสร้างของสายพานลำเลียงจะประกอบไปด้วย ส่วนลำตัวของสายพานลำเลียง และในส่วนของโรลเลอร์ จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวขับเคลื่อน ดังรูปที่ 3.2

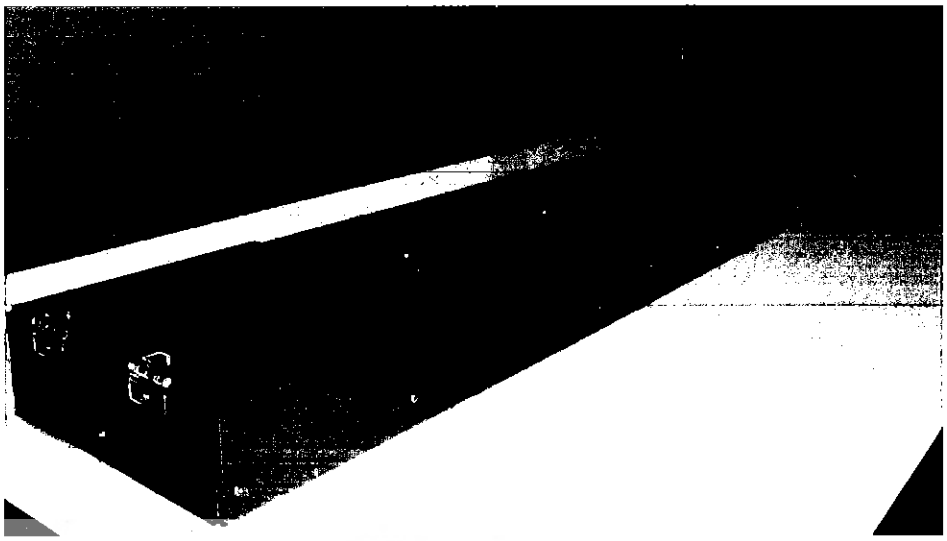


รูปที่ 3.2 สายพานลำเลียง

1. โครงสร้างของสายพานลำเลียงต้องมีความแข็งแรง เพื่อที่จะยึดติดอุปกรณ์ต่างๆรวมไปถึงกลไกลต่างๆได้ เช่น โรลเลอร์ เฟือง เป็นต้น
2. ชุดขับมอเตอร์ สำหรับการเคลื่อนที่ของสายพาน
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมระบบทั้งหมดของสายพาน
4. กล้อง ใช้สำหรับตรวจสอบวัตถุบนสายพานลำเลียง
5. ภาคจ่ายไฟให้กับวงจรและอุปกรณ์ต่างๆของสายพานลำเลียง

3.2 โครงสร้างของสายพานลำเลียง

วัสดุที่นำมาสร้างเป็นโครงสร้างของสายพานลำเลียง คือ อะคริลิค ลักษณะพื้นที่หน้าตัดเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และต้องให้โครงสร้างมีน้ำหนักไม่มากจนเกินไป ลักษณะการออกแบบโครงสร้างดังรูปที่ 3.3

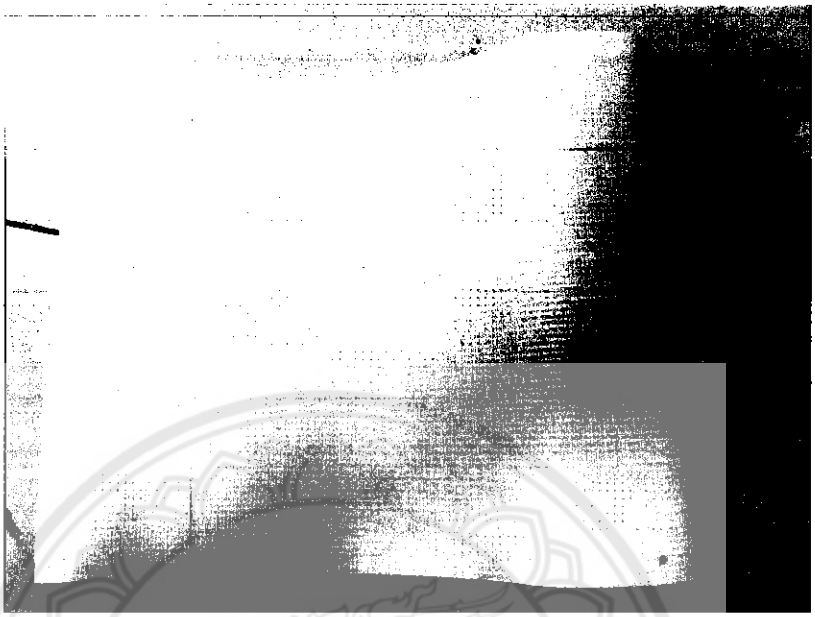


รูปที่ 3.3 โครงสร้างส่วนลำตัวของสายพานลำเลียง

ในส่วนของโรลเลอร์จะใช้ท่อพีวีซีเป็นอุปกรณ์ในการทำ มีลักษณะเป็นทรงกระบอก โดยโรลเลอร์ที่อยู่ตัวแรกสุดกับตัวท้ายสุดจะทำการนำยางมาพันให้รอบเพื่อให้เกิดความเหนียวยึดเกาะกับสายพานดังรูปที่ 3.4

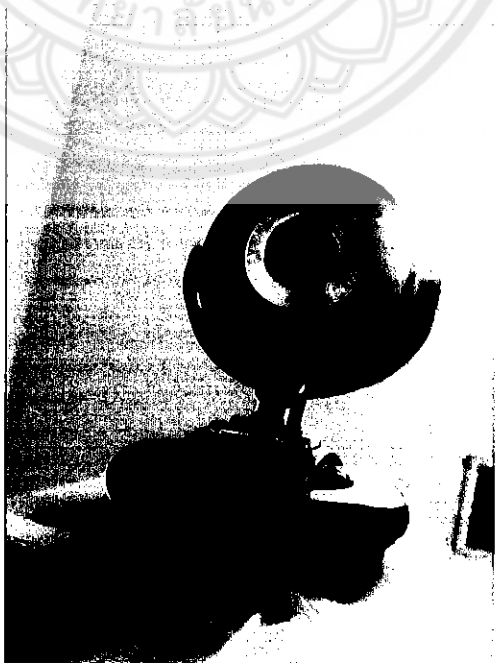
รูปที่ 3.4 โครงสร้างของโรลเลอร์

ในส่วนของสายพานจะใช้ไวนิลเป็นอุปกรณ์ในการทำมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังรูปที่ 3.5

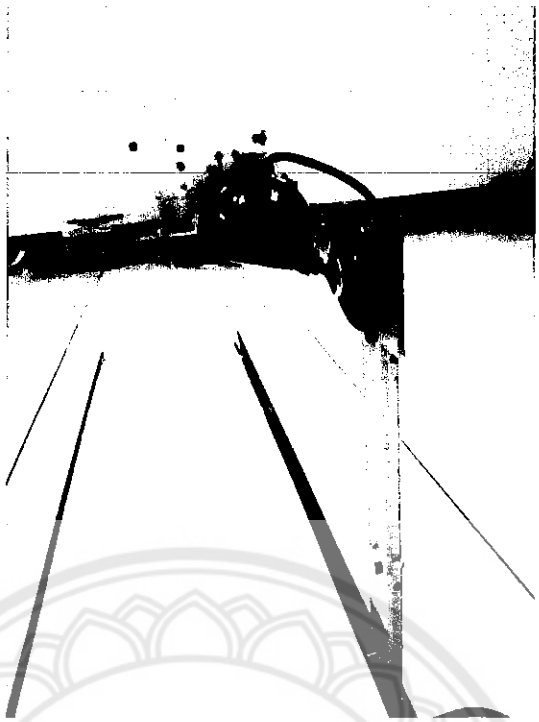


รูปที่ 3.5 ลักษณะของสายพาน

กล้องที่ใช้ในการตรวจสอบวัตถุ จะติดตั้งอยู่ตรงกลางของสายพานลำเลียง กล้องมีลักษณะดังรูปที่ 3.6 และ 3.7

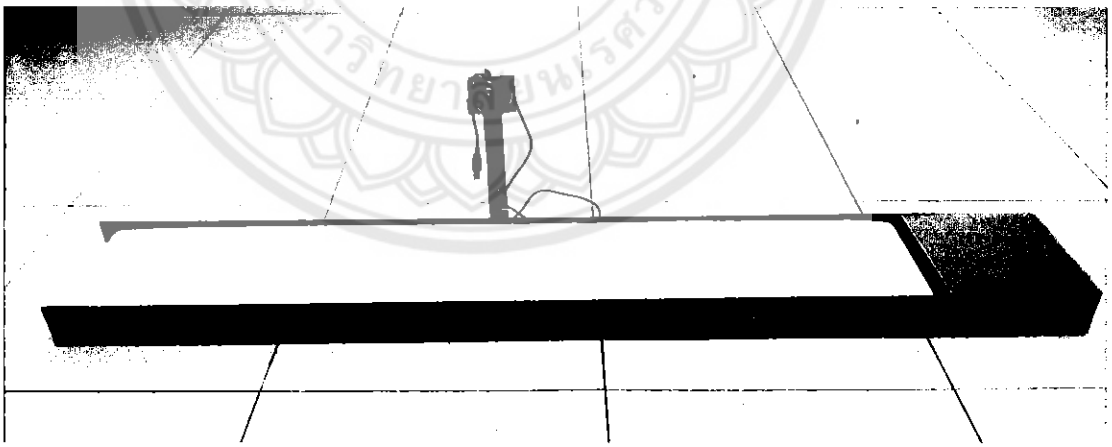


รูปที่ 3.6 ลักษณะของกล้องด้านหน้า

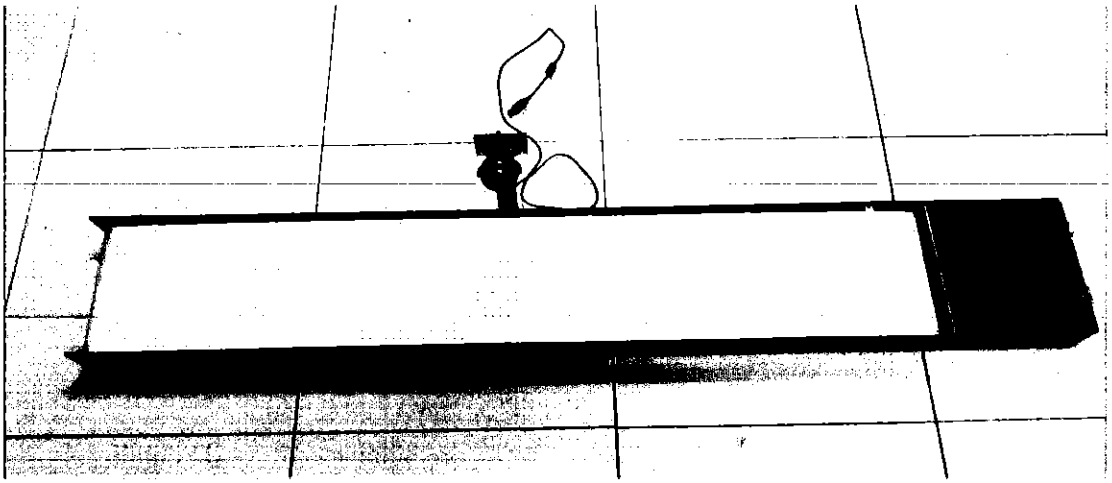


รูปที่ 3.7 ลักษณะตำแหน่งในการติดตั้งกล้อง

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆเรียบร้อยแล้ว ระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องและวัตถุที่จะทำการตรวจสอบขนาด 7x7x7 ซม^3 จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.8, 3.9และ 3.10



รูปที่ 3.8 ลักษณะของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องด้านหน้า



รูปที่ 3.9 ลักษณะของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องด้านบน

รูปที่ 3.10 วัตถุที่จะนำมาตรวจสอบ

3.3 วงจรที่ใช้ในระบบสายพานลำเลียง

วงจรที่ใช้ในการทำงานของระบบสายพานลำเลียงคือวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์

3.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. วงจรแปลงไฟ และจ่ายไฟ

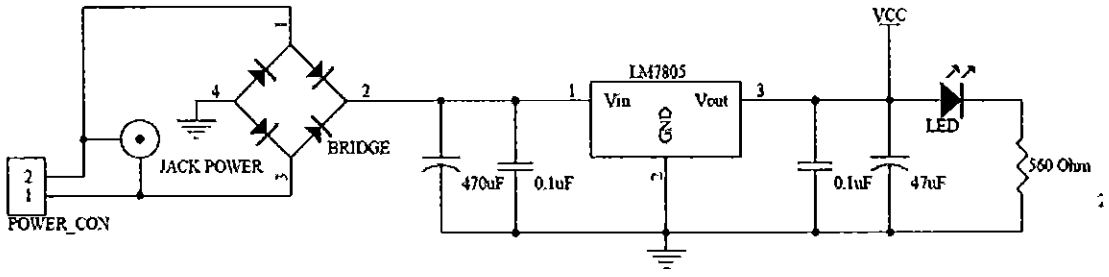
2. วงจรตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

3. วงจรการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม (RS-232)

อุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดของวงจรมีดังต่อไปนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 และซ็อกเก็ต 40 ขา	1 ตัว
2. ไอซีหมายเลข MAX232 และซ็อกเก็ต 16 ขา	1 ตัว
3. คริสตัลความถี่ 18.432 เมกกะเฮิรตซ์	1 ตัว
4. ไอซีหมายเลข LM7805	1 ตัว
5. บริดจ์ไดโอด	1 ตัว
6. ตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัด	4 ตัว
7. ตัวเก็บประจุขนาด 47 ไมโครฟารัด	2 ตัว
8. ตัวเก็บประจุขนาด 22 พิโกฟารัด	2 ตัว
9. ตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม	1 ตัว
10. ตัวต้านทานขนาด 560 โอห์ม	1 ตัว
11. หลอดไฟ (LED)	1 หลอด
12. สวิตช์	1 ตัว
13. คอนเนคเตอร์ 8 ขา (สำหรับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์)	4 ตัว
14. คอนเนคเตอร์ 4 ขา (สำหรับพอร์ต RS -232)	1 ตัว
15. คอนเนคเตอร์ 2 ขา (สำหรับ Input Power)	1 ตัว
16. บอร์ดอเนกประสงค์แบบไข่ปลา	1 บอร์ด

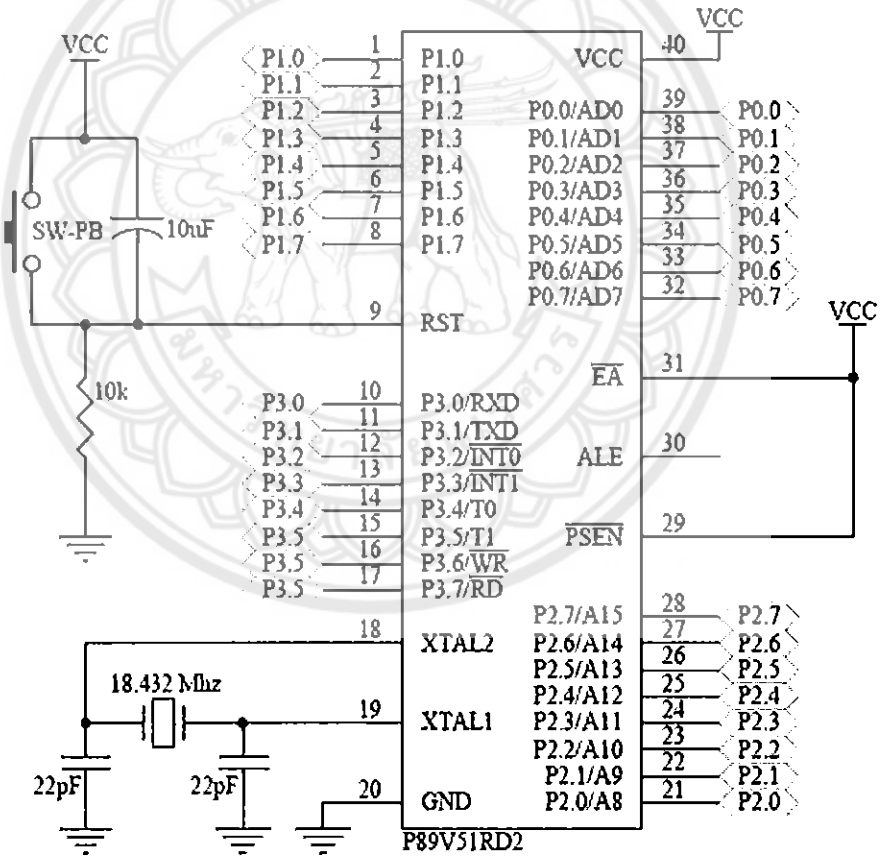
วงจรแปลงไฟ และจ่ายไฟ นั้นมีลักษณะดังรูปที่ 3.11 จะเห็นได้ว่าใช้ไอซีหมายเลข LM7805 ซึ่งทำหน้าที่แปลงไฟจาก 9-12 โวลต์ ให้เป็นไฟกระแสตรง 5 โวลต์ สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 1 แอมแปร์



รูปที่ 3.11 วงจรแปลงไฟและจ่ายไฟ

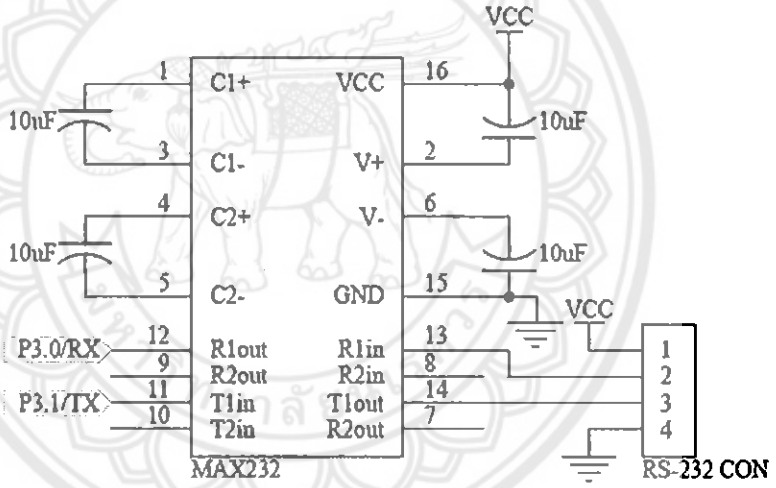
ตามรูปที่ 3.11 บริดจ์ไดโอดทำหน้าที่แปลงไฟลบให้เป็นไฟบวกทำให้เราสามารถจ่ายไฟเข้าวงจรนี้เป็นไฟกระแสสลับหรือไฟกระแสตรงที่ 9-12 โวลต์ ได้โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงขั้วของการต่อไฟ สำหรับเพาเวอร์ซับพลายที่จ่ายไฟกระแสที่ 5 โวลต์ อยู่แล้วก็สามารถใช้เพาเวอร์ซับพลาย นั้นกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง โดยไม่ต้องต่อวงจรแปลงไฟ

ในส่วนวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถต่อได้ตามวงจรในรูปที่ 3.12 โดย Vcc 5 โวลต์ นั้นใช้จาก Vcc ของวงจรจ่ายไฟ จะเห็นได้ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีพอร์ต อินพุต/เอาท์พุต แบบขนาน 8 บิตอยู่ทั้งหมด 4 พอร์ต (พอร์ต 0 - พอร์ต 3) แต่ละพอร์ตสามารถทำงานเป็นพอร์ตอินพุต หรือ เอาท์พุต ก็ได้แล้วแต่ผู้ใช้งานจะเลือกใช้ นอกจากนี้บางพอร์ตยังสามารถทำงานพิเศษเฉพาะทางได้อีก



รูปที่ 3.12 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2

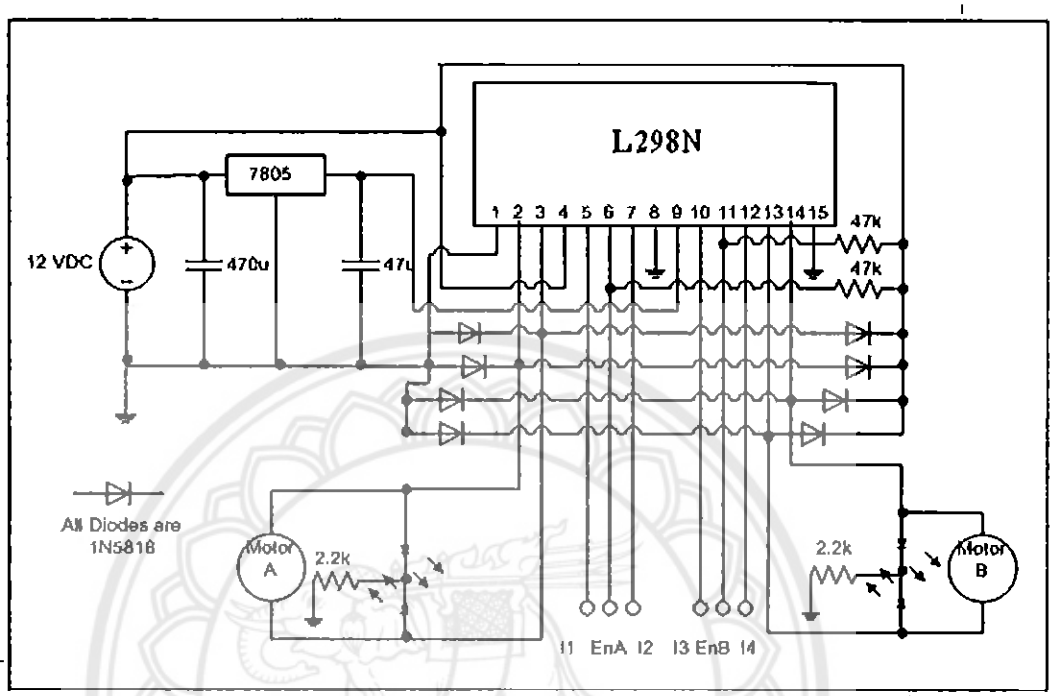
ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 มีพอร์ตอนุกรม ซึ่งนอกจากจะใช้สำหรับรับส่งมูลตามปกติแล้ว พอร์ตอนุกรมของ P89V51RD2 ยังสามารถใช้ดาวน์โหลดโปรแกรมลงหน่วยความจำโปรแกรม หรือที่เรียกว่าการโหลดโปรแกรมแบบ ISP ได้อีกด้วย พอร์ตอนุกรมของ P89V51RD2 อยู่ที่พอร์ต 3.0 (RXD) ขาที่ 10 และพอร์ต 3.1 (TXD) ขาที่ 11 สัญญาณที่ออกมาจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเป็นสัญญาณระดับ ทีทีแอล ซึ่งมีระดับสัญญาณอยู่ที่ 0-5 โวลต์ แต่ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 นั้นสัญญาณลอจิก "0" ต้องมีระดับสัญญาณอยู่ที่ 3-15 โวลต์ และลอจิก "1" ต้องมีระดับสัญญาณอยู่ที่ (-3)-(-15) โวลต์ ดังนั้นในการใช้งานสื่อสารตามมาตรฐาน RS-232 เราจึงต้องใช้วงจรสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมซึ่งมีไอซี MAX232 เป็นตัวปรับระดับสัญญาณจากระดับ ทีทีแอล ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ RS-232 โดยสามารถต่อวงจรได้ตามรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วงจรติดต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232

3.3.2 วงจรส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์

ส่วนของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์จะใช้วงจรรวมเบอร์ L298N ซึ่งวงจรรวมนี้สามารถขับมอเตอร์ได้สองตัว ลักษณะของวงจรขับมอเตอร์ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 วงจรขับมอเตอร์โดยวงจรรวมเบอร์ L298N

จากรูปที่ 3.14 แสดงลักษณะของวงจรขับมอเตอร์โดยใช้วงจรรวมเบอร์ L298N ซึ่งมีแหล่งจ่ายไฟจากวงจรจ่ายไฟ จ่ายไฟให้มอเตอร์ทั้งสองตัว และ จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรรวม L298N โดยป้อนอินพุตที่ I1, I2, I3, I4 เพื่อกำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ทั้งสองตัวและให้ขา En A, En B เป็นลอจิก "1" เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน

3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง

การทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง จะให้สายพานลำเลียงวัตถุไปไว้ที่จุดจะตรวจสอบ ถ้าวัตถุตรงตามที่ต้องการแล้วจะทำการลำเลียงวัตถุต่อได้ โดยจะใส่โปรแกรมที่เขียนไว้ลงใน ไมโครคอนโทรเลอร์ ขั้นตอนการทำงานของระบบดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง

จากรูปที่ 3.15 อธิบายขั้นตอนการทำงานดังนี้ เมื่อเริ่มต้นการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์จะจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับวงจรขับมอเตอร์เพื่อไปขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนทำให้สายพานเกิดการทำงาน เมื่อเรานำวัตถุที่จะใช้ตรวจสอบมาวางบนสายพานก็จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องไว้ แล้วกล้องก็ตรวจจับสีของวัตถุและจะส่งภาพไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลภาพว่าสีของวัตถุนั้นค่าสีอยู่ในช่วงของสีใด ส่วนค่าสีของวัตถุที่ได้จะอยู่ในรูปแบบสี HSV ค่าสีเหลืองจะอยู่ในช่วงที่ 30 - 40 ค่าสีเขียวจะอยู่ในช่วงที่ 70 - 80 และค่าสีน้ำเงินจะอยู่ในช่วงที่ 120 - 140 และเมื่อคอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ช่วงของค่าสีเหลืองก็จะส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมสั่งให้มอเตอร์หมุนสายพานทำงานต่อไป แต่ถ้าคอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ช่วงของค่าสีเขียวหรือสีน้ำเงินก็จะส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์หยุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าทำให้มอเตอร์หยุดการทำงานของสายพานและไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งค่าข้อมูลที่ตั้งโปรแกรมไว้ไปยังแขนกลเพื่อให้แขนกลทำงาน แขนกลก็จะจับวัตถุสีเขียวหรือสีน้ำเงินออกจากสายพาน แล้วระบบก็จะวนกลับไปเริ่มต้นการทำงานในขั้นตอนแรกใหม่

บทที่ 4

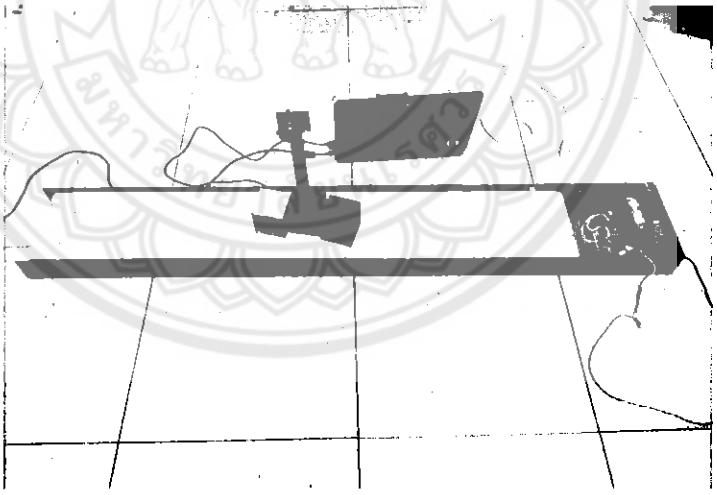
ผลการทดสอบ

หลังจากสร้างระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนการทดลองดังนี้

1. การทดลองการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และแสงแดด
2. การทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสง
3. การทดลองการทำงานของระบบ

4.1 การทดลองการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และแสงแดด

ในการทดลองการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และแสงแดด จะทดสอบโดยการจำแนกสีของวัตถุทั้งหมด 10 ครั้ง ดังตารางที่ 4.1, 4.2



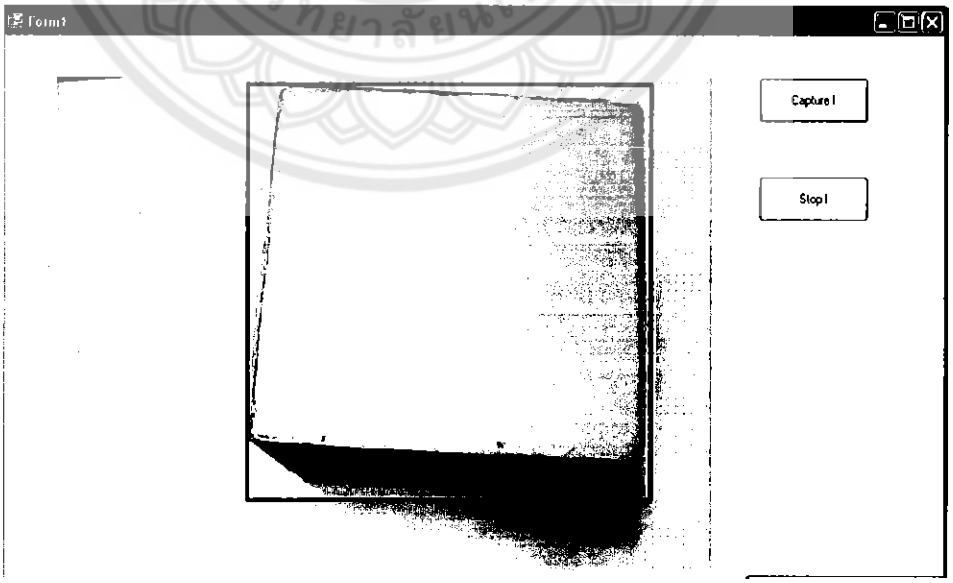
รูปที่ 4.1 แสดงการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

ซึ่งเราจะใช้สัญลักษณ์ในการแสดงของการตรวจจับสี

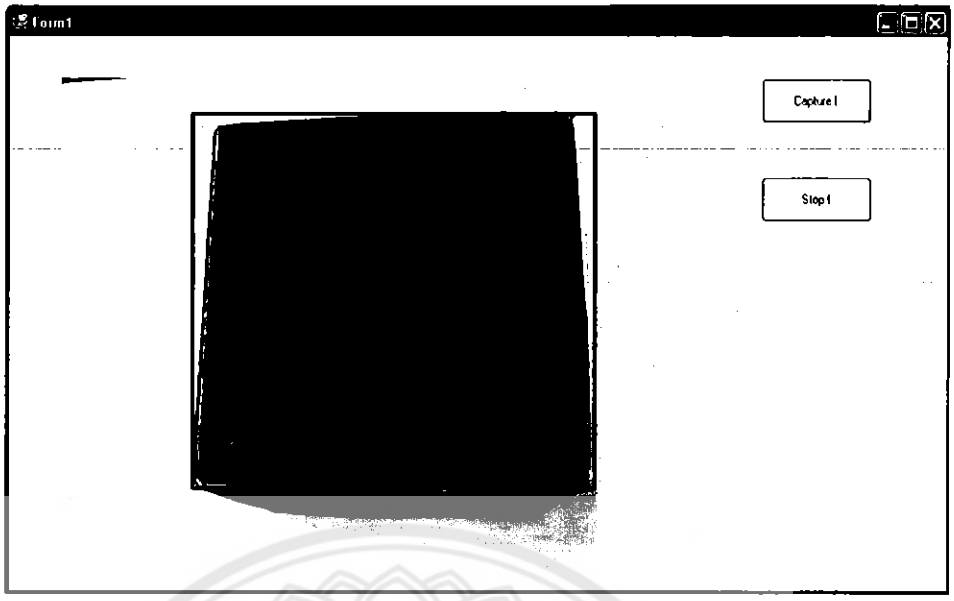
ตรวจได้ = ✓ ตรวจสอบผิดพลาด = ✖

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

ครั้งที่	แสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์		
	น้ำเงิน	เขียว	เหลือง
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓
ค่าเฉลี่ย	100%	100%	100%

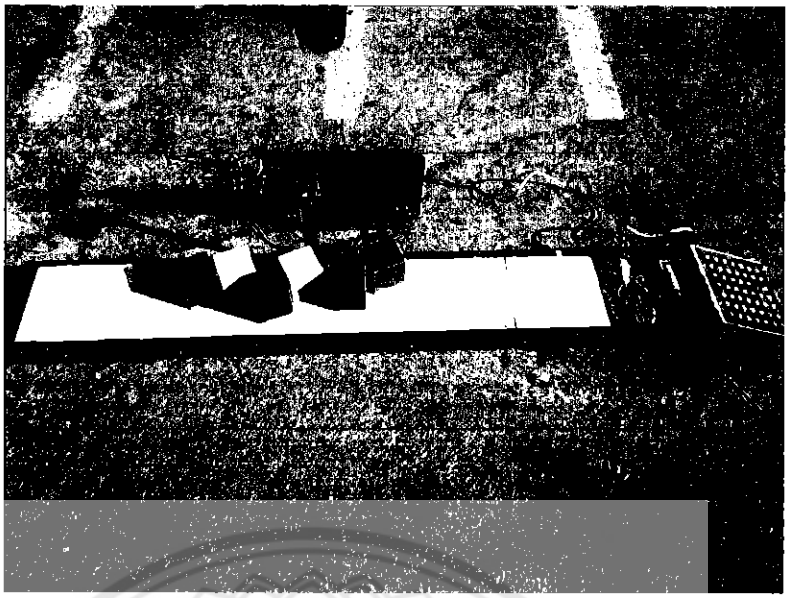


รูปที่ 4.2 แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 4.3 แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

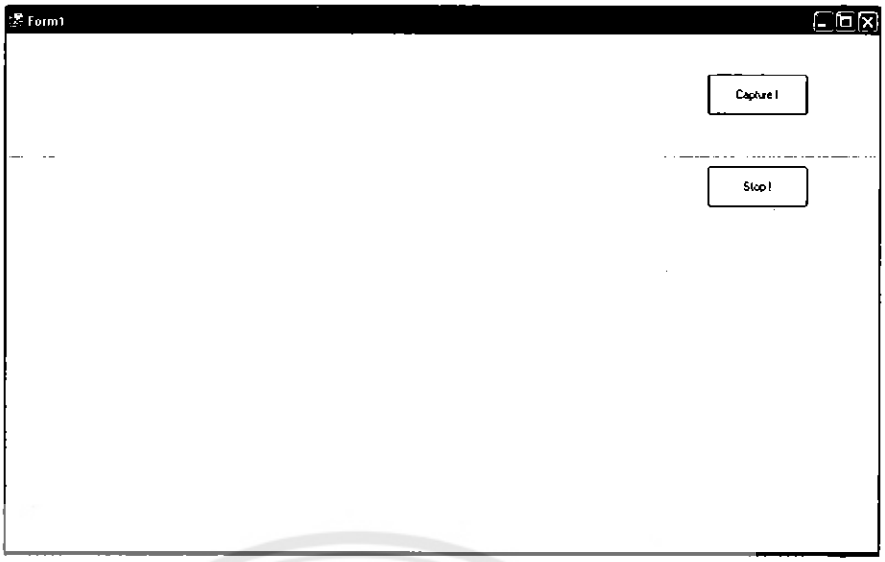
รูปที่ 4.4 แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 4.5 แสดงการทดลองการตรวจสีในสภาพแสงแดด

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในสภาพแสงแดด

จำนวนครั้ง	แสงแดด		
	น้ำเงิน	เขียว	เหลือง
1	✘	✘	✘
2	✘	✘	✘
3	✘	✘	✘
4	✘	✘	✘
5	✘	✘	✘
6	✘	✘	✘
7	✘	✘	✘
8	✘	✘	✘
9	✘	✘	✘
10	✘	✘	✘
ค่าเฉลี่ย	0%	0%	0%

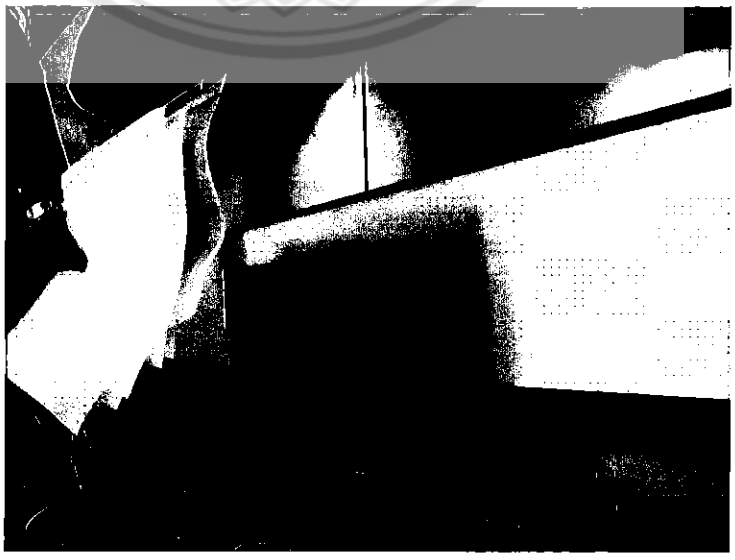


รูปที่ 4.6 แสดงการตรวจสีในสภาพแสงแดด

จากผลการทดลองพบว่าในการตรวจสอบสีวัตถุของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียง โดยใช้กล้องที่จะทำให้การตรวจจับสีได้ผลดีที่สุดต้องอยู่ในสภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ส่วนในสภาพแสงแดดนั้น แสงแดดจะทำให้ภาพจากกล้องที่ใช้ตรวจสอบวัตถุนั้นมีความสว่างมากจนเกินไปจนทำให้ระบบในการตรวจจับวัตถุไม่สามารถตรวจสอบได้

4.2 การทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสง

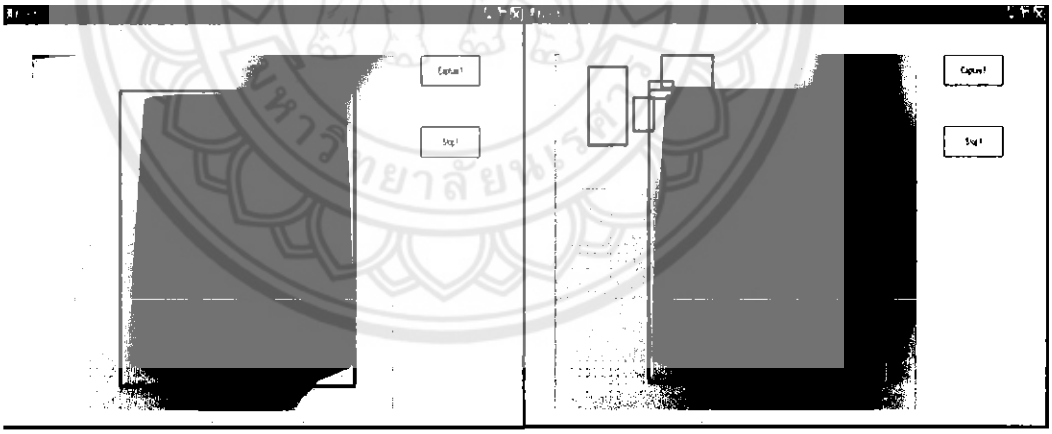
การทดลองการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสง จะทดสอบโดยการจำแนกสีของวัตถุทั้งหมด 10 ครั้ง โดยจะแยกเป็นระดับตามจำนวนชั้นของกระดาษไขที่นำมากรองแสง คือ กระดาษไข 5 ชั้น กระดาษไข 3 ชั้น และกระดาษไข 1 ชั้น ดังตารางที่ 4.3, 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.7 แสดงการทดลองตรวจสีในระดับความสว่างของแสดงที่ถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น

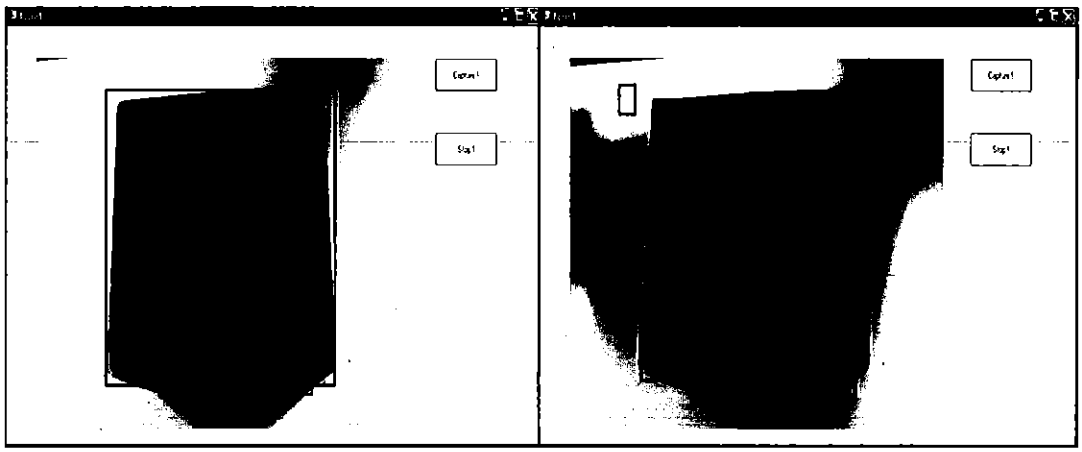
จำนวนครั้ง	กระดาษไข 5 ชั้น		
	น้ำเงิน	เขียว	เหลือง
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✗	✓	✓
4	✓	✓	✗
5	✓	✗	✓
6	✓	✗	✓
7	✓	✓	✓
8	✗	✓	✗
9	✓	✓	✓
10	✓	✓	✗
ค่าเฉลี่ย	80%	80%	70%



(ก) (ข)

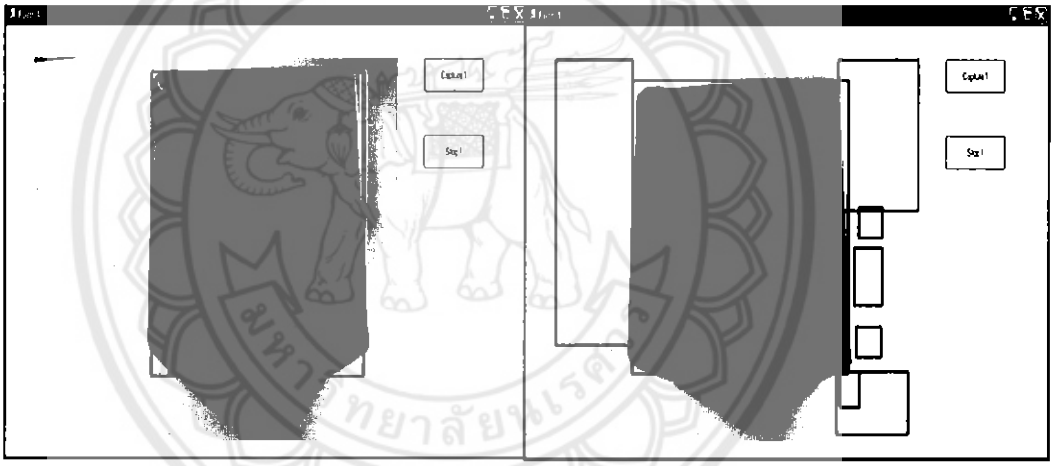
รูปที่ 4.8 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น

(ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น



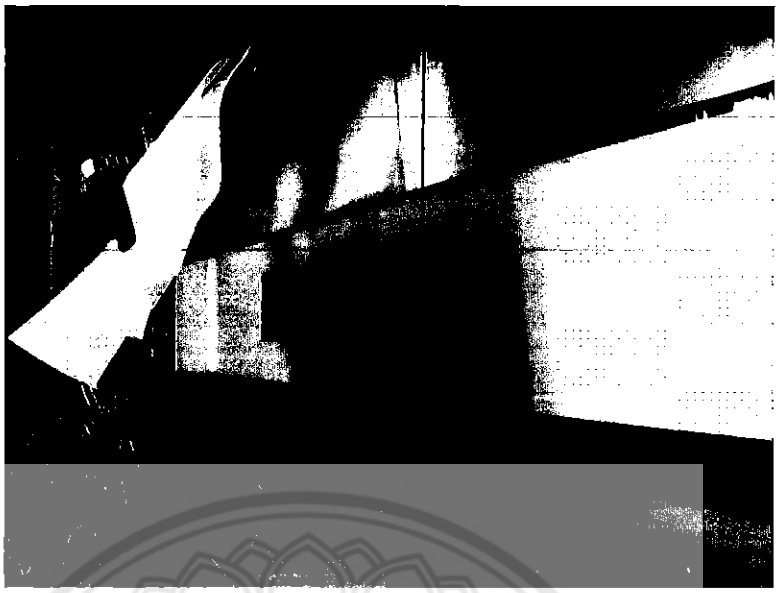
(ก) (ข)

รูปที่ 4.9 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น
(ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น



(ก) (ข)

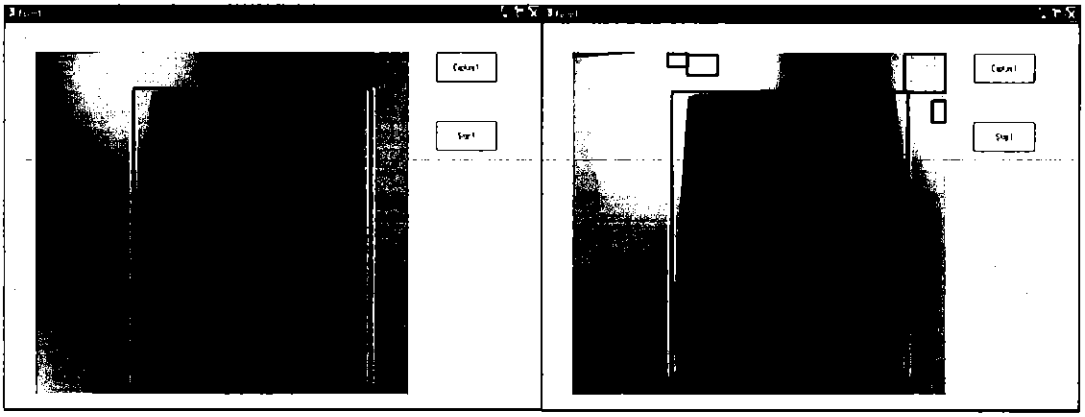
รูปที่ 4.10 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น
(ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 5 ชั้น



รูปที่ 4.11 แสดงการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น

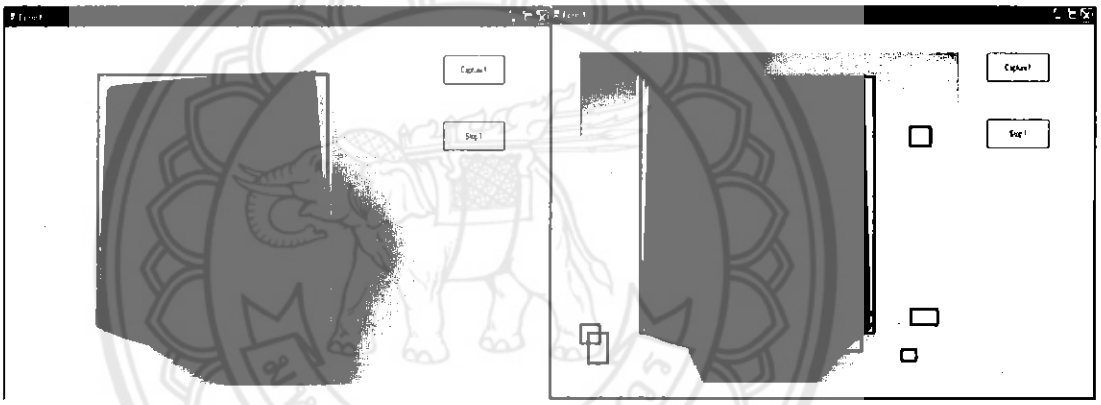
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น

จำนวนครั้ง	กระดาษไข 3 ชั้น		
	น้ำเงิน	เขียว	เหลือง
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✗
4	✗	✓	✓
5	✓	✗	✓
6	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓
8	✗	✓	✓
9	✓	✓	✗
10	✗	✓	✗
ค่าเฉลี่ย	70%	90%	70%



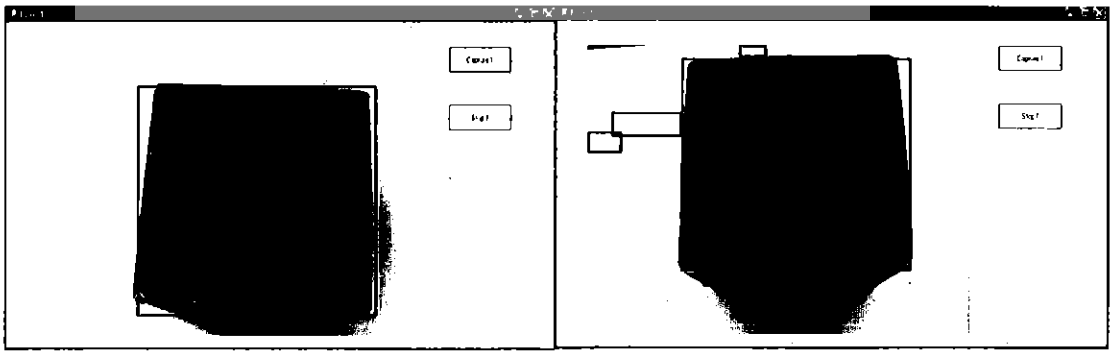
(ก) (ข)

รูปที่ 4.12 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น
(ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเหลืองที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น



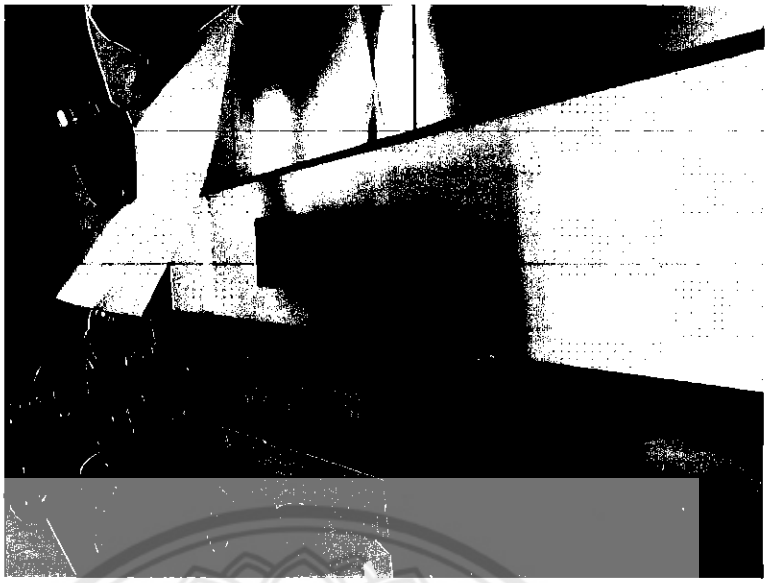
(ก) (ข)

รูปที่ 4.13 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น
(ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น



(ก) (ข)

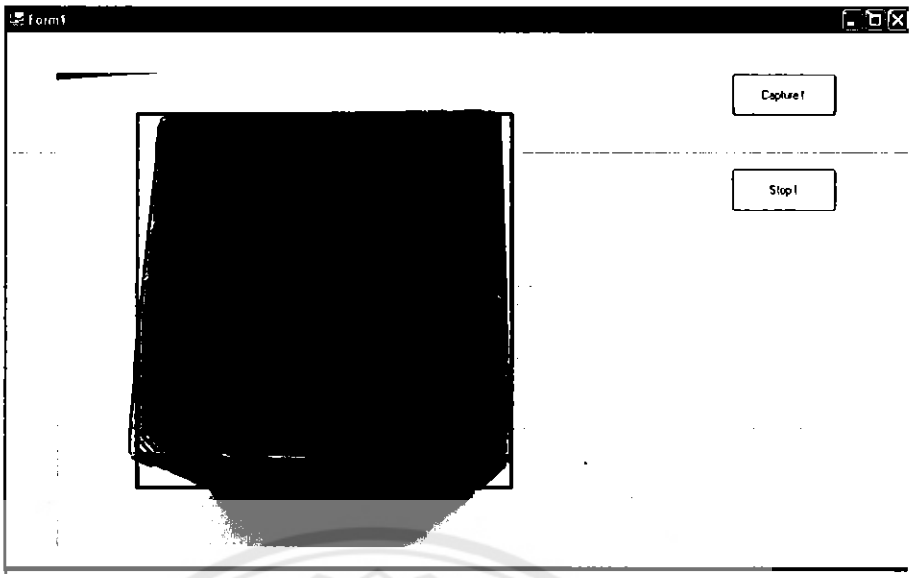
รูปที่ 4.14 (ก) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น
(ข) แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ผิดพลาดเมื่อถูกกระดาษไขบัง 3 ชั้น



รูปที่ 4.15 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น

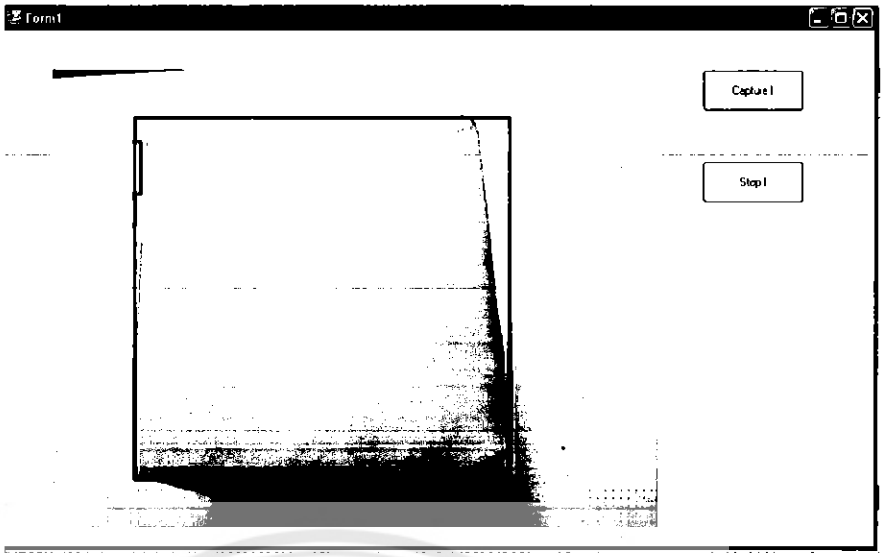
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองการตรวจสีในระดับความสว่างของแสงที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น

จำนวนครั้ง	กระดาษไข 1 ชั้น		
	น้ำเงิน	เขียว	เหลือง
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓
ค่าเฉลี่ย	100%	100%	100%



รูปที่ 4.16 แสดงการตรวจจับวัตถุสีน้ำเงินที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น

รูปที่ 4.17 แสดงการตรวจจับวัตถุสีเขียวที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น

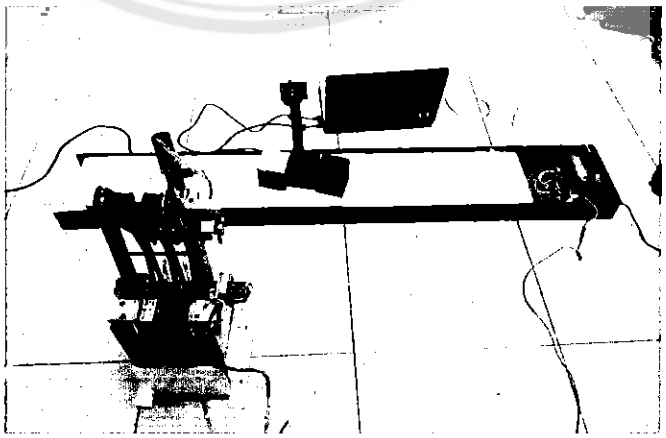


รูปที่ 4.18 แสดงการตรวจวัตถุสีเหลืองที่ถูกกระดาษไขบัง 1 ชั้น

จากผลการทดลองพบว่าในการตรวจสอบสีของวัตถุที่ความสว่างของแสงมีผลต่อการประมวลผล เมื่อมีกระดาษไขมาบังแสงหลายๆ ชั้น จะทำให้ความสว่างนั้นน้อยลงไปและทำให้เกิดสิ่งรบกวนเล็กๆ ขึ้น เช่น เงาของกระดาษไข ซึ่งจะทำให้ระบบตรวจจับวัตถุของกล้องนั้น เกิดการตรวจจับสีของวัตถุออกไปทางสีน้ำเงิน ทำให้เกิดการตรวจจับสีของวัตถุที่ผิดเพี้ยนไปเป็นสีน้ำเงิน

4.3 การทดลองการทำงานของระบบ

การทดลองการทำงานของระบบ จะทดลองโดยให้ทำงานในการคัดแยกวัตถุ 1 ชิ้น ใช้เวลากี่วินาที ดังตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.19 แสดงการทดลองการทำงานในการคัดแยกวัตถุ

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทำงานในการคัดแยกวัตถุ

จำนวนครั้ง	วินาที		
	เหลือง	เขียว	น้ำเงิน
1	10.47	48.7	48.6
2	10.50	48.3	48.4
3	10.49	48.9	48.5
4	10.51	49.2	48.9
5	10.48	49.1	48.6
6	10.52	48.6	48.4
7	10.51	48.4	48.3
8	10.47	48.9	48.5
9	10.52	48.5	49.1
10	10.46	48.8	48.4
ค่าเฉลี่ย	10.49	48.74	48.57

จากผลการทดลองที่ได้ ทำให้ทราบว่าการทำงานของระบบเมื่อตรวจจับเจอวัตถุสีเหลืองจะมีระยะเวลาในการทำงานแปรผันตรงกับความเร็วของสายพายลำเลียงคือ 0.117 เมตรต่อวินาที เพราะวัตถุสีเหลืองเป็นวัตถุที่ต้องการนำไปใช้งานต่อไป จึงไม่มีการตั้งโปรแกรมให้สายพานหยุดการทำงาน แต่วัตถุสีเขียวและสีน้ำเงินนั้นจะมีระยะเวลาการทำงานที่นานกว่าสีเหลืองเพราะได้มีการตั้งโปรแกรมให้สายพานหยุดการทำงานและรอให้แขนกลทำการจับวัตถุสีเขียวและสีน้ำเงินออกจากสายพานจนถึงกระบวนการที่แขนกลหมุนกลับมายังจุดเริ่มต้นก่อน ระบบตรวจจับถึงจะทำงานต่อไปได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานสามารถสรุปผล ชี้แจงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน รวมทั้งแนวทางแก้ปัญหา พร้อมให้ข้อเสนอแนะในการนำโครงงานไปพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงานระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องเป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องขึ้นเพื่อทำการศึกษาหลักการของการประมวลผลภาพ โดยระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องสามารถตรวจคัดแยกวัตถุโดยการจำแนกสีของวัตถุทั้งหมด 3 สี คือ สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยการเขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการทำงาน ซึ่งการจำแนกสีนั้นเมื่อทำการตรวจเจอวัตถุสีเขียวหรือสีน้ำเงิน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้แขนกลทำงานเพื่อหยิบจับวัตถุออกจากสายพานลำเลียง ในส่วนของวัตถุสีเหลือง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำงานต่อไป

ผลการทดลองที่ได้ทำให้สามารถรู้ขอบเขตการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องว่าระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องสามารถทำงานได้ โดยเมื่อทำการตรวจจับวัตถุสีเขียวหรือสีน้ำเงิน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้แขนกลทำงานใช้ระยะเวลาการทำงานทั้งหมดประมาณ 48 วินาที ส่วนวัตถุสีเหลืองนั้นสามารถลำเลียงเพื่อไปใช้งานต่อไปได้ ซึ่งจากผลการทดลองนั้นการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องยังมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นหลายจุด เช่น เมื่อทำการตรวจสอบวัตถุในสภาพแสงแดดจะไม่ทำการตรวจสอบวัตถุได้ เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาและพัฒนาข้อด้อยของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องเพื่อให้มีศักยภาพเพื่อนำไปใช้งานจริงได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1. ในการคัดแยกสีโดยใช้กล้อง ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์นั้นเนื่องจากกล้องมีความละเอียดของภาพที่สูงจึงทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีการประมวลผลที่ช้าลง

แนวทางการแก้ไขปัญหา ต้องใช้กล้องที่มีความละเอียดไม่ต้องสูงมากนักหรือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

2. ในการคัดแยกสีของวัตถุเมื่อความสว่างน้อยจะเกิดสิ่งรบกวนเล็กๆจากค่าสีของสีน้ำเงินซึ่งจะทำให้ระบบเกิดการตรวจสอบสีผิดพลาดมากขึ้นในการคัดแยกสีของวัตถุ

แนวทางการแก้ไขปัญหา อาจจะทำการติดตั้งไฟไว้ในบริเวณที่จะทำการตรวจสอบเพื่อให้มีความสว่างที่พอดี

3. ในการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องนั้น เมื่อมีการให้ระบบทำงานเป็นเวลานานๆ และมอเตอร์เกิดการทำงานหนักทำให้แรงดันของมอเตอร์ตกไปในบางช่วงของการทำงาน

แนวทางแก้ไขปัญหา เปลี่ยนหม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟให้ใหญ่ขึ้นเพื่อแก้ไขไม่ให้แรงดันของมอเตอร์ตก และไม่ให้มอเตอร์รับโหลดมากจนเกินไป

5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน

1. ระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องจะต้องได้รับการพัฒนาในการตรวจจับวัตถุให้สามารถตรวจสอบได้ในที่มืดและในที่มีความสว่างมาก เช่น ในสภาพแสงแดด เป็นต้น

2. การตรวจจับวัตถุจะต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถคัดแยกสีของวัตถุได้หลายสีมากขึ้น และอาจจะเพิ่มการตรวจสอบขนาดของวัตถุเพื่อที่จะให้การคัดแยกวัตถุมีประสิทธิภาพที่มากยิ่งขึ้น

3. ระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงต้องมีการพัฒนาระบบสื่อสาร RS-232 ให้สามารถควบคุมระบบได้ในระยะไกล

4. เพื่อให้ระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องสามารถรับน้ำหนักได้มากๆ จึงควรใช้มอเตอร์ที่สามารถรับแรงบิดได้มากๆ

ทั้งนี้แนวทางในการพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพการทำงานของระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้องเพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบควรคำนึงถึงประโยชน์ที่ได้รับและความคุ้มค่าในการลงทุน แต่เนื่องจากโครงงานนี้สามารถนำไปเป็นตัวอย่างทั้งในเรื่องของการศึกษา และการใช้งานจริงได้จึงควรมีการศึกษาและพัฒนาสร้างต่อเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] อุปกรณ์ทางกล แมคคานิค (mechanic) สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2555, จาก http://www.trs.or.th/index.php/article/robot-story/43-component

[2] ประจิน พลังสันติกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, "ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ Keil C51 คอมไพเลอร์", กรุงเทพฯ บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2521

[3] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, "เริ่มต้นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C", กรุงเทพฯ ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2555

[4] Begin for you, "เริ่มต้นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับภาษา C", กรุงเทพฯ บริษัท แอพซอฟต์แทค จำกัด, 2537

[5] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. เรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้เริ่มต้น. กรุงเทพฯ: สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2554.

[6] มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม ธนาทรัพย์ สุวรรณลักษณ์ สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2555 http://www.thaigoodview.com/library/contest2551/tech04/54/index.htm

[7] ความรู้เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2555, จาก http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm

[8] การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2555, จาก www.nkptmc.ac.th/nuke/html/includes/.../File/.../Lesson6.pdf

[9] Adisak chinawong.มอเตอร์กระแสตรง.สืบค้นเมื่อ10 สิงหาคม 2555, จาก http://www.technicnan.ac.th

[10] มอเตอร์กระแสตรง สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2555, จาก http://www.technicnan.ac.th/nan_ntc/adisak51/page21.html

[11] L298 L298N L298NH DUAL FULL-BRIDGE DRIVER. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2555, จาก http://sk-mce.blogspot.com/2012/05/dc-motor-control-with-l298-l298.html

[12] การประมวลผลภาพ สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2555, จาก http://jaratcybcru.blogspot.com/2009/10/image-processing.html

[13] แนะนำสู่การประมวลผลภาพดิจิตอล สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2555, จาก http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap1.htm

[14] หลักการเบื้องต้นของ Image Segmentation สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2555, จาก gear.kku.ac.th/~nawapak/Presentation/Biomed2002.ppt

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการประมวลผลภาพโดยการตรวจจับสีของวัตถุ

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;

using Emgu.CV;
using Emgu.CV.CvEnum;
using Emgu.CV.Structure;

namespace openwebcam
{
  public partial class Form1 : Form
  {
    Emgu.CV.Capture capture;
    public Form1()
    {
      InitializeComponent();
    }

    private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
    {
      capture = new Emgu.CV.Capture(2);
      if (capture == null)
      {
        MessageBox.Show("Cannot connect to the device");
        Application.Exit();
      }
```

```
}
private void btCapture_Click(object sender, EventArgs e)
{
  timer1.Start();
}

private void btStop_Click(object sender, EventArgs e)
{
  timer1.Stop();
}

private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
  process();
}
private void process()
{
  Image<Bgr, byte> cameraImage;
  //รับ input จากกล้องวีดีโอ และแปลงภาพ input จาก RGB เป็น HSV
  cameraImage = capture.QueryFrame(); //input image
  Image<Hsv, byte> hsvImage = cameraImage.Convert<Hsv, byte>(); //Convert RGB >
HSV.
  if (cameraImage != null)
  {
    ////ให้ทำการตรวจจับวัตถุน้ำเงิน
     Image<Gray, Byte> ResultImage = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height);
 //ใช้ cvInrange() ในการแยกวัตถุที่มีสีเหลืองออกจาก background และกำจัด noise ด้วย cvErode()
    //ช่วงค่าสีน้ำเงิน
    //Define low range(120).
   Image<Gray, Byte> IlowCh0 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height, new Gray(120));
```

```
//Define hight range(140).
Image<Gray, Byte> IHiCh0 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height, new Gray(140));

//Use cvinrange() method and hsvImage[0] = hsvimage channel 0
CvInvoke.cvInRange(hsvImage[0], IlowCh0, IHiCh0,ResultImage);
CvInvoke.cvErode(ResultImage, ResultImage, (IntPtr)null, 2);  //Noise reduce.

//ใช้ contour ในการหาตำแหน่ง และตีกรอบให้กับ contours ขั้นตอนในการใช้ contour มี 3 ขั้น
Image<Gray, Byte> imgForContour = new Image<Gray, byte>(ResultImage.Width,
ResultImage.Height);
CvInvoke.cvCopy(ResultImage, imgForContour, System.IntPtr.Zero);
// สาม จุด หนึ่ง : จองเมมและสร้างตัวแปร
IntPtr storage = CvInvoke.cvCreateMemStorage(0);
IntPtr contour = new IntPtr();

CvInvoke.cvFindContours(imgForContour, storage, ref contour,
System.Runtime.InteropServices.Marshal.SizeOf(typeof(MCvContour)),
Emgu.CV.CvEnum.RETR_TYPE.CV_RETR_EXTERNAL,
Emgu.CV.CvEnum.CHAIN_APPROX_METHOD.CV_CHAIN_APPROX_NONE, new Point(0,
0));
Seq<Point> seq = new Seq<Point>(contour, null);

for (; seq != null && seq.Ptr.ToInt32() != 0; seq = seq.HNext)
{
  // get ค่า X,Y width,Height ของ contours
  Rectangle bndRec = CvInvoke.cvBoundingRect(seq, 1);

  // คำนวณหาพื้นที่ของ contours
  double areaC = CvInvoke.cvContourArea(seq, MCvSlice.WholeSeq, 1) * -1;
  if (areaC > 200) // หลีกเลี่ยง noise เล็กๆ โดยการดูขนาดของ contours
```

```
                {
                  // วาดกรอบสี่เหลี่ยมให้กับวัตถุ
                   CvInvoke.cvRectangle(cameraImage, new Point(bndRec.X, bndRec.Y), new
Point(bndRec.X + bndRec.Width, bndRec.Y + bndRec.Height), new MCvScalar(0, 0, 255), 2,
LINE_TYPE.CV_AA, 0);
                   //ส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม
                    SerialPort port = new SerialPort("COM8", 9600, Parity.None, 8, StopBits.One);
                   port.Handshake = Handshake.None;
                   port.Open();
                   port.Write ("1/r");
                   port.Close();
                }
              }

             //ให้ทำการตรวจจับวัตถุสีเขียว
             Image<Gray, Byte> ResultImage1 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height);
  //ใช้ cvInrange() ในการแยกวัตถุที่มีสีเหลืองออกจาก background และกำจัด noise ด้วย cvErode()
               //ช่วงค่าสีเขียว
             //Define low range(70).
             Image<Gray, Byte> IlowCh1 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height, new Gray(70));

             //Define hight range(80).
             Image<Gray, Byte> IHiCh1 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height, new Gray(80));

             //Use cvinrange() method and hsvImage[0] = hsvimage channel 0
             CvInvoke.cvInRange(hsvImage[0], IlowCh1, IHiCh1, ResultImage1);
             CvInvoke.cvErode(ResultImage1, ResultImage1, (IntPtr)null, 2);  //Noise reduce.
```

```
// ใช้ contour ในการหาตำแหน่ง และตีกรอบให้กับ contours
Image<Gray, Byte> imgForContour1 = new Image<Gray, byte>(ResultImage1.Width,
ResultImage1.Height);
CvInvoke.cvCopy(ResultImage1, imgForContour1, System.IntPtr.Zero);

IntPtr storage1 = CvInvoke.cvCreateMemStorage(0);
IntPtr contour1 = new IntPtr();

CvInvoke.cvFindContours(imgForContour1, storage1, ref contour1,
System.Runtime.InteropServices.Marshal.SizeOf(typeof(MCvContour)),
Emgu.CV.CvEnum.RETR_TYPE.CV_RETR_EXTERNAL,
Emgu.CV.CvEnum.CHAIN_APPROX_METHOD.CV_CHAIN_APPROX_NONE, new Point(0,
0));
Seq<Point> seq1 = new Seq<Point>(contour1, null);

for (; seq1 != null && seq1.Ptr.ToInt32() != 0; seq1 = seq1.HNext)
{
  // get ค่า X,Y width,Height ของ contours
  Rectangle bndRec = CvInvoke.cvBoundingRect(seq1, 1);

  // คำนวณหาพื้นที่ของ contours
  double areaA = CvInvoke.cvContourArea(seq1, MCvSlice.WholeSeq, 1) * -1;
  if (areaA > 200) // หลีกเลี่ยง noise เล็กๆ โดยการดูขนาดของ contours
  {
    SerialPort port = new SerialPort("COM8", 9600, Parity.None, 8, StopBits.One);
    port.Handshake = Handshake.None;
    port.Open();
   port.Write ("1/r");
   port.Close();
   //วาดกรอบสี่เหลี่ยมให้กับวัตถุ
```

```
                CvInvoke.cvRectangle(cameraImage, new Point(bndRec.X, bndRec.Y), new
Point(bndRec.X + bndRec.Width, bndRec.Y + bndRec.Height), new MCvScalar(0, 0, 255), 2,
LINE_TYPE.CV_AA, 0);
            }
        }

        //ให้ทำการตรวจจับวัตถุสีเหลือง
        Image<Gray, Byte> ResultImage2 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height);
//ใช้ cvInrange() ในการแยกวัตถุที่มีสีเหลืองออกจาก background และกำจัด noise ด้วย cvErode()
        //ช่วงค่าสีเหลือง
        //Define low range(30).
        Image<Gray, Byte> IlowCh2 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height, new Gray(30));

        //Define hight range(40).
        Image<Gray, Byte> IHiCh2 = new Image<Gray, Byte>(hsvImage.Width,
hsvImage.Height, new Gray(40));

        //Use cvinrange() method and hsvImage[0] = hsvimage channel 0
        CvInvoke.cvInRange(hsvImage[0], IlowCh2, IHiCh2, ResultImage2);
        CvInvoke.cvErode(ResultImage2, ResultImage2, (IntPtr)null, 2);  //Noise reduce.

        // //ใช้ contour ในการหาตำแหน่ง และตีกรอบให้กับ contours
        Image<Gray, Byte> imgForContour2 = new Image<Gray, byte>(ResultImage2.Width,
ResultImage2.Height);
        CvInvoke.cvCopy(ResultImage2, imgForContour2, System.IntPtr.Zero);

        IntPtr storage2 = CvInvoke.cvCreateMemStorage(0);
        IntPtr contour2 = new IntPtr();
```

```
            CvInvoke.cvFindContours(imgForContour2, storage2, ref contour2,
System.Runtime.InteropServices.Marshal.SizeOf(typeof(MCvContour)),
Emgu.CV.CvEnum.RETR_TYPE.CV_RETR_EXTERNAL,
Emgu.CV.CvEnum.CHAIN_APPROX_METHOD.CV_CHAIN_APPROX_NONE, new Point(0,
0));
            Seq<Point> seq2 = new Seq<Point>(contour2, null);

            for (; seq2 != null && seq2.Ptr.ToInt32() != 0; seq2 = seq2.HNext)
            {
              // get ค่า X,Y width,Height ของ contours
              Rectangle bndRec = CvInvoke.cvBoundingRect(seq2, 1);

              // คำนวณหาพื้นที่ของ contours
              double areaB = CvInvoke.cvContourArea(seq2, MCvSlice.WholeSeq, 1) * -1;
              if (areaB > 200) // หลีกเลี่ยง noise เล็กๆ โดยการดูขนาดของ contours
              {
               SerialPort port = new SerialPort("COM8", 9600, Parity.None, 8, StopBits.One);
               port.Handshake = Handshake.None;
               port.Open();
               port.Write ("2/r");
               port.Close();

               // วาดกรอบสี่เหลี่ยมให้กับวัตถุ
                CvInvoke.cvRectangle(cameraImage, new Point(bndRec.X, bndRec.Y), new
Point(bndRec.X + bndRec.Width, bndRec.Y + bndRec.Height), new MCvScalar(0, 0, 255), 2,
LINE_TYPE.CV_AA, 0);
              }
            }

            pbShowCamera.Image = cameraImage.ToBitmap();  //show input image in picturebox.
              }
        }              } }
```

ภาคผนวก ข

โปรแกรมควบคุมระบบตรวจจับวัตถุบนสายพานลำเลียงโดยใช้กล้อง

```
#include<reg51.h>

#include<stdio.h>

#include<intrins.h>

//motor

sbit m1_1=P2^0;

sbit m1_2=P2^1;

sbit EN=P0^0;

void Go_Ahead()

{

m1_1=1;

m1_2=0;

}

void Stop()

{

m1_1=0;

m1_2=0;

}

void delay(unsigned int count)// msec Delay

{       unsigned int i;

        while(count)
```

```
        {       i=230; while(i>0)i--;
                count--;
        }
}

void serial_inter()
{
        SCON = 0x50;//0101 0000
        TMOD = 0x20; // timer 1 mode 2
        TH1 = 0xFB; // Baud rate = 9600
        EA =1;
        ES = 1;
        TR1=1;  // start
        TI=1;
}
   void main ()
{
        char ch ;
        serial_inter();
   while(1)
```

```
{
 Go_Ahead();
 EN=1;
 ch = getchar();
switch(ch)
{
case '1':   // Green and Blue Box
   Go_Ahead();
        delay(2500);
        EN=0;
        Stop();
        delay(19000);
        break;
case '2':   // Yellow Box
        Go_Ahead() ;
        delay(100);
        break;
}
}
}
```

ภาคผนวก ค

รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 หมายเลข P89V51RD2

P89V51RD2

8-bit 80C51 5 V low power 64 kB Flash microcontroller with 1 kB RAM

Rev. 01 — 01 March 2004 Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can choose to run the application with the conventional 80C51 clock rate (12 clocks per machine cycle) or select the X2 mode (6 clocks per machine cycle) to achieve twice the throughput at the same clock frequency. Another way to benefit from this feature is to keep the same performance by reducing the clock frequency by half, thus dramatically reducing the EMI.

The Flash program memory supports both parallel programming and in serial In-System Programming (ISP). Parallel programming mode offers gang-programming at high speed, reducing programming costs and time to market. ISP allows a device to be reprogrammed in the end product under software control. The capability to field/update the application firmware makes a wide range of applications possible.

The P89V51RD2 is also In-Application Programmable (IAP), allowing the Flash program memory to be reconfigured even while the application is running.

2. Features

- 80C51 Central Processing Unit
- 5 V Operating voltage from 0 to 40 MHz
- 64 kB of on-chip Flash program memory with ISP (In-System Programming) and IAP (In-Application Programming)
- Supports 12-clock (default) or 6-clock mode selection via software or ISP
- SPI (Serial Peripheral Interface) and enhanced UART
- PCA (Programmable Counter Array) with PWM and Capture/Compare functions
- Four 8-bit I/O ports with three high-current Port 1 pins (16 mA each)
- Three 16-bit timers/counters
- Programmable Watchdog timer (WDT)
- Eight interrupt sources with four priority levels
- Second DPTR register
- Low EMI mode (ALE inhibit)
- TTL- and CMOS-compatible logic levels

- Brown-out detection
- Low power modes
  - Power-down mode with external interrupt wake-up
  - Idle mode
- PDIP40, PLCC44 and TQFP44 packages

3. Ordering information

Table 1: Ordering information

Type number	Package		Version
	Name	Description	
P89V51RD2FA	PLCC44	plastic leaded chip carrier; 44 leads	SOT187-2
P89V51RD2FBC	TQFP44	plastic thin quad flat package; 44 leads	SOT376-1
P89V51RD2BN	PDIP40	plastic dual in-line package; 40 leads	SOT129-1

3.1 Ordering options

Table 2: Ordering options

Type number	Temperature range	Frequency
P89V51RD2FA	−40 °C to +85 °C	0 to 40 MHz
P89V51RD2FBC	−40 °C to +85 °C	
P89V51RD2BN	0 °C to +70 °C	

© Koninklijke Philips Electronics N.V. 2004. All rights reserved.

4. Block diagram

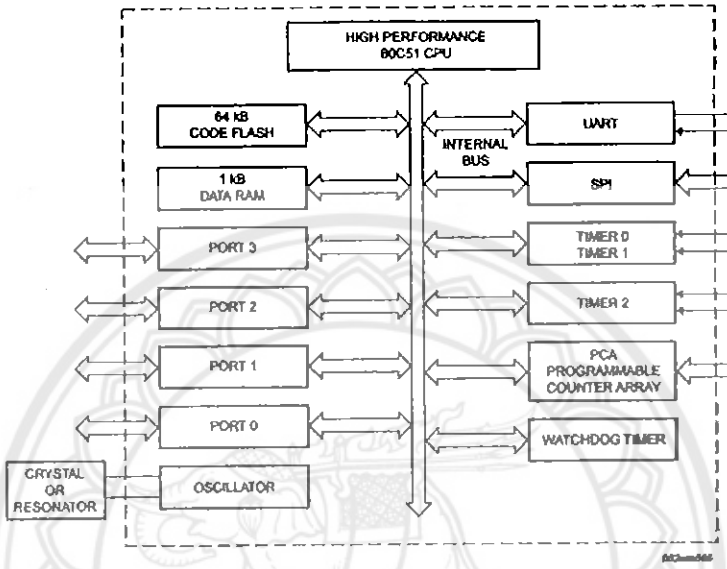


Fig 1. P89V51RD2 block diagram.

© Koninklijke Philips Electronics N.V. 2004. All rights reserved.

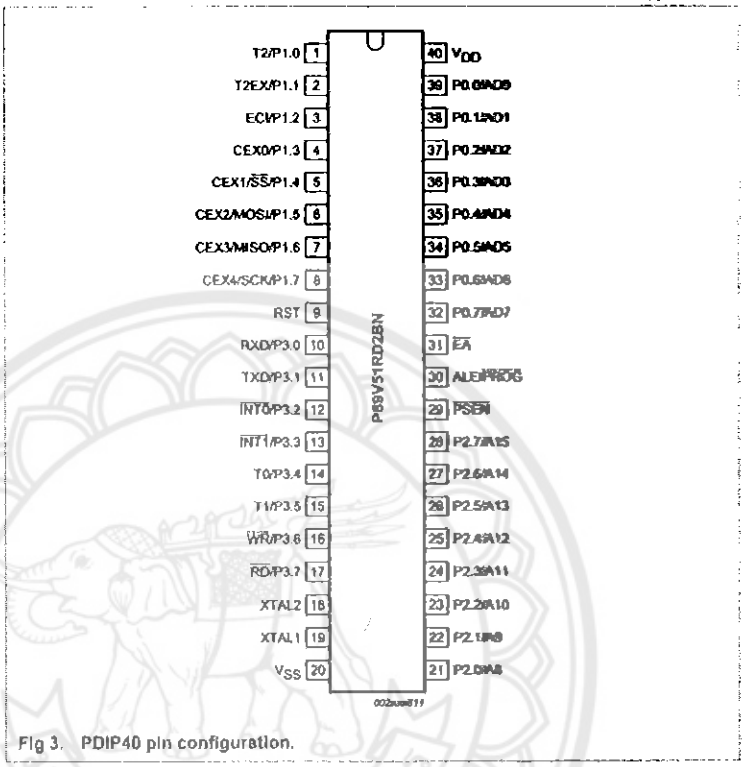


Fig 3. PDIP40 pin configuration.

© Koninklijke Philips Electronics N.V. 2004. All rights reserved.

ภาคผนวก ง

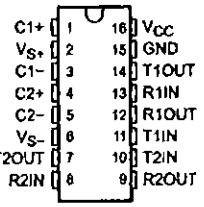
รายละเอียดของไอซีหมายเลข Max 232

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047L – FEBRUARY 1989 – REVISED MARCH 2004

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operates From a Single 5-V Power Supply With 1.0-μF Charge-Pump Capacitors
- Operates Up To 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-kV HBM) and 0.1-μF Charge-Pump Capacitors Is Available With the MAX202
- Applications – TIA/EIA-232-F, Battery-Powered Systems, Terminals, Modems, and Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube of 25	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube of 40	MAX232D	MAX232
		Reel of 2500	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube of 40	MAX232DW	MAX232
		Reel of 2000	MAX232DWR	
	SOP (NS)	Reel of 2000	MAX232NSR	MAX232
−40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube of 25	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube of 40	MAX232ID	MAX232I
		Reel of 2500	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube of 40	MAX232IDW	MAX232I
		Reel of 2000	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

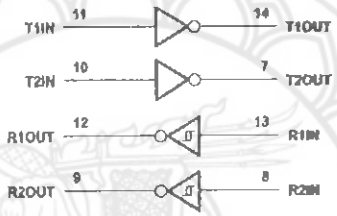
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



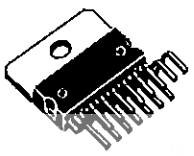
ภาคผนวก จ

รายละเอียดของไอซีหมายเลข L298N

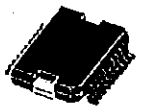
L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)



Multiwatt15



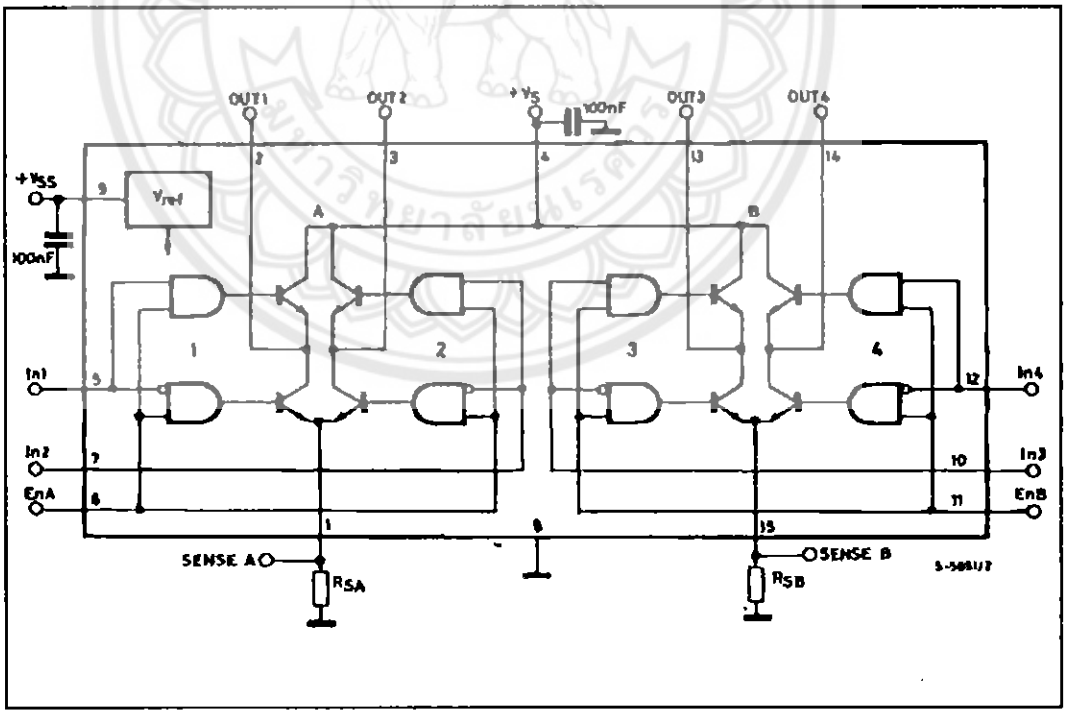
PowerSO20

ORDERING NUMBERS : L298N (Multiwatt Vert.)
L298HN (Multiwatt Horiz.)
L298P (PowerSO20)

DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

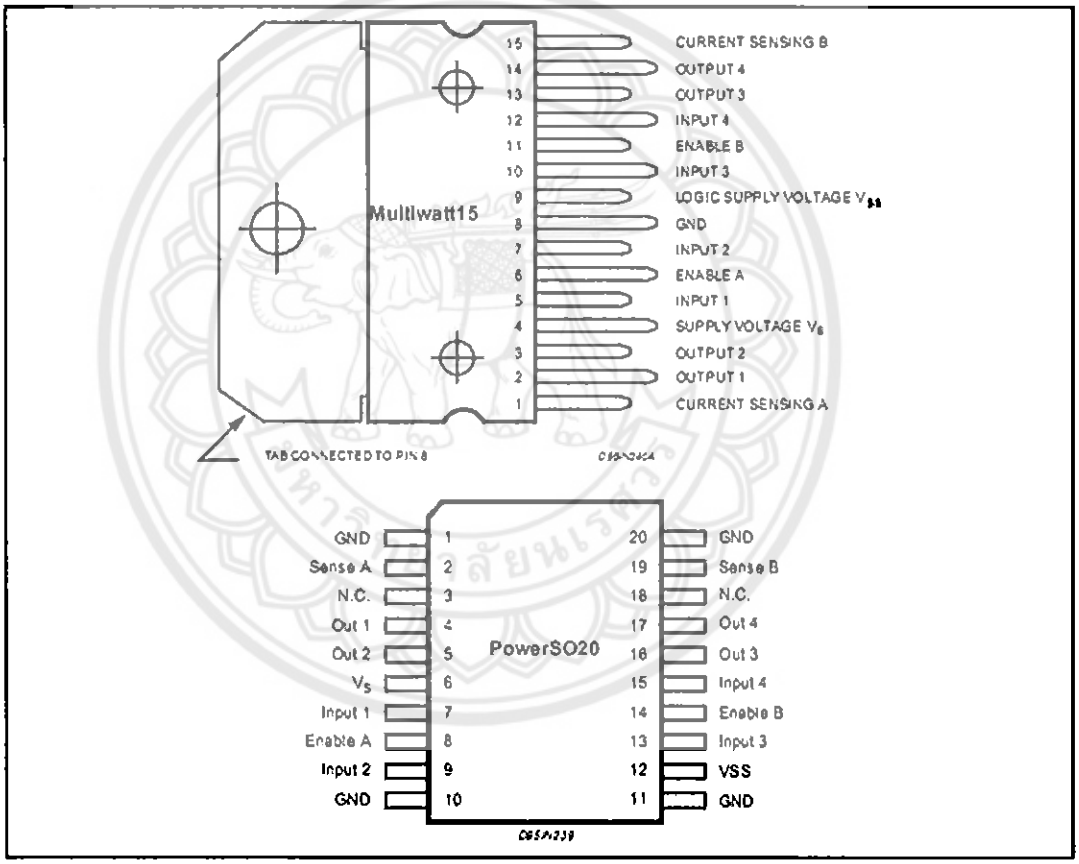
BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_i, V_{en}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel) - Non Repetitive (t = 100µs) -Repetitive (80% on -20% off; t_{on} = 10ms) -DC Operation	 3 2.5 2	 A A A
V_{sens}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation (T_{case} = 75°C)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	-25 to 130	°C
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th\ j\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max.	-	3	°C/W
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	35	°C/W

(*) Mounted on aluminum substrate

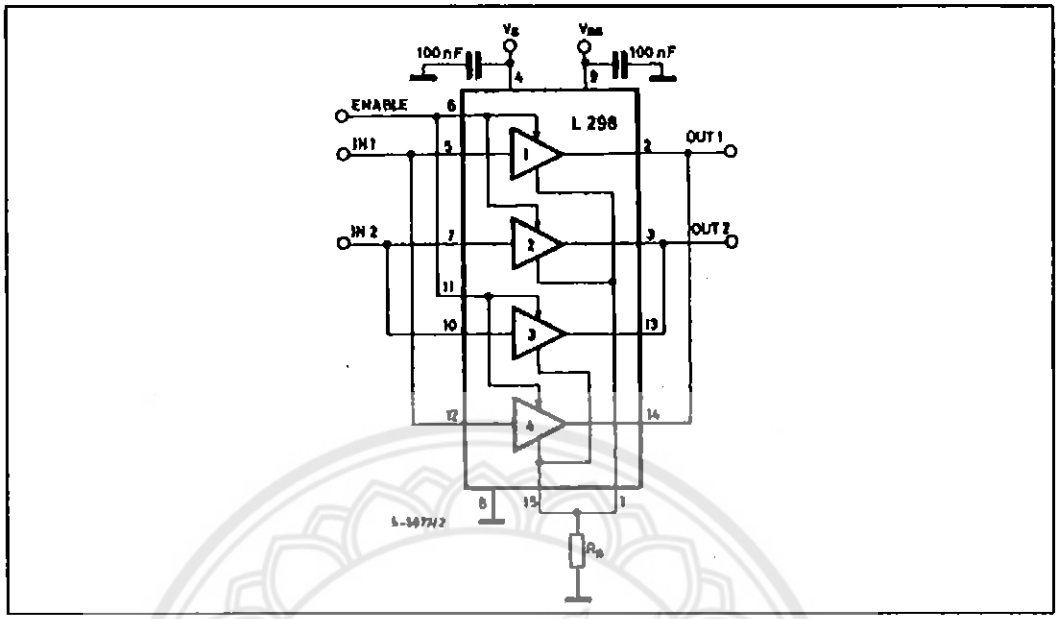
PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V_S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground.
9	12	VSS	Supply Voltage for the Logic Blocks. A100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
–	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_j = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition		V_{IH} +2.5		46	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)			4.5	5	7	V
I_S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V_{en} = H; I_L = 0	V_i = L		13	22	mA
			V_i = H		50	70	mA
		V_{en} = L	V_i = X			4	mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	V_{en} = H; I_L = 0	V_i = L		24	36	mA
			V_i = H		7	12	mA
		V_{en} = L	V_i = X			6	mA
V_{iL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)			–0.3		1.5	V
V_{iH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)			2.3		VSS	V
I_{iL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V_i = L				–10	µA
I_{iH}	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	Vi = H ≤ V_{SS} –0.6V			30	100	µA
V_{en} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)			–0.3		1.5	V
V_{en} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)			2.3		V_{SS}	V
I_{en} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = L				–10	µA
I_{en} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = H ≤ V_{SS} –0.6V			30	100	µA
$V_{CE(sat)(H)}$	Source Saturation Voltage	I_L = 1A		0.95	1.35	1.7	V
		I_L = 2A			2	2.7	V
$V_{CE(sat)(L)}$	Sink Saturation Voltage	I_L = 1A (5)		0.85	1.2	1.6	V
		I_L = 2A (5)			1.7	2.3	V
$V_{CE(sat)}$	Total Drop	I_L = 1A (5)		1.80		3.2	V
		I_L = 2A (5)				4.9	V
V_{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)			–1 (1)		2	V

Figure 7 : For higher currents, outputs can be paralleled. Take care to parallel channel 1 with channel 4 and channel 2 with channel 3.



APPLICATION INFORMATION (Refer to the block diagram)

1.1. POWER OUTPUT STAGE

The L298 integrates two power output stages (A; B). The power output stage is a bridge configuration and its outputs can drive an inductive load in common or differenzial mode, depending on the state of the inputs. The current that flows through the load comes out from the bridge at the sense output : an external resistor (R_{SA} ; R_{SB}.) allows to detect the intensity of this current.

1.2. INPUT STAGE

Each bridge is driven by means of four gates the input of which are In1 ; In2 ; EnA and In3 ; In4 ; EnB. The In inputs set the bridge state when The En input is high; a low state of the En input inhibits the bridge. All the inputs are TTL compatible.

2. SUGGESTIONS

A non inductive capacitor, usually of 100 nF, must be foreseen between both Vs and Vss, to ground, as near as possible to GND pin. When the large capacitor of the power supply is too far from the IC, a second smaller one must be foreseen near the L298.

The sense resistor, not of a wire wound type, must be grounded near the negative pole of Vs that must be near the GND pin of the I.C.

Each input must be connected to the source of the driving signals by means of a very short path.

Turn-On and Turn-Off : Before to Turn-ON the Supply Voltage and before to Turn it OFF, the Enable input must be driven to the Low state.

3. APPLICATIONS

Fig 6 shows a bidirectional DC motor control Schematic Diagram for which only one bridge is needed. The external bridge of diodes D1 to D4 is made by four fast recovery elements ($t_{rr} \leq 200$ nsec) that must be chosen of a VF as low as possible at the worst case of the load current.

The sense output voltage can be used to control the current amplitude by chopping the inputs, or to provide overcurrent protection by switching low the enable input.

The brake function (Fast motor stop) requires that the Absolute Maximum Rating of 2 Amps must never be overcome.

When the repetitive peak current needed from the load is higher than 2 Amps, a paralleled configuration can be chosen (See Fig.7).

An external bridge of diodes are required when inductive loads are driven and when the inputs of the IC are chopped; Shottky diodes would be preferred.

This solution can drive until 3 Amps In DC operation and until 3.5 Amps of a repetitive peak current.

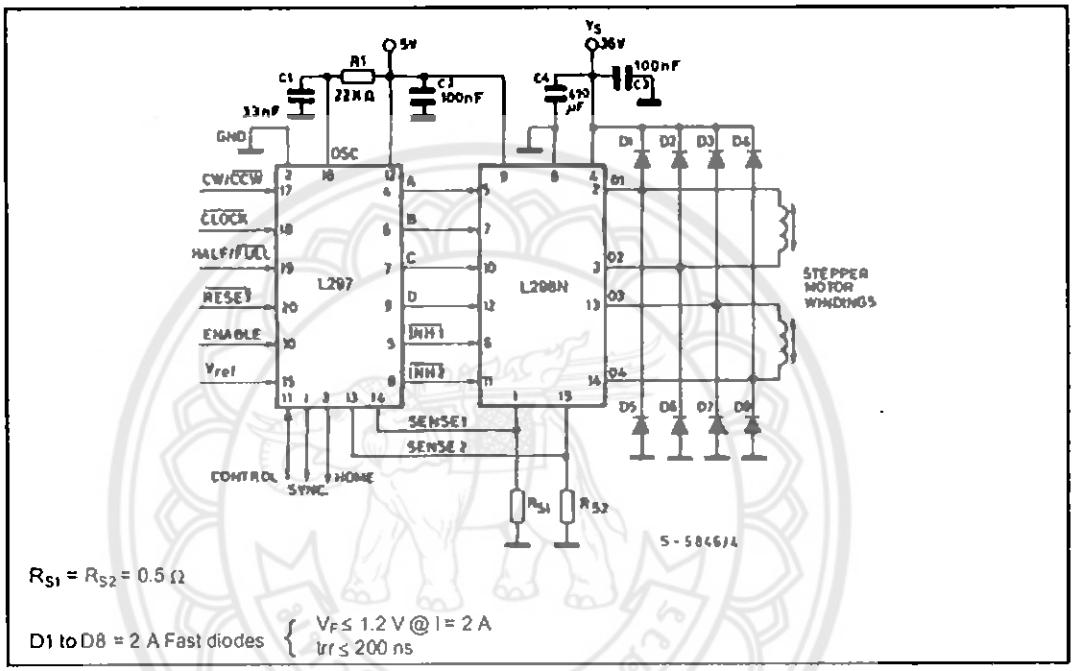
On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor ; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297.

Fig 9 shows an example of P.C.B. designed for the application of Fig 8.

Fig 10 shows a second two phase bipolar stepper motor control circuit where the current is controlled by the I.C. L6506.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit.

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A. The diodes are fast 2 A types.



$R_{S1} = R_{S2} = 0.5\ \Omega$

D1 to D8 = 2 A Fast diodes { $V_F \leq 1.2\ V$ @ $I = 2\ A$; $t_{rr} \leq 200\ ns$

Figure 9 : Suggested Printed Circuit Board Layout for the Circuit of fig. 8 (1:1 scale).

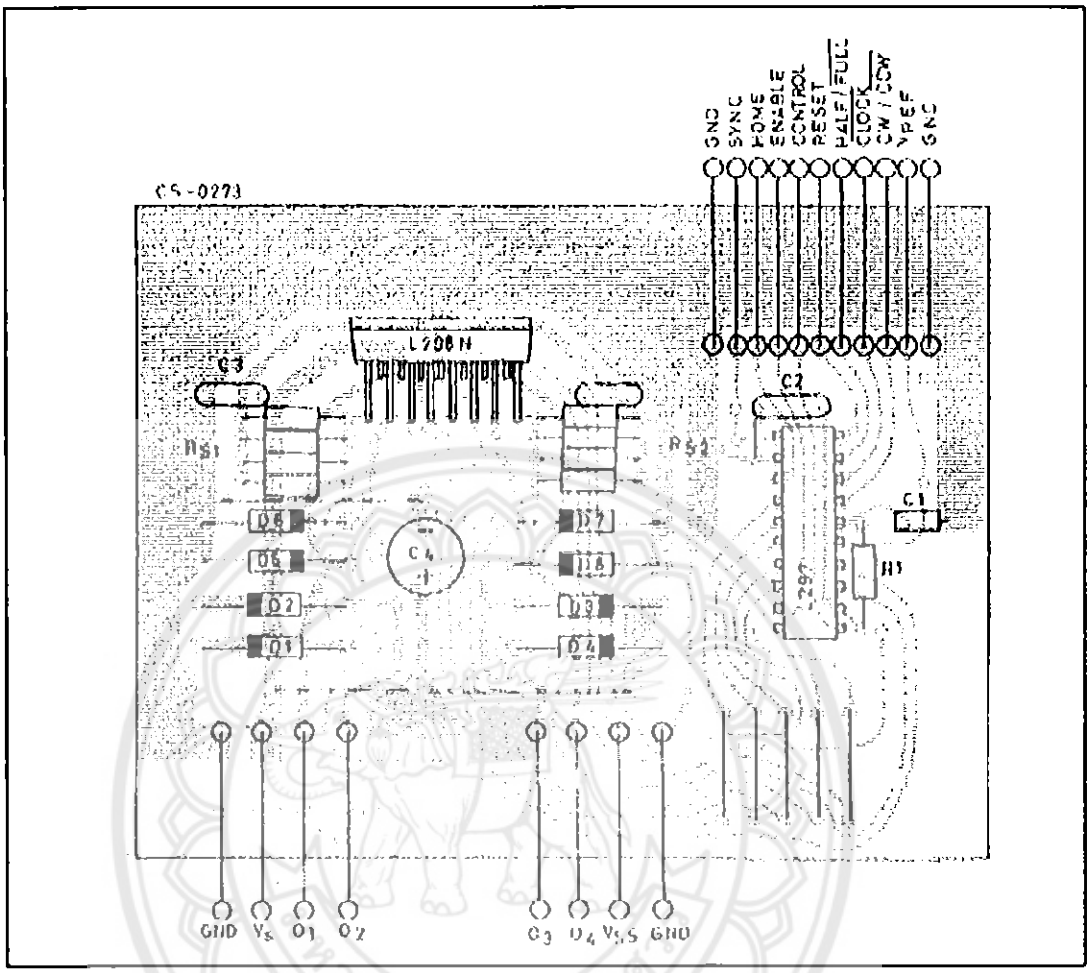
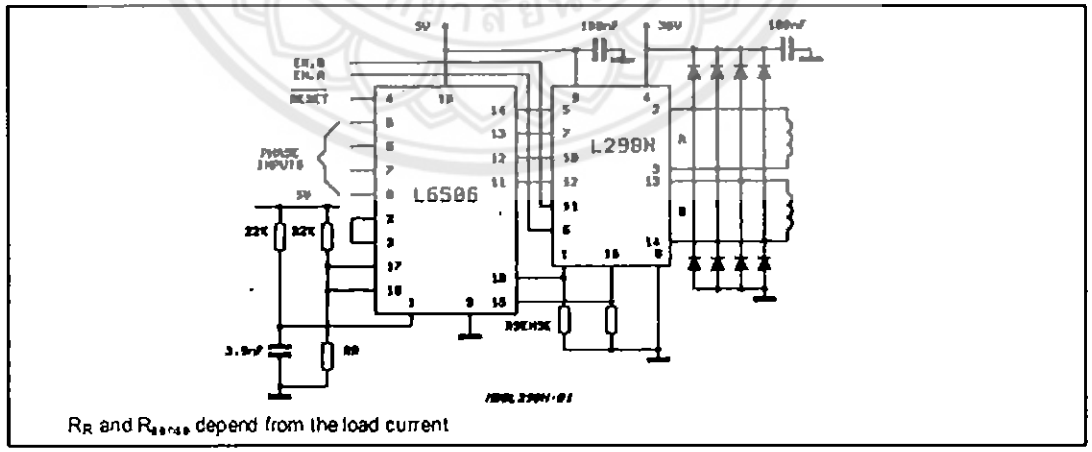


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506.



R_R and R_{sense} depend from the load current

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายวรวุฒิ แสงวิวัฒน์เจริญ
ภูมิลำเนา 86 ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุตรดิตถ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **bank_1610@hotmail.com**

ชื่อ นายศราวุฒิ วงศ์เงินยวง
ภูมิลำเนา 15/2 หมู่ 4 ต.แม่ปืม อ.เมือง จ.พะเยา
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแม่ใจวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **bang-chin@hotmail.com**