สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กล้องรักษาความปลอดภัย

Security Camera

นาย วรุตม์ นุตรีอัน

นางสาว วันวิสา นวมปั้น

ป.พ.
ว338ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 71973
วัน,เดือน,ปี - 7 มิ.ย. 2550

b. 11761210
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องรักษาความปลอดภัย

Security Camera

โดย

นาย วรุตม์ นุศรีอัน รหัสประจำตัว 46010672

นางสาว วันวิสา นวมปั้น รหัสประจำตัว 46010691

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว

ปริญญานิพนธ์นี้สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กล้องรักษาความปลอดภัย

ผู้จัดทำ

1. นาย วรุตม์ นุศรีอัน
2. นางสาว วันวิสา นวมปั้น

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องรักษาความปลอดภัย

นาย วรุตม์ นุศรีอัน รหัส 46010672
นางสาว วันวิสา นวมปิ้นรหัส 46010691
ผศ.ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ระบบรักษาความปลอดภัยเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน โดยเฉพาะในอาคารสำนักงาน ร้านค้า หรือแม้แต่ที่พักอาศัย กล้องวงจรปิดจึงเป็นอุปกรณ์ที่นิยมกันมาก โดยจะทำการเขียนโปรแกรมขึ้นเพื่อควบคุมกล้องให้สามารถเคลื่อนไหวได้เพื่อที่จะช่วยให้องค์ประกอบของใบหน้าที่ต้องการตรวจสอบชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้ามีมากขึ้น แล้วจะทำการตรวจสอบว่าบุคคลอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ ซึ่งสามารถนำผลจากการตรวจสอบโดยวิธีการนี้ไปใช้ในการจำกัดบุคคลเข้าในบริเวณใดบริเวณหนึ่งซึ่งอยู่ในเขตหรือพื้นที่ความสามารถของกล้องวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECURITY CAMERA

Mr.Warut Nusriun ID.46010672

Miss Wanwisa Nuampan ID.46010691

Asst.Prof.Dr.Yuttana Kidjaidure Advisor

Education Year 2006

Abstract

Security system is currently necessary, especially in the office buildings, super market even residences. Thus, a closed circuit camera has become popular equipment. The program is designed to control camera's moving for capturing clearer face part. This makes detecting processes more accurate. Another part of programs is designed for checking faces if in data base or not. The result of this process can be use for security system and allowing any person who wants to get in important places.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

Abstract II

สารบัญ III

สารบัญรูปภาพ VI

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1รายละเอียดโดยย่อของโครงงาน 1

1.2วัตถุประสงค์ของโครงงาน 3

1.3ขอบเขตของโครงงาน 3

1.4ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5โครงสร้างปริญญานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ 4

2.1ประวัติของไมโครคอนโทลเลอร์ 4

2.2 คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 6

2.3 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 7

2.4 หน่วยความจำภายนอก 12

2.5 การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 13

2.6 การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก 13

2.7 กระบวนการรีเซต 14

บทที่ 3 การสื่อสารข้อมูล 15

3.1 ระบบสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ 15

3.2 สัญญาณในระบบสื่อสาร 15

3.3 แถบความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 16

3.4 รูปแบบของการสื่อสาร 17

3.5 การส่งผ่านข้อมูล 18

3.6 การเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมพอร์ตอนุกรม 23

3.7 การสื่อสารไร้สายโดยการมอดูเลต 25

บทที่ 4 การประมวลผลภาพ 32

4.1 ระบบการมองเห็นภาพ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผล 34
4.3 ระดับเกรย์ 36
4.4 ฮีสโตแกรม 37
4.5 การแปลงระดับเกรย์ 37
4.6 โมเดลสีแบบ RGB 39
4.7 บิตแมป 40
4.8 ความสว่าง 40
4.9 การทำเทรชโชลด์ 41
4.10 การกำจัดสัญญาณรบกวน 46
บทที่ 5 อัตราส่วนทองคำ 49
บทที่ 6 เซอร์โวมอเตอร์ 53
6.1รายละเอียดเกี่ยวกับเซอร์โวมอเตอร์ 53
6.2 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 53
บทที่ 7 การออกแบบและการทำงานของวงจร 56
7.1 ไดอะแกรมการทำงานของวงจร 56
7.2 ระบบการทำงานของวงจร 56
7.3 อุปกรณ์และการประกอบติดตั้ง 56
7.4 การออกแบบวงจรส่วนควบคุมตำแหน่งของกล้องวีดีโอ 57
7.5 การออกแบบการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ 63
7.6 รายละเอียดและขั้นตอนการออกแบบการเก็บฐานข้อมูลของแต่ละบุคคล เพื่อให้สามารถระบุบุคคลได้ 66
บทที่ 8 การทดลอง 69
8 1.การหาค่าขอบเขตของสีผิว 69
8.2 การหาเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล 71
8.3 ทดสอบหาใบหน้าได้ดีที่สุดในภายระยะเวลาที่กำหนด 10 นาที 75
8.4 ทดสอบหาความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าที่ระยะ 30 เซนติเมตร 75
8.5 ข้อดีของโครงงาน 76
8.6 ปัญหาจากการทดลอง 76
8.7 สรุป 76
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ มีการพัฒนาวิวัฒนาการเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยี เป็นไปอย่างรวดเร็ว และเป็นที่แพร่หลายในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในรูปแบบต่างๆ แต่ก็จำกัดอยู่แค่เพียงเป็นการนำเอาเทคโนโลยีไปใช้งาน ในวัตถุประสงค์ที่ทางฝ่ายผู้ผลิตกำหนดมาแค่นั้นเอง

และในระบบรักษาความปลอดภัยโดยทั่วไป มักมีการใช้งานกล้องโทรทัศน์วงจรปิดสำหรับการบันทึกภาพเหตุการณ์ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อตรวจสอบความเคลื่อนไหวของบุคคลและสิ่งของในสถานที่ต่างๆหากแต่การใช้กล้องเพียงตัวเดียวติดตั้งไว้เพียงในที่ใดที่หนึ่งอย่างคงที่นั้นย่อมทำให้ความสามารถในการมองเห็นของกล้องได้ในมุมมองที่จำกัดไม่ทั่วถึง จึงมีความจำเป็นต้องมีกล้องโทรทัศน์หลายตัววางไว้ตามจุดต่างๆเพื่อให้สามารถเก็บรายละเอียดได้ครอบคลุมบริเวณที่ต้องการ

ในกรณีนี้เราจึงให้ความสำคัญกับบริเวณใดบริเวณหนึ่งๆที่สามารถติดตามจับภาพบุคคลแปลกหน้าที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลโดยกล้องจะเคลื่อนไหวตามบุคคลนั้นและแต่ก็ยังมีอีกส่วนหนึ่งซึ่งนำเอาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนี้ มาดัดแปลงเพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านที่ต่างกัน นอกเหนือข้อจำกัดหรือวัตถุประสงค์ที่ทางฝ่ายผู้ผลิตกำหนดมา คือ นำเอาขีดความสามารถของอุปกรณ์ที่มีความทันสมัยมาดัดแปลงใช้งานร่วมกับ การทำงานในรูปแบบต่างๆมากมาย และนี่ก็เป็นอีกโครงงานหนึ่งที่นำเอากล้องวีดีโอ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความทันสมัยมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในงานระบบรักษาความปลอดภัย หรืออาจนำไปใช้งานในด้านอุตสาหกรรม และอื่นๆได้อีกด้วย ทั้งนี้เพื่อหลีกหนีข้อจำกัดของการใช้งานกล้องวีดีโอที่อาจเป็นเพียงแค่อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกภาพเท่านั้น

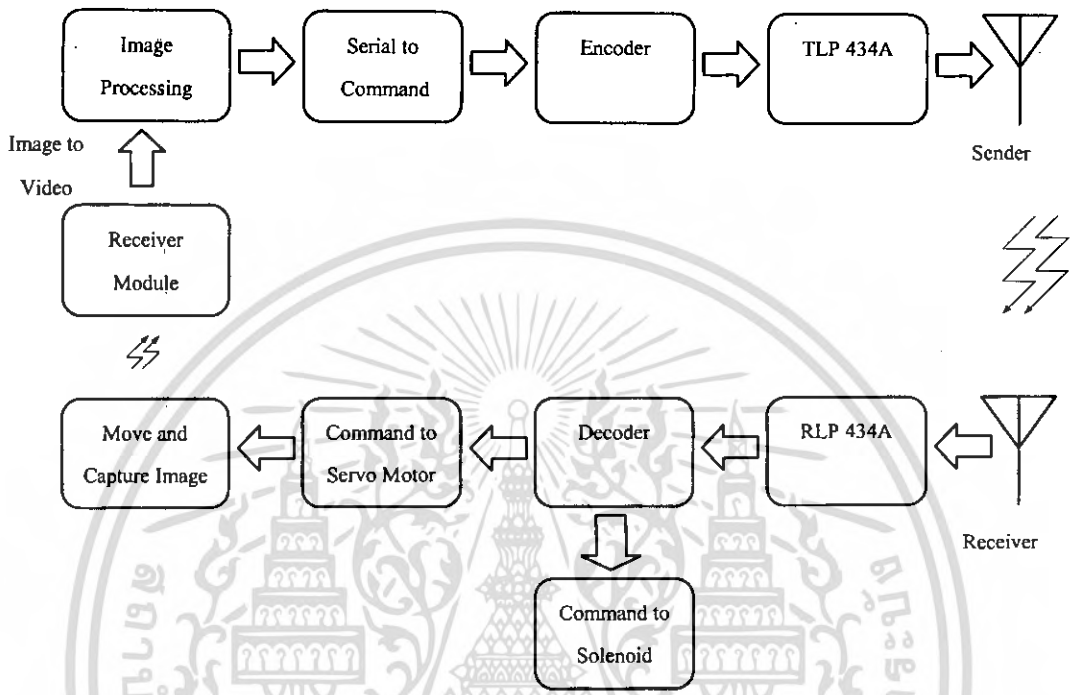
1.1 รายละเอียดโดยย่อของโครงงาน

การทำงานของระบบ

การทำงานของกล้องมีที่ส่งผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแสดงผลภาพ และ ทำการควบคุมกล้องวีดีโอผ่านทางการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเราจะทำการเขียนโปรแกรมขึ้นเพื่อควบคุมกล้องให้สามารถเคลื่อนไหวได้เพื่อที่จะช่วยให้องค์ประกอบของใบหน้าที่ต้องการตรวจสอบชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้ามีมากขึ้น แล้วจะทำการตรวจสอบว่าบุคคลอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ วิธีการนี้เป็นการจำกัดบุคคลเข้าในบริเวณใดบริเวณหนึ่งซึ่งอยู่ในเขตหรือพื้นที่ความสามารถของกล้องวีดีโอ กล้องก็จะตรวจจับและรายงานให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทราบในทันที จะเห็นได้ว่าจากขีดความสามารถนี้ เป็นการใช้งานที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์อย่างยิ่ง ในด้านมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัยดังแสดงตามบล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

ความหมายของแต่ละบล็อกการทำงาน

1.กล้องวีดีโอทำหน้าที่จับภาพเป้าหมายที่ต้องการ โดยสัญญาณภาพที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่การ์ดวีดีโอของคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลภาพที่ได้ต่อไป

2. คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ โดยใช้โปรแกรม Delph7 ช่วยในการประมวลผล ทำการวิเคราะห์ภาพเพื่อหาตำแหน่งของวัตถุ แล้วทำการส่งค่าที่ได้ไปยังส่วนควบคุมตำแหน่งต่อไป

3.ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 หน้าที่รับสัญญาณ Serial ส่วนควบคุมตำแหน่งจากคอมพิวเตอร์ผ่านคอนเน็กเตอร์ DB9 หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนสัญญาณที่ได้ให้เป็นสัญญาณ BCD ส่งค่าที่ได้ส่งออกทางพอร์ต P1 เพื่อทำการเข้ารหัสต่อไป

4. Encoder ทำหน้าที่นำสัญญาณที่ออกมาจากพอร์ต P1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 มาเข้ารหัสก่อนแล้วส่งสัญญาณที่ได้เข้าสู่โมดูลภาคส่ง ส่งสัญญาณต่อไป

5. IC Decoder ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ได้จากโมดูลภาครับ มาถอดรหัสสัญญาณให้เป็นสัญญาณ BCD แล้วส่งสัญญาณที่ได้ไปสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2ทำหน้าที่นำสัญญาณ BCD ที่ได้จาก IC Decoder มาทำการควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองตัวเพื่อควบคุมให้กล้องวีดีโอทำการหมุนติดตามเป้าหมายนั้นไป โดยภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอเป้าหมายจะอยู่กึ่งกลางเสมอ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อเป็นการศึกษาและประยุกต์ใช้งาน เกี่ยวกับการประมวลผลภาพผ่านคอมพิวเตอร์
2. เพื่อเป็นการศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม
3. เพื่ออการประยุกต์ใช้งานกล้องวีดีโอ ผ่านระบบรักษาความปลอดภัย

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.ระบบนี้มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องบันทึกภาพอย่างอัตโนมัติโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านทางเซอร์โวมอเตอร์ในแนวระดับ 180 องศา และ 180 องศาสำหรับแนวตั้งฉาก แล้วแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

2.ศึกษาและสร้างระบบติดตามวัตถุที่เป็นสีผิวมนุษย์

3.ศึกษาการส่งผ่านข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม

4.ระบบสามารถระบุบุคคลได้

1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้ในงานระบบรักษาความปลอดภัย งานส่วนฐานข้อมูลการเก็บข้อมูลบุคคลและในส่วนของการอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ

1.5 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการนำเสนอการสร้างระบบการติดตามเคลื่อนที่ของสีผิวโดย

บทที่ 1 จะกล่าวถึงความสำคัญ โครงสร้างพื้นฐานในการสร้างระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่พร้อมด้วยขอบเขตของการศึกษาและออกแบบสร้างชิ้นงาน และโครงสร้างทั้งหมดของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ได้อธิบายถึงรายละเอียดของทฤษฎีไมโครคอนโทลเลอร์

บทที่ 3 ได้อธิบายถึงรายละเอียดของทฤษฎีการสื่อสารข้อมูล

บทที่ 4 ได้อธิบายถึงรายละเอียดของทฤษฎีประมวลผลภาพ

บทที่ 5 ได้อธิบายถึงรายละเอียดอัตราส่วนทองคำ

บทที่ 6 ได้อธิบายถึงรายละเอียดของเซอร์โวมอเตอร์

บทที่ 7 ได้อธิบายถึงรายละเอียดของการออกแบบและการทำงานของวงจร

บทที่ 8 ผลการทดลองและปัญหาจากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ไมโครคอนโทรเลอร์

2.1 ประวัติของไมโครคอนโทรเลอร์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันจะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เล็กๆหรือ เรียกว่า ไมโครโปรเซสเซอร์เกือบทั้งสิ้น ในปัจจุบันจะเรียกชื่อเป็นศัพท์เทคนิคว่าระบบฝังตัว (Embedded System) ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องมีหน่วยประมวลผลกลางที่เรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจหลักของการทำงาน โดยบริษัทอินเทลได้สร้างไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 4004ซึ่งประมวลผลแบบ 8บิต ออกมาเป็นรุ่นแรก ต่อมาได้ออกรุ่นที่ประมวลผลแบบ 8บิต ตามมาได้แก่ 8080 ,8008และ 8085ทำให้การประมวลผลได้รวดเร็วขึ้น ส่วนบริษัทโมโตลาได้ออกเบอร์ 6800และบริษัทไซลอกได้ออกเบอร์ Z80 ซึ่งจะประมวลผลแบบ 8บิต เช่นกัน ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นต่อมา จะมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นและได้มีการผลิตรุ่นใหม่ๆ ออกมามากขึ้น

เมื่อนำไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 4บิต มาใช้ในการควบคุมจะทำให้ระบบควบคุมทำงานได้ดีขึ้นฉลาดมากขึ้น ปัจจุบันไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 4บิต นี้จะถูกนำมาใช้ในเตาไมโครเวฟ โทรทัศน์ และของเด็กเล่น เป็นต้น สำหรับระบบควบคุมที่ต้องการประสิทธิภาพมากขึ้นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 8บิต เป็นตัวประมวลผล แต่ราคาของระบบก็แพงขึ้นตามไปด้วย

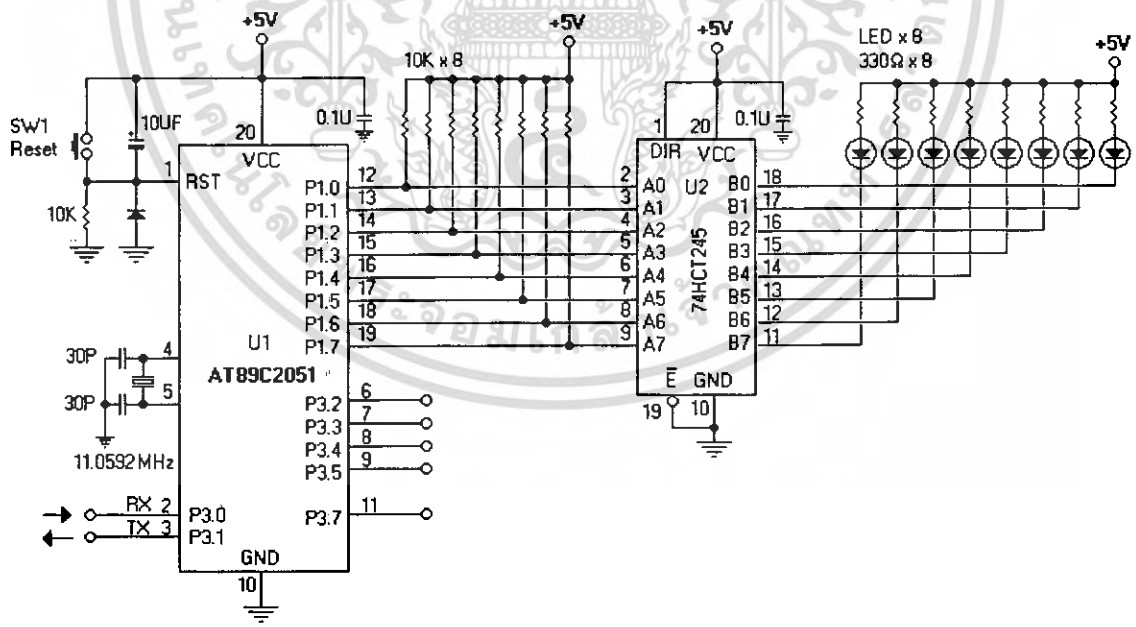
ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์ มีส่วนประกอบหลักคือ ไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ และอินพุทเอาท์พุท หน่วยประมวลผล มีขนาดใหญ่เทียบได้กับห้องขนาดย่อมๆเลยทีเดียว ปัจจุบันนี้เราจะเห็น ว่าหน่วยประมวลผลจะเป็นวงจรรวมขนาดใหญ่มาก (VLSI) บรรจุอยู่ในตัวถังพลาสติกขนาด 40ขา ตัวอย่างของไมโครโปรเซสเซอร์ที่เป็นที่นิยมกันมานานจนถึงปัจจุบันนี้คือ Z80 CPU ภายในจะมีบัสเชื่อมส่วนของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) หน่วยประมวลผล (CPU) รีจิสเตอร์ คำสั่ง และวงจรควบคุมสัญญาณต่างๆเข้าด้วยกัน ส่วนของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) ทำหน้าที่ประมวลผลทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ ผลลัพธ์จะส่งไปเก็บยังรีจิสเตอร์ภายใน จะเห็นว่ามีกลุ่มสัญญาณสามกลุ่ม คือ 1. บัสข้อมูลขนาดความกว้าง 8บิต 2. บัสแอดเดรสขนาด 16บิต 3. สัญญาณควบคุมการติดต่อกับหน่วยความจำ อินพุทเอาท์พุท คือไมโครโปรเซสเซอร์ไม่มีหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรม กล่าวคือหากจะทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานได้ จะต้องต่อหน่วยความจำภายนอกเพิ่ม และหากต้องการควบคุมอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท ก็ต้องต่ออินพุทเอาท์พุทเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออดีตนิยมเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว (Single Chip Microcomputer) ได้รวมเอาหน่วยความจำ อินพุทเอาท์พุทพอร์ท และวงจรพิเศษ เช่นวงจรตั้งเวลาเข้าไว้บนชิพแผ่นเดียว ทำให้เราไม่ต่ออุปกรณ์ภายนอก แม้กระทั่งวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพียงแค่ต่อไฟเลี้ยง 5+V วงจรรีเซ็ต และต่อคริสตอลกำเนิดความถี่ในการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถทำงานได้แล้ว

การนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งานจะต้องมีการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล และต้องมีพอร์ทอินพุทเอาท์พุท สำหรับให้ระบบติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ตัวอย่างเช่น ถ้านำไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8052 มาออกแบบเป็นระบบให้ทำงานหนึ่งจะต้องนำไอซีต่างๆ มาต่อเพิ่มเช่น การต่อ รอมและแรมภายนอก การใช้ ไอซี 8255ต่อเป็นอินพุทเอาท์พุทพอร์ท แต่ถ้าหากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน่วยความจำและพอร์ทอยู่ภายในชิพ ที่เรียกว่า Single Chip Microcontroller ทำให้การใช้งานทำได้เพียงแต่ต่ออุปกรณ์ภายนอกที่จำเป็นเท่านั้น บางครั้งไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกเรียกว่าคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) ดังตัวอย่างรูปที่ 2.1 เป็นการออกแบบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะเห็นว่าใช้อุปกรณ์น้อยมาก



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการออกแบบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบรอม บางเบอร์เป็นแบบอีพรอม และปัจจุบันมีแบบแฟลชรอม

คุณสมบัติที่สำคัญของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5V เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำภายในชิพ จำนวน 128ไบต์(บาง CPU จะมี 256ไบต์)
- มีพอร์ทอินพุทเอาท์พุทจำนวน 4 พอร์ท พอร์ทละ 8บิด หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ทขนาด 1บิตแยกจากกันได้รวมทั้งสิ้น 32บิต
- สามารถ Interruptsได้จาก 5แหล่ง
- มีพอร์ทอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ ด้วยอัตราเร็วในการรับส่งได้ตั้งแต่ 300ถึง 375กิโลบิตต่อวินาที
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายในชิพได้อย่างละ 64 กิโลไบต์
- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12เมกะเฮิร์ต
- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาท์เตอร์เพื่อนับสัญญาณนาฬิกาภายในชิพหรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16บิต จำนวน 2ตัว
- หน่วยความจำภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งในระดับไบต์และระดับบิตเพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น

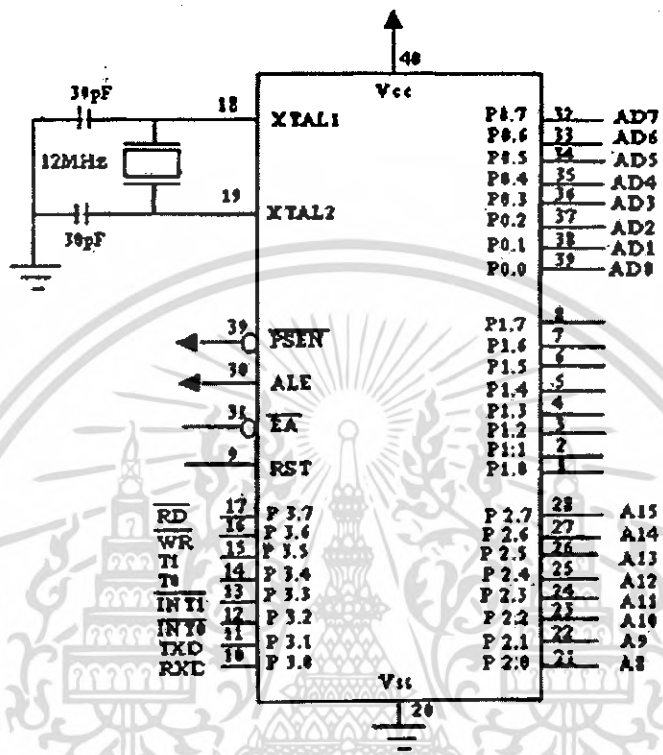
เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	TIMERS
8051	4 KB (ROM)	128byte	2
8031	-	128 byte	2
8751	4 KB (EPROM)	128 byte	2
8052	4 KB (ROM)	256 byte	3
8032	-	256 byte	3
8752	8 KB (EPROM)	256 byte	3

ตารางที่ 2.1 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกันดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงขาต่างๆ ของ MCS-51

2.3.1ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

พอร์ท 0 (Port 0) ได้แก่ ขาที่ 39-32ของ MCS-51 สามารถใช้เป็นอินพุทเอาท์พุทสามารถใช้แบบบิตได้ นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขาบัสแอดเดรส และบัสข้อมูลอีกด้วย

พอร์ท 1 (Port 1) ได้แก่ ขาที่ 8-1เป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุท 8 บิต สามารถใช้แบบบิตได้ คือ P1.0 – P1.7

พอร์ท 2 (Port 2) ได้แก่ ขาที่ 28-21จะใช้งานสองหน้าที่คือ ใช้เป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุสามารถใช้แบบบิดได้และใช้เป็นขาแอดเดรส 8บิต ในการอ้างอิงหน่วยความจำภายนอก

พอร์ท 3(Port 3) ได้แก่ ขาที่ 17-10จะใช้เป็นสองหน้าที่คือ เป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทใช้แบบบิดได้ และใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมต่างๆ ซึ่งมีหน้าที่ดังนี้

-ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

-ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลไปภายนอกแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ชนิดที่ 0

-ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ชนิดที่ 1

-ขา P3.4 สัญญาณอินพุทให้เคาท์เตอร์ของไทเมอร์ 0

-ขา P3.5 สัญญาณอินพุทให้เคาท์เตอร์ของไทเมอร์ 1

-ขา P3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ

-ขา P3. ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ

PSEN (Program Store Enable) เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกที่ขา 29ขานี้จะแอคทีฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่าน โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็นอีพรอม ขา PSEN จะต่อกับขาสัญญาณเปิดด้านเอาท์พุท (Output Enable: OE) ของอีพรอม

ALE/PROG (Address Latch Enable) เนื่องจากพอร์ท 0สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30ขานี้จะใช้มัลติเพล็ก (Multiplex) สัญญาณบัสตำแหน่งของ พอร์ท 0ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้น จะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับพอร์ท 0ที่ทำหน้าที่ คงค่า (Latch) สัญญาณบัสตำแหน่ง เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณบัสตำแหน่งออกมาก่อนทาง พอร์ท 0ไว้เพื่อใช้ พอร์ท 0เป็นบัสข้อมูล

EA/Vpp (External Access) ขา EA ได้แก่ขาที่ 31ถ้าขานี้เป็นลอจิก "1" จะใช้กับเบอร์ 8051/ 8052เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก "0" จะให้ MCS-51 ทำโปรแกรมโดยอ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก)ถ้าขา EA เป็น "0" ขา PSEN จะแอคทีฟ (ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031หรือ 8032ขา EA จะเป็น "0" เสมอ เพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้เบอร์ 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในและให้ขา EA เป็น "0" ซึ่งจะหยุดการทำงานของรอม ภายในและอ่านโปรแกรมจากอีพรอมภายนอกแทน

RST (Reset) ขา RST ได้แก่ขา 9จะใช้ในการรีเซ็ต MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก "1" อย่างน้อย 2คาบเวลา จึงจะรีเซ็ตระบบได้

XTAL1 ขาที่ 19ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอก โดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลตอร์

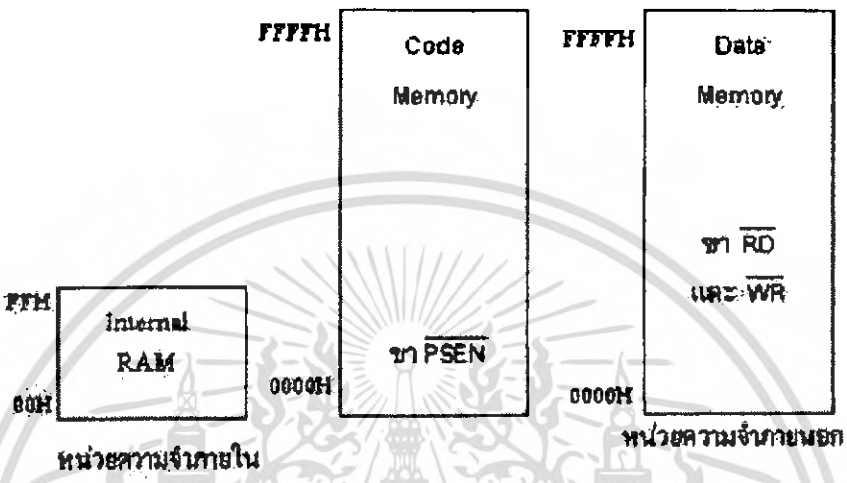
XTAL2 ขาที่ 19ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอก โดยเป็นเอาท์พุทต่อออกจากวงจรออสซิลเลตอร์

2.3.2โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS-51 จะมี 2ชนิดคือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมรอม กับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลในการประมวลผล แรม MCS-51 บางเบอร์ 8052 ,8051จะมีหน่วยความจำในชิพ และMCS-51 ทุกเบอร์ยังสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด 64กิโลไบต์ สำหรับหน่วยความจำแรมภายใน จะประกอบไปด้วยพื้นฐานที่ใช้งานทั่วไป ,ชุดรีจิสเตอร์ ,พื้นที่ใช้งานระดับบิต และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ เราอาจเขียนไดอะแกรมของหน่วยความจำของ 8031ได้ดังรูปที่ 2.4โดยในรูปจะบอกด้วยว่าขาใดจะแอคทีฟ



รูปที่ 2.3 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

2.3.3 Bit – addressable RAM

ใน MCS-51 จะมีหน่วยความจำที่สามารถอ้างข้อมูลในระดับบิตได้ตั้งแต่ตำแหน่ง 20H ถึง 2FH รวม 16ไบต์ โดยสามารถ เซ็ต ,เคลียร์ ,แอนท์ ,ออร์ ทางลอจิกได้ จำนวนบิตที่ใช้งานได้ทั้งหมดมีจำนวน 128บิต 8)บิต X 16 ไบต์(

2.3.4 ชุดรีจิสเตอร์ (Register Banks)

หน่วยความจำข้อมูลภายในที่เป็นชุดรีจิสเตอร์ มีทั้งหมด 32ตำแหน่ง โดยจะมี 4ชุด แต่ละชุดจะมีรีจิสเตอร์ 8ตัว คือ R0 ถึง R7 โดยชุดแรกจะอยู่ในตำแหน่ง 00H - 7H

2.3.5 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)

ใน MCS-51 รีจิสเตอร์จะมีหน่วยความจำภายในชิพ โดยส่วนหนึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register: SFR) ซึ่งมีทั้งหมด 21ตัว โดยรีจิสเตอร์พิเศษต่างๆจะเริ่มที่หน่วยความจำตั้งแต่ 80H ถึง FFH ซึ่งมีทั้งหมด 128ตำแหน่ง แต่จะเป็นรีจิสเตอร์ฟังชั่นพิเศษ เพียง 21ตำแหน่ง แต่ถ้าเป็น 8032/ 8051จะใช้ 26ตำแหน่งหรือมี SFR 26 ตัว

2.3.6Program Status Word

รีจิสเตอร์ตัวนี้เรียกย่อๆว่า PSW จะอยู่ที่ตำแหน่ง D0H ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โดยรีจิสเตอร์นี้จะเป็นตัวบอกสภาวะต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ ความหมายของแต่ละบิตแสดงได้ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
PSW.7	CY	D7H	แฟลกซ์ตัวทด
PSW.6	AC	D6H	แฟลกซ์ตัวช่วยทด
PSW.5	F0	D5H	แฟลกซ์ 0
PSW.4	RS1	D4H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสเตอร์ 1
PSW.3	RS0	D3H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสเตอร์ 0
			00 = ชุด 0; ตำแหน่ง 00H – 07H 01 = ชุด 1; ตำแหน่ง 08H – 0FH 10 = ชุด 2 ; ตำแหน่ง 10H – 17H 11 = ชุด 3; ตำแหน่ง 18H – 1FH
PSW.2	OV	D2H	แฟลกซ์ค่าเกิน
PSW.1	-	D1H	รีเซิฟว์
PSW.0	P	D0H	อีเวนพารีตี้แฟลกซ์

ตารางที่ 2.2 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆใน PSW

1. แฟลกซ์ตัวทด (Carry Flag : CF) บิตนี้เป็นบิตที่ 7ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญหากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยบิตนี้จะเซ็ต เมื่อเกิดการทดของบิตที่ 7ขณะที่ทำการบวกเลข หรือ เซ็ตเมื่อเกิดการยืมของบิตที่ 7เมื่อเกิดการลบเลข
2. แฟลกซ์ตัวช่วยทด (Auxiliary Carry Flag) เมื่อมีการบวกแบบ Binary – Code – Decimal (BCD) บิต แฟลกซ์ตัวช่วยทด (AC) หรือบิตตัวช่วยทดจะถูกเซ็ต เมื่อมีการทดจากบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4หรือถ้าใน Lower Nibble มีค่าระหว่าง 0AE - 0FH เนื่องจากรหัส BCD นี้มีค่าได้มากที่สุดแค่ 9ถ้าหากมีการบวกเลขแบบ BCD จะต้องตามด้วยตำสั่ง DAA (Decimal Adjust Accumulator) เพื่อปรับค่าที่มีค่าเกิน 9โดยบวกเลข 6เข้าไป จะทำให้เป็นรหัส BCD ที่แทนเลขฐานสิบได้
3. แฟลกซ์สูนย์ (Flag 0) เป็นแฟลกซ์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้
4. บิตเลือกชุดรีจิสเตอร์ (Register Bank Select Bits) ตามที่ทราบมาแล้วว่าใน MCS-51จะมีชุดรีจิสเตอร์อยู่ 4ชุด ถ้าจะเลือกให้ชุดใดแอคทีฟจะกำหนดได้ในบิต RS1 และ RS2 ของ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะเคลียร์ ตัวเองเมื่อระบบถูกรีเซ็ต ถ้าหากต้องการต่อกับชุดรีจิสเตอร์ 3 โดยย้ายข้อมูลจาก R7)ตำแหน่ง 1FH (มาเก็บในแอคคิวมูลเลเตอร์

5. แฟลกซ์ค่าเกิน(Overflow Flag) แฟลกซ์ OV จะถูกเซ็ต หลังจากการกระทำทางคณิตศาสตร์แล้วเกิดค่าเกิน คือจำนวนที่เกิดจากการบวกหรือลบ มีค่าเกินกว่าจำนวนไบต์จะเป็นไปได้ คือ มากกว่า 128+หรือน้อยกว่า 127-ตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดการบวกเลขสองจำนวนนี้จะเกิดการเซ็ตบิต OV ขึ้นใน PSW
6. บิตพาริตี้ (Parity Bit) พาริตี้บิต (P) เป็นบิตที่บอกค่าพาริตี้ของรีจิสเตอร์ แอคคิวมูลเลเตอร์ ซึ่งอาจเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ โดยจะเซ็ตหรือเคลียร์ขึ้นกับแอคคิวมูลเลเตอร์ เช่น ถ้าแอคคิวมูลเลเตอร์มีค่าเป็น 10101101B บิต P จะเป็น “1”

2.3.7รีจิสเตอร์ B (B Register)

รีจิสเตอร์ B จะอยู่ตำแหน่ง F0H ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้ โดนทั่วไปรีจิสเตอร์นี้จะใช้คูณ หรือหารกับรีจิสเตอร์แอคคิวมูลเลเตอร์ เช่น การทำคำสั่ง MUL AB ซึ่งเป็นการคูณแบบ 8บิต โดยผลลัพธ์ที่ได้จะมีขนาด 16บิต ซึ่งรีจิสเตอร์ A จะเก็บค่า 8บิตต่ำ และรีจิสเตอร์ B จะเก็บค่า 8บิตสูง สำหรับการหารโดยการทำคำสั่ง DIV AB โดยค่าใน A จะถูกหารด้วย B ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บในรีจิสเตอร์A และ B โดย B จะเก็บค่า 8บิดต่ำ ส่วน A จะเก็บค่า 8บิตสูง รีจิสเตอร์B นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โดยตำแหน่งของบิตคือตำแหน่ง F0H ถึง F7H

2.3.8 ตัวชี้สแตค (Stack Pointer)

ตัวชี้สแตค (SP) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8บิตอยู่ที่ตำแหน่ง 81H การเขียนค่าเข้าไปในตำแหน่งที่ตัวชี้สแตคชี้อยู่นี้ เรียกว่า “pushing” สำหรับการอ่านค่าที่ SP ชี้อยู่ เรียกว่า “Popping” ค่า ของตัวชี้สแตคจะเพิ่มขึ้นหนึ่งก่อนที่จะเขียนข้อมูลลงไป และจะลดลงไปหนึ่งเมื่ออ่านข้อมูลออกมาแล้ว หากโปรแกรมทำคำสั่ง Call จะใช้รีจิสเตอร์สแตคนี้เก็บค่าตำแหน่งเดิมของโปรแกรม (PC) ก่อนที่จะกระทำโปรแกรมย่อย เมื่อทำโปรแกรมย่อยเสร็จแล้วจะคืนค่าในสแตคให้กับโปรแกรม ตามเดิม โดยปกติค่าโปรแกรมจะกำหนดให้อยู่ในแรมภายใน

2.3.9 รีจิสเตอร์ Data Pointer (DPTR)

รีจิสเตอร์นี้ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลในหน่วยความจำโดยเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16บิต ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ DPL ตำแหน่งที่ 82H โดยจะเก็บเป็น 8บิตต่ำ และ DPH ตำแหน่งที่ 83H โดยจะเก็บค่า 8บิตสูง รีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะรวมกันกลายเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16บิต ถ้าหากต้องหารเก็บค่า 55H ไปยังหน่วยความจำข้อมูลภายนอกตำแหน่งที่ 1000 H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.10 รีจิสเตอร์พอร์ท (Port Register)

ใน MCS-51 ค่าของพอร์ทจะหมายถึงค่าของหน่วยความจำด้วย หากต้องการส่งข้อมูลจากพอร์ท ก็เพียงอ่านค่าจากตำแหน่งที่หน่วยความจำที่พอร์ทนั้นอยู่ใน MCS-51 พอร์ท 0จะอยู่ที่ตำแหน่ง 80H, พอร์ท 1จะอยู่ที่ตำแหน่ง 90H, พอร์ท 2จะอยู่ที่ตำแหน่ง A0H และพอร์ท 3จะอยู่ที่ตำแหน่ง B0H พอร์ท 2 ,0และ 3โดยทั่วไปแล้วจะไม่ใช้ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกหรือพอร์ทพิเศษ)เช่น อินเทอร์รัพท์ ,พอร์ทสื่อสารอนุกรม (โดยปกติและแล้วจะใช้ พอร์ท 1ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกพอร์ททุกพอร์ทสามารถอ้างถึงข้อมูลในระดับบิตได้

2.3.11รีจิสเตอร์เวลา (Timer Register)

ใน MCS–51 เบอร์ 8051จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้นับและจับเวลาขนาด 16บิต 2ตัว คือ Timer 0 อยู่ที่ตำแหน่ง 8AH และ 8CH โดยตำแหน่ง 8AH หมายถึง TL0 ซึ่งจะเป็น 8บิตต่ำ และ 8CH หมายถึง 8บิตสูง TH0 รีจิสเตอร์อีกตัวคือ ไทม์เมอร์ 1โดยแบ่งเป็น TL1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8BH เป็น 8 บิตต่ำ TH1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8DH เป็น 8บิตสูง การใช้งานไทม์เมอร์ จะต้องกำหนดการใช้งานในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer Mode Control Register) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 88H เสียก่อน

2.3.12 รีจิสเตอร์พอร์ทอนุกรม (Serial Port Register)

MCS–51 จะมีพอร์ทสื่อสารอนุกรม) Serial Port (อยู่ภายในชิพ ซึ่งสามารถจะรับหรือส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 99H โดยถ้าต้องการส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์นี้ตัวพอร์ทอนุกรมสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้ 4โหมด โดยโปรแกรมผ่านรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) ตำแหน่ง 99H

2.3.13 รีจิสเตอร์อินเทอร์รัพท์ (Interrupt Port Register)

MCS–51 สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5ตำแหน่ง โดยมี 2– priority ตัวอินเทอร์รัพท์จะไม่ทำงานหลังจากระบบถูกรีเซ็ต และทำงานหลังจากที่เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ IE หรือตำแหน่ง A8H ลำดับความสำคัญสามารถเซ็ตที่รีจิสเตอร์ IP หรือตำแหน่ง B8H

2.3.14 เพาเวอร์คอนโทรลรีจิสเตอร์ (PCON)

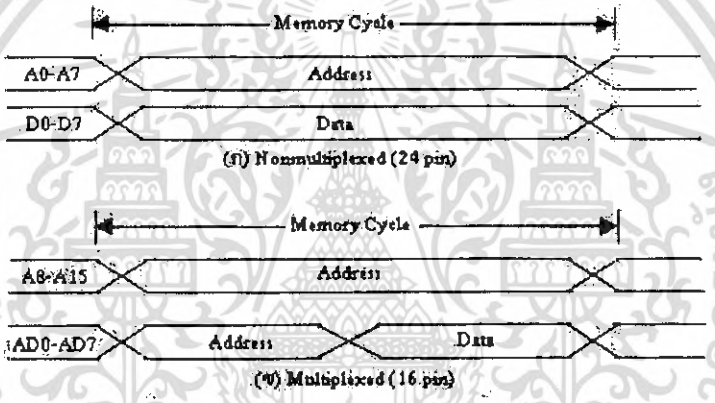
รีจิสเตอร์ PCON อยู่ที่ตำแหน่ง 87H ใช้หยุดการทำงานของ MCS–51 โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้ระบบ ทำให้ข้อมูลต่างๆ ภายใน MCS–51 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ MCS–51 ลงด้วย

2.4 หน่วยความจำภายนอก (External Memory)

MCS–51 สามารถอ้างหน่วยความจำภายนอกได้ 64กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64กิโลไบต์ MCS–51 จะใช้พอร์ท 0ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล่าง และใช้พอร์ท 0เป็นพอร์ทข้อมูล (Data) ด้วย โดยใช้ขา ALE มาคงค่าข้อมูลพอร์ท 0 และใช้พอร์ท 2เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8บิตบน)รวมขาอ้างตำแหน่ง 16เส้น ซึ่งอ้างได้ 64กิโลไบต์(นอกจากพอร์ท 0จะใช้งาน 2หน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะใช้ วิธีมัลติเพล็กระหว่างตำแหน่งกับข้อมูล พิจารณาจากรูป ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8บิตและเก็บได้ 64กิโลไบต์ จะต้องใช้สายสัญญาณ 24เส้น คือเป็นขาตำแหน่ง 16เส้น และขาข้อมูล 8เส้น ดังรูป
แต่ถ้าใช้วิธีมัลติเพล็กคือใช้ขา A0-A7 เป็นขาข้อมูลด้วยคือ D0-D7 จะใช้สายสัญญาณเพียง 16เส้นเท่านั้น จากรูปที่ 2.6จะเห็นว่าเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำจะส่งสัญญาณตำแหน่ง A0-A15 ออกมาก่อน 16เส้น และเวลาต่อมาขา A0-A7 จะถูกเปลี่ยนเป็น D0-D7



รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล

2.5 การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

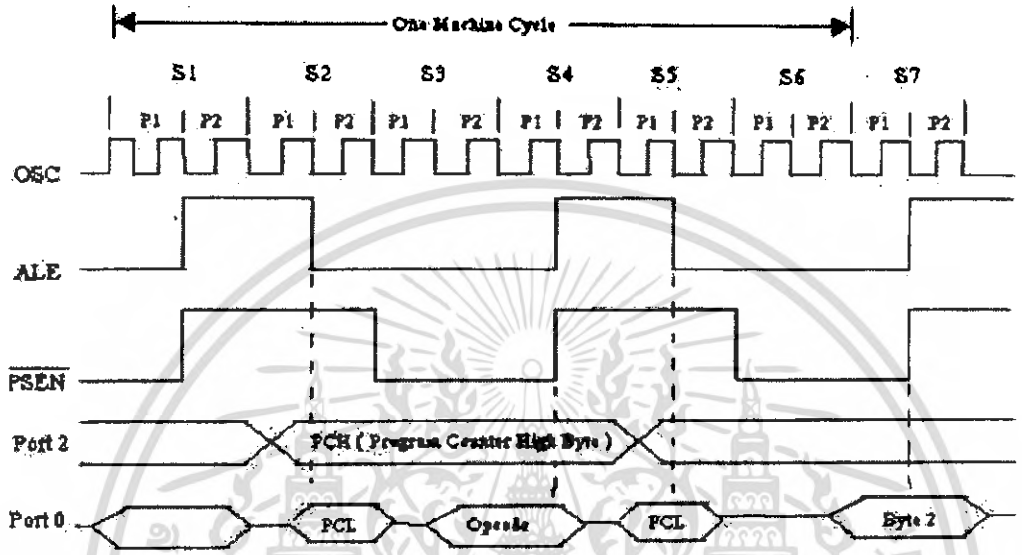
หน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS–51 สามารถอ่านและเขียนได้ การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS–51 จะส่งขากำหนดตำแหน่งออกไปทางพอร์ท 0และพอร์ท 2 จากนั้นจะส่งขา ALE เพื่อไปคงค่าตำแหน่ง 8บิตต่ำ โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นจะใช้ขา RD (P.7)และขา WR (P3.6) ตามลำดับ

2.6 การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปแกรมภายนอก MCS–51 จะส่งค่าตำแหน่งของหน่วยความจำออกไปก่อน ซึ่งค่าตำแหน่งจะเก็บอยู่ใน PC โดยส่งออกไปทางพอร์ท 0และพอร์ท 2 จากนั้นเวลาต่อมา ฃจะส่งขา ALE ให้เป็นลอจิก “0” เพื่อคงค่าตำแหน่งของ 8บิตต่ำ คือพอร์ท 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะส่งสัญญาณทางขา PSEN ให้เป็นลอจิก "0" เพื่ออ่านข้อมูลซึ่งจะได้ออปโค๊ด เข้าไปทางขาบัสข้อมูล คือพอร์ท 0ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกแสดงได้ดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

2.7กระบวนการรีเซ็ต (Reset Operation)

การรีเซ็ตหรือเริ่มต้นการทำงานใหม่ของ MCS–51 จะต้องใช้ลอจิก "1" ที่ขา RST เป็นเวลา 2คาบเวลา 1 (คาบเวลาเท่ากับ 12สัญญาณนาฬิกา) จากนั้นให้กลับเป็นลอจิก "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสื่อสารข้อมูล

3.1 ระบบสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Communication Systems)

การสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การส่ง (Transmission), การรับ (Reception), และการประมวลผลของข้อมูลหรือข่าวสาร ระหว่าง 2 จุดหรือมากกว่าด้วยการใช้อิเล็กทรอนิกส์ตัวกลางการสื่อสาร (Communication Medium) เป็นช่องทางหรือตัวกลางซึ่งสัญญาณของระบบสื่อสารใช้เป็นทางจากจุดส่งไปยังจุดรับ ซึ่งเราสามารถแบ่งชนิดของการสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ตามชนิดของตัวกลางการสื่อสารได้ 2 แบบ คือ

- **แบบมีสาย (WIRE)** สายในที่นี้อาจเป็นสายตัวนำไฟฟ้า 1 คู่ หรือเส้นใยนำแสง (OPTICFIBER)
- **แบบไร้สาย (WIRELESS) หรือวิทยุ (RADIO)** สัญญาณของระบบสื่อสารแบบ ไร้สายจะอยู่ในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งรวมถึงแสง

เครื่องส่ง (Transmitter) เป็นอุปกรณ์หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกออกแบบสำหรับแปลงสัญญาณจากแหล่งกำเนิดสัญญาณที่จะสื่อสารให้กลายเป็นสัญญาณที่มีรูปแบบและระดับพลังงานที่เหมาะสมกับตัวกลางการสื่อสารของแต่ละระบบเครื่องส่งอาจเป็นเพียงคีย์สวิตช์ของระบบโทรเลขแบบใช้สายหรืออาจเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์สลับซับซ้อนของระบบสื่อสารดาวเทียม สัญญาณที่จะสื่อสารอาจอยู่ในรูปของสัญญาณเสียงหรือภาพ หรือข้อมูลในรูปของสัญญาณดิจิตอล ซึ่งสัญญาณแต่ละชนิดจะมีค่าความกว้างของแถบความถี่ (BANDWIDTH) แตกต่างกัน ซึ่งความกว้างของแถบความถี่ของสัญญาณนี้ถือเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุดในการพิจารณาเลือกใช้หรือออกแบบระบบสื่อสาร

เครื่องรับ (Receiver) จะเป็นอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์อีกชุดหนึ่ง ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่รับมาได้จากตัวกลางให้กลายเป็นสัญญาณที่มีรูปแบบและระดับพลังงานเหมาะสมกับอุปกรณ์ปลายทางด้านรับ เช่น เครื่องรับของระบบโทรเลขใช้สายจะเป็นเพียงขดลวดโซลีนอยด์ (Solenoid) หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนของการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

3.2 สัญญาณในระบบสื่อสาร

สัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์เกือบทุกสัญญาณจะเกิดจากผลรวมของคลื่นซายน์หลายความถี่ การเดินทางของสัญญาณในวงจรจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งหรือการเดินทางของสัญญาณจากวงจรหนึ่งไปยังอีกวงจรหนึ่งหรือการเดินทางของสัญญาณจากระบบหนึ่งไปยังอีกระบบหนึ่ง สามารถพิจารณาเป็นการเดินทางของคลื่นซายน์ทุกความถี่ที่มีอยู่ในสัญญาณนั้นจากที่หนึ่งไปยังอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่หนึ่งในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic waves) ซึ่งอาจจะเป็นการเคลื่อนที่ผ่านตัวนำไฟฟ้า หรือตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ และการเคลื่อนที่ผ่านอากาศหรืออวกาศในรูปของการแผ่รังสี (Radiation) ความกว้างแถบความถี่ของสัญญาณ คือค่าแถบความถี่ของคลื่นซายน์หลายความถี่ที่รวมกัน

เป็นสัญญาณ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับผลต่างของความถี่สูงสุดกับความถี่ต่ำสุดที่มีอยู่ในสัญญาณ ถ้ามีสัญญาณมากกว่าหนึ่งสัญญาณในอาณาบริเวณเดียวกัน และสัญญาณเหล่านั้นมีค่าแถบความถี่ที่ทับซ้อนกัน จะทำให้เกิดการรบกวนซึ่งกันและกัน ถ้าระดับกำลังของสัญญาณต่าง ๆ ที่มีแถบความถี่ซ้อนทับกันมีค่าใกล้เคียงกันก็จะเกิดการรบกวนซึ่งกันและกันแต่ถ้าระดับกำลังของสัญญาแตกต่างกันมาก สัญญาณที่มีกำลังมากแทบไม่ถูกรบกวนจากสัญญาณที่มีกำลังต่ำกว่ามาก ในทางตรงกันข้ามสัญญาณที่มีกำลังต่ำจะถูกสัญญาณที่มีกำลังสูงกว่ากลบจนหมดในระบบสื่อสาร เราไม่สามารถส่งสัญญาณที่มีแถบความถี่ซ้อนทับกันผ่านตัวกลางของการสื่อสารเดียวกัน ภายในเวลาเดียวกันได้ สัญญาณใดก็ตามที่มีแถบความถี่ซ้อนทับกับสัญญาณที่เราต้องการสื่อสาร จะถูกเรียกว่า "สัญญาณรบกวน (NOISE)" การเดินทางของสัญญาณจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับจะถูลดทอนให้มีกำลังต่ำลงในขณะที่ผ่านตัวกลาง เมื่อสัญญาณมีกำลังไฟฟ้าลดลง จะมีโอกาสถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนที่อยู่ระหว่างเส้นทาง ยิ่งไปกว่านั้นภายในตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก็เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนอีกด้วย ถ้าความกว้างแถบความถี่ของสัญญาณยิ่งกว้างก็จะยิ่งเพิ่มโอกาสที่จะถูกรบกวนมากยิ่งขึ้น

3.3 แถบความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

จุดประสงค์ของ Electronic Communication คือ การติดต่อสื่อสารระหว่างจุด 2 จุด ข้อมูลข่าวสารของการสื่อสารจะต้องอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะสามารถแผ่กระจายผ่านตัวนำไฟฟ้า หรืออากาศ/อวกาศได้แถบความถี่ของสัญญาณ (Signal Bandwidth) คือ แถบความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สัญญาณครอบครองอยู่ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับผลต่างของความถี่สูงสุดกับความถี่ต่ำสุดของสัญญาณ ซึ่งความกว้างของแถบความถี่ของช่องสื่อสาร (Communication Channel Bandwidth) จะต้องมีความกว้างพอที่จะให้ความถี่ที่มีนัยสำคัญทั้งหมดของสัญญาณข้อมูลข่าวสารผ่านไปได้ทั้งหมด โดยที่ความกว้างของแถบความถี่ของช่องสื่อสาร: BW_{CH} จะต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าความกว้างของแถบความถี่ของช่องสัญญาณ: BWSIGNAL

$$BW_{CH} \geq BW_{SIGNAL} \qquad (2.1)$$

ความจุของข้อมูลข่าวสาร (Information Capacity) ของระบบสื่อสารเป็นจำนวนที่ใช้วัดความสามารถของระบบสื่อสารว่า สามารถจะส่งข้อมูลข่าวสารผ่านระบบได้เป็นประมาณเท่าใดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หนึ่งหน่วยของเวลา จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ระบบที่มีความกว้างของแถบความถี่ของช่องสื่อสารกว้าง ก็จะยิ่งมีความจุของข้อมูลข่าวสารสูง

กฎของ *"ฮาร์ทเลย์"* (Hartley's law) กล่าวว่า

$$I \alpha \quad BW_{CH} \times T \qquad (2.2)$$

เมื่อ I : ความจุของข้อมูลข่าวสาร (Information Capacity)

BW_{CH}: ความกว้างของแถบความถี่ของช่องสื่อสาร

T : เวลาที่ใช้ในการส่ง

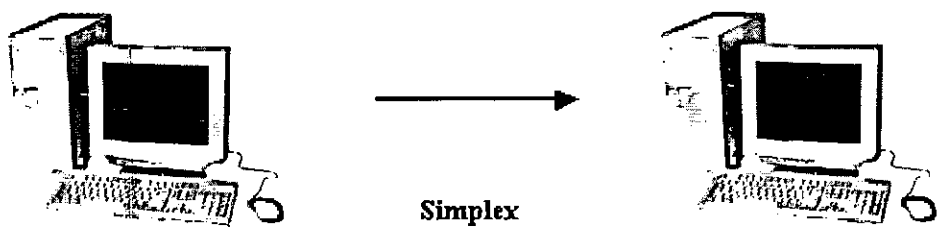
ถึงแม้ว่าระบบสื่อสารที่มีความกว้างของแถบความถี่ของช่องสื่อสารกว้าง จะมีความจุของข้อมูลข่าวสารมาก อย่างไรก็ตาม กฎพื้นฐานในการออกแบบระบบสื่อสารที่วิศวกรผู้ออกแบบพึงระลึกอยู่ตลอดเวลา คือ จะต้องพยายามทำให้ความกว้างของแถบความถี่ของช่องสื่อสารมีความกว้างให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยไม่ทำให้สูญเสียข้อมูลข่าวสารที่มีนัยสำคัญ เพื่อให้มีจำนวนของช่องสื่อสารให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะเป็นการเปิดโอกาสให้คนจำนวนมากได้ใช้ประโยชน์จากแถบความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีจำกัดร่วมกัน

3.4 รูปแบบของการสื่อสาร

เราสามารถแบ่งรูปแบบของการสื่อสารได้หลายรูปแบบหรือหลายชนิด เช่น แบ่งตามลักษณะของตัวกลางก็จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบมีสายกับแบบไร้สาย ถ้าแบ่งตามรูปแบบของสัญญาณก็จะสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ การสื่อสารแบบแถบฐานกับการสื่อสารแบบมอดดูเลชั่น ซึ่งไม่ว่าจะเป็นแบบใดในการส่งสัญญาณจำนวน n สัญญาณ ผ่านระบบสื่อสารในเวลาเดียวกันและผ่านตัวกลางเดียวกัน จะต้องใช้ช่องสื่อสารจำนวน n ช่องสื่อสาร แถบความถี่ของช่องสื่อสารแต่ละช่องจะซ้อนทับกันไม่ได้ และความกว้างของแถบความถี่ของช่องสื่อสารแต่ละช่องควรมีความกว้างให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยต้องไม่สูญเสียข้อมูลที่มีนัยสำคัญเราอาจแบ่งรูปแบบของการสื่อสารตามทิศทางของการสื่อสารหรือจำนวนของช่องสื่อสารได้3 แบบ คือ

1) แบบทิศทางเดียวหรือซิมเพล็กซ์ (One-Way หรือ Simplex)

ในการส่งสัญญาณข้อมูลแบบ simplex ข้อมูลจะถูกส่งไปในทางเดียวเท่านั้นและตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น การกระจายเสียงของ สถานี วิทยุ หรือ การแพร่ภาพทางโทรทัศน์ เป็นต้น

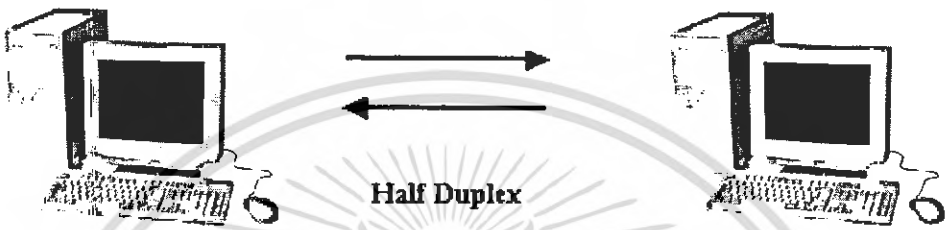


รูปที่ 3.1 รูปแบบ Simplex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

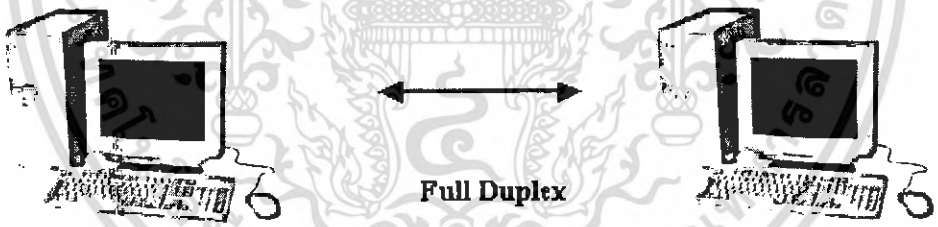
71973

2) แบบกึ่งทางกึ่งทางคู่หรือครึ่งดูเพล็กซ์ (Either-Way of Two Waysหรือ Half Duplex) การสื่อสารแบบ Half Duplex เราสามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้แต่ต้องสลับกันส่ง จะทำใน เวลาเดียว กันไม่ได้ ตัวอย่างเช่น วิทยุสื่อสารของตำรวจแบบ Walkly-Talkly ซึ่งต้องอาศัยการ สลับสวิตซ์ เพื่อแสดง การเป็นผู้ส่งสัญญาณคือต้องผลัดกันพูด บางครั้งเราเรียกการสื่อสารแบบ Haft Duplex ว่า แบบสายคู่ (Two-Wire Line)



รูปที่ 3.2 รูปแบบ Half Duplex

3) แบบทางคู่ (Full-Duplex) ในแบบนี้เราสามารถส่งข้อมูลได้พร้อมๆ กันทั้งสองทาง ตัวอย่างเช่น การพูดคุยโทรศัพท์ โดยสามารถสื่อสารพร้อมกันได้ทั้งสองฝ่าย บางครั้งเรียกการสื่อสารแบบทางคู่ว่าFour-Wire Line



รูปที่ 3.3 รูปแบบ Full-Duplex

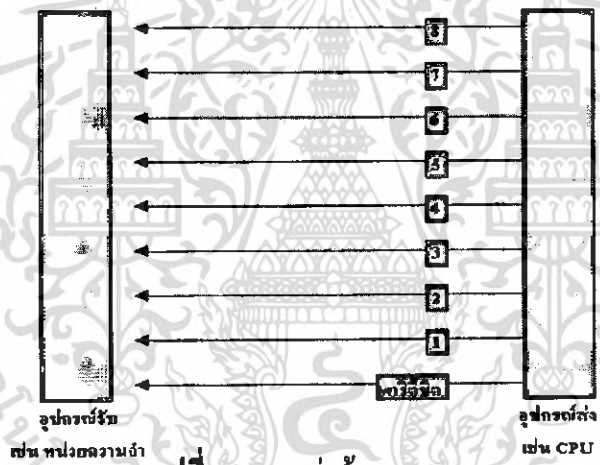
4) แบบสะท้อนสัญญาณหรือ เอ็กโคเพล็กซ์ (Echo-Plex) เป็นการส่งสัญญาณที่รวมทั้ง Half-DuplexและFull-Duplex ไว้รวมกัน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคีย์บอร์ดและจอภาพของเครื่อง Terminal ของ Main Frame หรือ Host คอมพิวเตอร์ ในระหว่างการคีย์ข้อมความผ่านคีย์บอร์ด เพื่อให้ Host คอมพิวเตอร์รับข้อความหรือทำตามคำสั่งข้อความหรือคำสั่งจะปรากฏบนจอภาพคอมพิวเตอร์ขอเครื่องTerminal ด้วยเช่นกัน เนื่องจากขณะที่สัญญาณตัวอักขระที่ถูกส่งจากคีย์บอร์ดไปยังHost ซึ่งเป็นแบบFull Duplex จะสะท้อนกลับมาปรากฏที่จอภาพเครื่องTerminal ด้วย

3.5 การส่งผ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

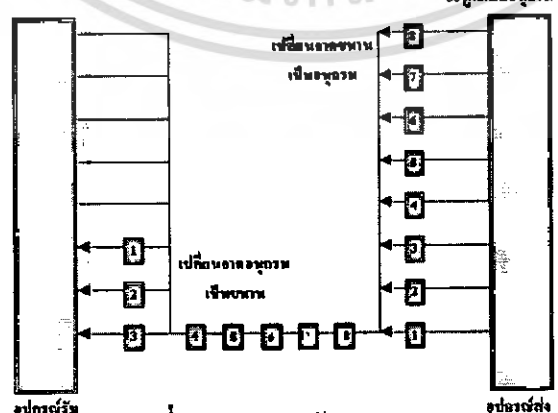
การส่งผ่านข้อมูลเป็นกระบวนการในการนำกลุ่มบิตข้อมูลจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่งหรือการส่งผ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ฝั่งส่งไปยังฝั่งรับ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนาน

3.5.1.การส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน (Parallel transmission) เป็นการส่งผ่านข้อมูลทีละหลายๆบิตจากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับพร้อมๆกัน และสายสัญญาณที่ใช้รับส่งจะต้องมีอย่างน้อยเท่ากับจำนวนบิตที่ส่งออกไปพร้อมกันข้อมูลแบบขนาน ข้อดีของการส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน คือ สามารถรับส่งข้อมูลได้รวดเร็ว และส่งข้อมูลได้ปริมาณละมากๆ ในหนึ่งหน่วยเวลา ข้อเสีย ได้แก่ ต้องใช้สายในปริมาณมาก ทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายมาก, การมัดสายหลายๆ เส้นรวมกันในเคเบิลเดียวกันทำให้สายมีขนาดใหญ่, คุณสมบัติของสายแต่ละเส้นไม่เหมือนกัน ทำให้ข้อมูลมาถึงเครื่องรับไม่พร้อมกันทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลที่เครื่องรับ



รูปที่ 3.4 การส่งข้อมูลแบบขนาน

3.5.2 การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial transmission) ใช้สายสัญญาณเส้นเดียวในการส่ง ผ่านข้อมูลทั้งหมด ทำให้ค่าใช้จ่ายถูกกว่าแบบขนาน แต่ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลช้ากว่าแบบขนาน



รูปที่ 3.5 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารแบบอนุกรม นับว่ามีความสำคัญ ต่อการใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์มาก เพราะสามารถใช้แป้นพิมพ์ และจอภาพของ PC เป็น อินพุต และ เอาต์พุต ในการติดต่อ หรือ ควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยสัญญาณอย่างน้อย เพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ

- สายส่งสัญญาณ TX
- สายรับสัญญาณ RX
- และสาย GND

โดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง, และ ปริมาณ สัญญาณ รบกวน

รูปที่ 3. 6 พอร์ตอนุกรมของ PC DB9 ตัวผู้ (Male)

รูปที่ 3.7 พอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอก DB9 ตัวเมีย (Female)

พอร์ตอนุกรมของ PC จะเป็นคอนเนคเตอร์แบบ DB9 ตัวผู้ (Male)

พอร์ตอนุกรม ของอุปกรณ์ภายนอก จะเป็นคอนเนคเตอร์แบบ DB9 ตัวเมีย (Female)

แสดงการจัดขา ของคอนเนคเตอร์ อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ

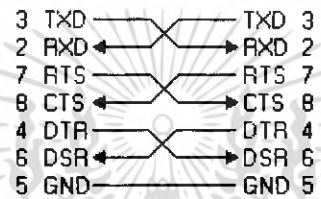
รูปที่ 3.8 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง

Pin	Description	Type
1.	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2.	Received Data (RXD)	Input
3.	Transmitted Data (TXD)	Output
4.	Data Terminal Ready (DTR)	Output

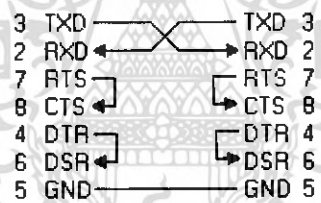
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.	Signal Ground (GND)	Input
6.	Data Set Ready (DSR)	Input
7.	Request To Send (RTS)	Output
8.	Clear to Send (CTS)	Input
9.	Ring Indicator (RI)	Input

การเชื่อมต่ออุปกรณ์อุกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9



รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem



รูปที่ 3.10 การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น

การทำงานของขาสัญญาณ DB9

TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล

RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล

DTR แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน, DSR ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่

- เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าต้องการติดต่อด้วย
- ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่

RTS แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล, CTS ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่

- เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา TXD เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF
- ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่

GND ขา ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

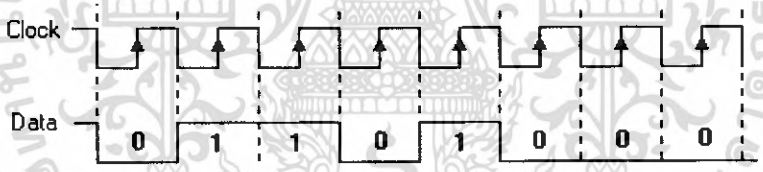
- สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับกราวน์ - เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง -3V ถึง -15V

  ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V

  - และเหตุที่ ระดับสัญญาณ ของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อสายสัญญาณไปได้ไกลขึ้น
- ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL

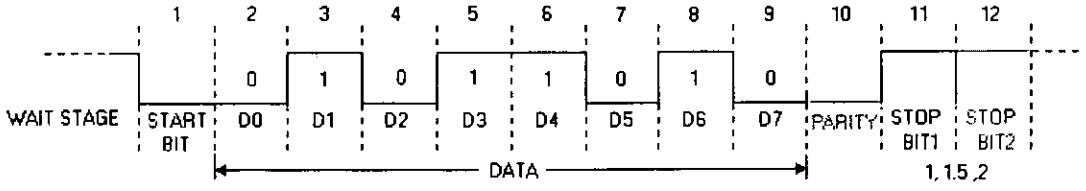
การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมแบ่งได้เป็น 2แบบ คือ การส่งผ่านข้อมูลแบบแบบอะซิง-โครนัส (Asynchronous) และการส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous)

1. การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย จึงจำเป็นต้องเพิ่มบิตเริ่มต้น บิตพาริตี้ และบิตปิดท้ายเพื่อให้ตัวรับทราบว่าส่วนใดเป็นข้อมูลที่ส่งออกมา



รูปที่ 3. 11 ส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

2. การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส คือ การส่งผ่านข้อมูลที่มีสัญญาณนาฬิกาเพิ่มเข้ามาเพื่อใช้ในการควบคุมการส่งข้อมูล ซึ่งสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวให้จังหวะในการติดต่อสื่อสารกัน ดั้งนั้นการสื่อสารแบบนี้จึงต้องเพิ่มสายสัญญาณนาฬิกาเข้ามาอีก 1เส้น



รูปที่ 3.12 ส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 รูปแบบของข้อมูลแบบอนุกรม

วิธีการที่จะทำให้ข้อมูลสื่อสารอนุกรมมีความความถูกต้องมากยิ่งขึ้น จะใช้การเพิ่มเติมบิตบาง อย่างร่วมกันไปกับข้อมูลจริง

1.บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด1 บิต บิตนี้มีหน้าที่บอกให้ภาครับทราบถึงตำแหน่งจุดเริ่มต้นของบิตข้อมูลใหม่ เพื่อทำการปรับจังหวะของสัญญาณการรับข้อมูลให้ตรงกัน โดยบิตเริ่มต้นจะถูกเพิ่มเข้าไปก่อนการส่งข้อมูลจริง ซึ่งบิตเริ่มต้นจะมีระดับลอจิกที่ตรงข้ามกับลอจิกของสภาวะสายสื่อสารขณะไม่มีการส่งข้อมูล

2 .บิตพาริตี้(Parity bit) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต บิตนี้มีหน้าที่เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยบิตพาริตี้จะนำไปแทรกต่อท้ายบิตข้อมูล การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (Odd) หรือ แบบคู่ (Even) หรือไม่มีการตรวจสอบก็ได้ การตรวจสอบพาริตี้เป็นการตรวจสอบจำนวนรวมของบิตที่มีลอจิก “1” ภาย- ในข้อมูลที่ส่งไป1ไบต์ว่ามีจำนวนรวมเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ โดยต้องรวมบิตพาริตี้เข้าไปด้วย โดยทางภาครับจะต้องทำการกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตี้ให้ตรงกัน ว่าจะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่ เมื่อรับข้อมูลก็จะทำการตรวจสอบค่าพาริตี้ให้ตรงกันว่าเป็นคู่หรือคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก 1ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาเป็นตัวเลขคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อมูลผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ การตรวจสอบความผิดพลาดแบบนี้เป็นการตรวจสอบข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะเชื่อถือได้เมื่อมีการส่งข้อมูลผิดพลาดเพียงบิตเดียว

3. บิตปิดท้าย (Stop bit) บิตปิดท้ายเป็นบิตที่เพิ่มเติมขึ้นเพื่อระบุถึงขอบเขตการสิ้นสุดของกลุ่มบิตข้อมูล

3.5.4 ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม มีหน่วยวัดเป็น บิดต่อวินาที (bit per second: bps) คือใน 1วินาทีมีการส่งส่งจำนวนบิตกี่บิด ส่วนการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1วินาที เรียกว่า บอดเรท (baud rate) หรืออัตราบอด เช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800 , 9,600 ,14,400 ,19,200, 38,400 ,56,000 เป็นต้น การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง,และปริมาณสัญญาณรบกวน

3.6 การเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมพอร์ตอนุกรม (Serial Port)

3.6.1 รู้จักกับมาตรฐาน RS-232C

มาตรฐาน RS-232C เป็นมาตรฐานที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์ต่อพ่วงจากผู้ผลิตที่ต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดได้รับการออกแบบขึ้นมา แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานที่ได้รับความนิยมและใช้กันกว้างขวางมากที่สุดคือ มาตรฐาน RS-232C ซึ่งถูกประกาศใช้ในปี 1969 โดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) ในยุคแรกๆการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232C ถูกออกแบบสำหรับเชื่อมต่อเทอร์มินอล (DTE: Data Terminal Equipment) กับโมเด็ม (DCE: Data Communication Equipment) ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลบนสายเส้นเดียวกัน

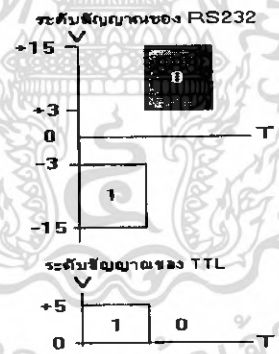
มาตรฐาน RS-232C ได้แบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2ประเภท ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองประเภทนี้คือ

1.อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล (Output)

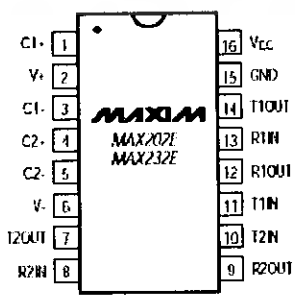
2.อุปกรณ์ DCE (Data Communication Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูล (Input)

ตามมาตรฐาน RS-232C แล้วคอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งคอนเน็กเตอร์ที่นิยมใช้กันอยู่จะเป็นชนิด D-Type แบบ 9ขา และแบบ 25ขา โดยจะติดตั้งอยู่หลังเครื่องคอมพิวเตอร์ ระดับแรงดันจะมีค่าระหว่าง 3-V ถึง -15 V สำหรับลอจิก High และลอจิก Low จะมีแรงดันระหว่าง 3+V ถึง 15+V สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสัญญาณสูงสุด50ฟุต หรือ 15 เมตร แต่ถ้าเราต้องการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นที่อยู่ห่างกันมากๆ เราจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อื่นๆเข้าช่วย เช่น การใช้โมเด็ม เป็นต้น

ระดับสัญญาณของ RS232

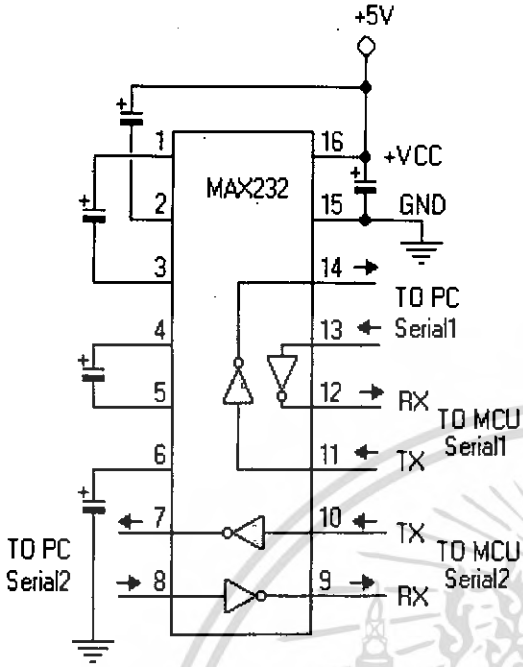


รูปที่ 3.13 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL

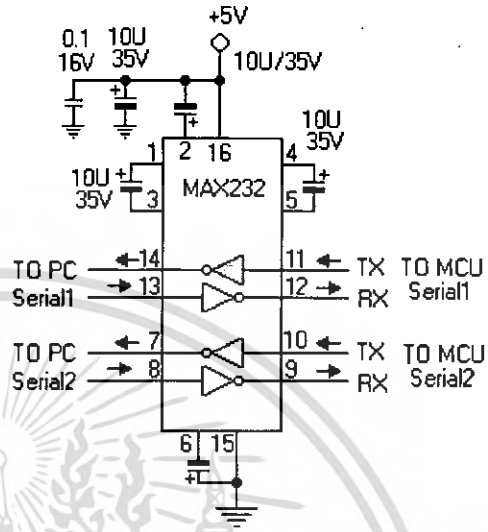


รูปที่ 3.14 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 วงจรภายใน MAX232

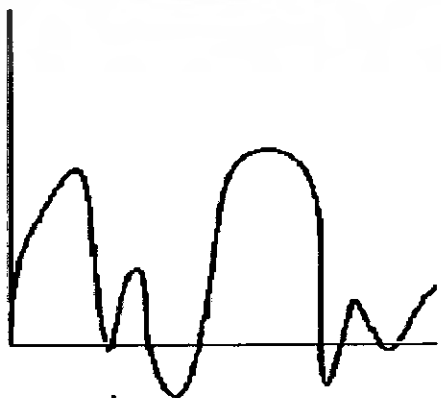


รูปที่ 3.16 การต่อใช้งาน MAX232 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.7 การสื่อสารไร้สายโดยการมอดูเลต

3.7.1ประเภทของสัญญาณ สัญญาณที่ใช้ในระบบสื่อสารนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น

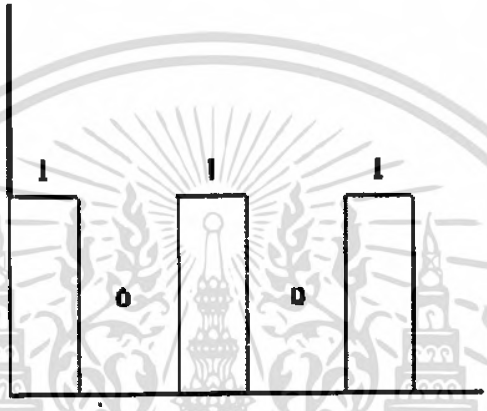
1.สัญญาณอนาลอก (Analog) ลักษณะของการส่งสัญญาณที่ออกไปนี้มีความต่อเนื่องกันตลอดเวลา นอกจากนี้จะไม่สนใจสิ่งที่บรรจุรวมอยู่ในสัญญาณ และเมื่อส่งสัญญาณออกไปเรื่อย ๆ นั้น ความเข้มข้นของ สัญญาณจะอ่อนลงไป ทำให้ต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการทวนสัญญาณระหว่างการส่ง ซึ่งเรียกว่า Amplifier แต่ในการใช้เครื่องขยายสัญญาณนั้นมีข้อเสียอยู่ตรงที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนดังนั้นในการส่งข้อมูลแบบ Analog นั้นจึงต้องมี Filter หรือตัวกรองสัญญาณรบกวนประกอบ อีกด้วย



รูปที่ 3.17 สัญญาณ Analog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณดิจิตอล (Digital) ในการส่งสัญญาณแบบ Digital นั้นจะสนใจทุกสิ่งทุกอย่างที่บรรจุมา ในสัญญาณ และประกอบขึ้นมาจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่า คือค่าสูงสุด และต่ำสุด (1หรือ 0) นอกจากนี้ ในการส่งสัญญาณนั้นจะต้องมีอุปกรณ์ทวนสัญญาณที่เรียกว่า Repeater เพื่อ Recover (กู้คืน) สัญญาณ ให้เป็น 1 หรือ 0 เสียก่อน แล้วค่อยทำการส่งสัญญาณที่ Recover แล้วไปใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.18 สัญญาณ Digital

3.7.2 การมอดูเลต และการดีมอดูเลต

การมอดูเลตสัญญาณ(Signal Modulation) ในการส่งสัญญาณข้อมูลข่าวสารนั้นจะสำเร็จได้ต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพของสัญญาณ และคุณลักษณะของสายสื่อสาร ซึ่งสัญญาณที่จะส่งนั้นจะมีอยู่ 2ลักษณะคือ สัญญาณอนาลอก (Analog) และ สัญญาณดิจิตอล (Digital) โดยการส่งสัญญาณไม่ว่าจะเป็น Analog หรือ Digital นั้นสามารถใช้ส่งสัญญาณได้เหมือนกัน เพียงแต่ต้องมีการแปรรูปแบบสัญญาณให้สมบูรณ์เสียก่อนที่จะเข้าไปในระบบสื่อสาร ด้วยวิธีการที่เรียกว่า "การกล้ำ" หรือ "การมอดูเลสัญญาณ" (Signal Modulation) เมื่อต้องการจะส่งสัญญาณเสียงหรือข้อมูลผ่านช่องทางการสื่อสารจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าช่วยพาสัญญาณเหล่านั้นให้เคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกทีหนึ่งขบวนการหรือขั้นต้อนในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวเราเรียกว่าการมอดูเลต(Modulation)พลังงานไฟฟ้าซึ่งมีความถี่สูงและคงที่รวมทั้งมีแอมปลิจูด (ขนาด) สูงด้วยนั้นเราเรียกว่าสัญญาณคลื่นพาห์ (Signal Carrier) อุปกรณ์สำหรับมอดูเลตสัญญาณ (Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูลเพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไปได้และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ซึ่งทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูลเราเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่าการดีมอดูเลต (Demodulation) เรื่องการมอดูเลตสัญญาณเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการสื่อสารข้อมูลการ

เลือกวิธีการมอดูเลตและการดีมอดูเลตที่เหมาะสมจะช่วยให้ท่านทำการส่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างมี

ประสิทธิภาพการมอดูเลตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) การมอดูเลตสัญญาณอนาลอก

2) การมอดูเลตสัญญาญดิจิตอล

3.7.3 การมอดูเลตสัญญาณอนาลอก

วิธีการมอดูเลตสัญญาณอนาลอกเพื่อส่งผ่านไปในช่องทางสื่อสารอนาลอกนั้น มี 3 วิธีด้วยกัน คือ

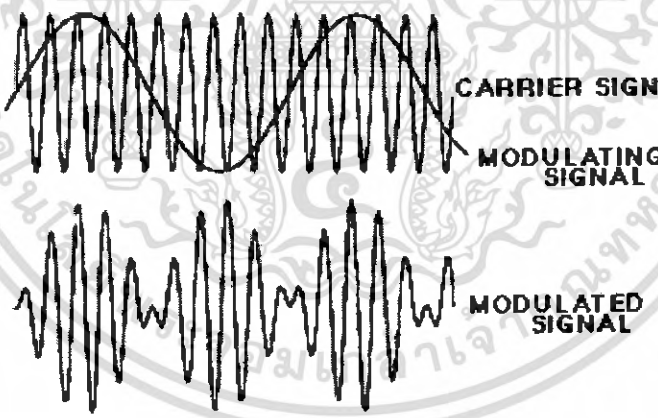
1. การมอดูเลตทางแอมปลิจูด (Amplitude Modulation, AM)

2. การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation, FM)

3. การมอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation, PM)

1. การมอดูเลตทางแอมปลิจูด (AM)

การมอดูเลตแบบAM เป็นวิธีการที่ดั้งเดิมที่สุดและสะดวกที่สุดดามรูปที่ 3.19



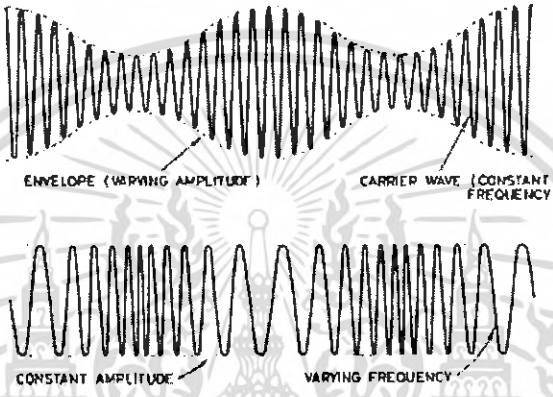
รูปที่ 3.19 การมอดูเลตสัญญาณแบบ AM

จะเห็นว่าความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์จะคงที่และสูงกว่าความถี่ของสัญญาณข้อมูลเพื่อให้สามารถพาสัญญาณข้อมูลไปได้ระยะทางไกลๆ จะเห็นว่าสัญญาณ AM ที่ มอดูเลตแล้วจะมีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์โดยมีขนาดหรือแอมปลิจูดของสัญญาณเปลี่ยนแปลงไปตามแอมปลิจูดของสัญญาณข้อมูล ข้อเสียของการมอดูเลตแบบAM คือ แบนด์วิดท์ของสัญญาณAM เป็นย่านความถี่ที่ไม่สูงนักทำให้สัญญาณรบกวน (Noise) จากภายนอกสามารถเข้ามารบกวนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การมอดูเลตทางความถี่ (FM)

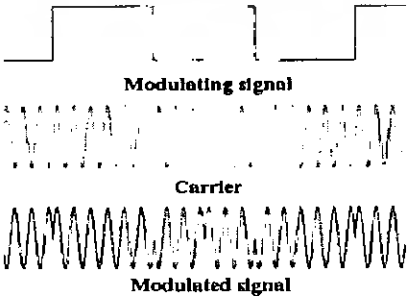
ตรงกันข้ามกับการมอดูเลตแบบ AM สัญญาณมอดูเลตแบบFM (ดูรูป 3.2) จะมีแอมปลิจูดคงที่แต่ความถี่ของสัญญาณจะไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสัญญาณข้อมูล ข้อเสียของการมอดูเลตแบบFMคือ ต้องการแบนด์วิดท์ที่มีขนาดกว้างเนื่องจากสัญญาณข้อมูลมีหลายความถี่ ดังนั้นจึงต้องหาวัสดุที่เป็นสายสื่อสารที่มีขนาดของแบนด์วิดท์กว้างทำ ให้ราคาของสายสื่อสารสูงขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 3.20 การมอดูเลตสัญญาณแบบ FM

3. การมอดูเลตทางเฟส (PM)

ในขณะที่การมอดูเลตแบบAM และ FM เป็นที่นิยมใช้ในการกระจายเสียงทางวิทยุวิธีการมอดูเลตแบบPM กลับ นิยมใช้กันในการแพร่ภาพสีทางทีวีวิธีการมอดูเลตแบบPM ออกจะเป็นเรื่องที่ยุ่งยากกว่าแต่ก็เป็นวิธีที่ดีในการส่ง สัญญาณข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่ต้องความเร็วในการส่งข้อมูลสูงนิยมใช้การมอดูเลตแบบPM โดยส่งผ่านระบบโทรศัพท์ ในการมอดูเลตแบบPM ครึ่งรอบของสัญญาณเราคิดเป็นมุมเฟสเท่ากับ180 องศา และเมื่อครบรอบจะคิดเป็น360 องศา สัญญาณมอดูเลตจะมีการเปลี่ยน(กลับ) มุมเฟสทุกครั้งที่มุมเฟสของการมอดูเลตสัญญาณอนาลอก



รูปที่ 3.21 การมอดูเลตสัญญาณแบบ PM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.4 การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล

ในการส่งสัญญาณ Digital โดยผ่านช่องทางสื่อสารของ Analog ที่เราคุ้นเคยกันได้แก่ การส่งข้อมูล คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ Digital ให้เป็น สัญญาณ Analog ย่านความถี่เสียง (โทรศัพท์ใช้ย่านความถี่เสียงประมาณ 300-3400 MHz) ที่เรียกว่า MODEM: Modulator-DEModulator ซึ่งเทคนิคในการ Modulate สัญญาณ Digital ให้เป็น Analog มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ

1. Amplitude – Shift Keying: ASK
2. Frequency – Shift Keying: FSK
3. Phase – Shift Keying: PSK

1. Amplitude – Shift Keying: ASK

การ Modulate เชิงเลขทาง แอมปลิจูดนี้ ความถี่ของสัญญาณ คลื่นพาห์จะคงที่ โดยเมื่อค่าสัญญาณ Digital เป็น 1 Carrier Wave จะสูงขึ้นกว่าปกติ และเมื่อค่าบิตเป็น 0 Carrier Wave จะตกลงกว่าปกติ แต่วิธีการนี้จะไม่ค่อยได้รับความนิยม เนื่องจากว่าถูกรบกวนจาก สัญญาณอื่นได้ง่าย

2. Frequency – Shift Keying: FSK

การ Modulation เชิงตัวเลขทางความถี่ขนาดของคลื่นพาห์ Carrier Wave จะไม่เปลี่ยนแต่ความถี่ของคลื่นจะเปลี่ยนแทนโดยเมื่อบิตมีค่าเป็น 1 ความถี่จะสูงกว่าปกติ และ เมื่อมีค่าเป็น 0 ความถี่ของคลื่นจะต่ำกว่าปกติขนาดของคลื่นพาห์ Carrier Wave จะไม่เปลี่ยน แต่ ความถี่ของคลื่นจะเปลี่ยนแทน

3. Phase – Shift Keying: PSK

การ Modulate เชิงเลขทางเฟส คือค่าของขนาด และความถี่ของ คลื่นพาห์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เฟสของสัญญาณจะเป็นตัวเปลี่ยนแปล กล่าวคือเมื่อสภาวะของบิตเป็น 0 หรือเป็น 1 เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน (Shift) ไป 180 องศาด้วย ซึ่งวิธีนี้จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุด ทำให้ได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่ว่าวงจรในการทำงานจะซับซ้อนกว่า และราคาอุปกรณ์ ก็แพงกว่าปกติ อีกด้วย

เปรียบเทียบการส่งสัญญาณแบบอนาลอกกับแบบดิจิตอล

1. สัญญาณรบกวนสัญญาณรบกวน (noise) ที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกขยายเมื่อสัญญาณถูกขยาย แต่สำหรับการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลจะไม่มีการขยายสัญญาณแต่จะเป็นการทบทวนสัญญาณใหม่ให้กลับเหมือนเดิม ดังนั้นค่าของอัตราส่วนของสัญญาณที่ส่งต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-Noise ratio, S/N) ของการส่งแบบดิจิตอลจึงดีกว่าการส่งแบบอนาล็อก

2.การมัลติเพล็กซ์การส่งสัญญาณข้อมูลจากแหล่งกำเนิดหลายแหล่งโดยผ่านตัวกลางสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งเดียวกันเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายเพียงแต่ต้องมีเทคนิคที่เรียกว่าการมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) และ การดีมัลติเพล็กซ์ (Demultiplex) เพื่อแยกแต่ละสัญญาณออกจากกันเมื่อสัญญาณทั้งหมดถึงปลายทางค่าใช้จ่ายในการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณในการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกนั้นแพงกว่าที่ใช้ในการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลมาก

3.ความเร็วความเร็วในการส่งสัญญาณข้อมูลในเครือข่ายแบบดิจิตอลสามารถทำได้เร็วและส่งได้มากกว่าในเครือข่ายแบบอนาล็อกแนวโน้มปัจจุบันและอนาคตของการส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายจะเป็นแบบดิจิตอลมากขึ้นและมากกว่าอนาล็อก ตัวอย่างเช่นถ้าท่านต้องการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ (อนาลอก) โดยผ่านโมเด็มเพื่อแปลงสัญญาณเป็นอนาล็อก ความเร็วสูงสุดที่ท่านสามารถส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์มีได้เพียง1,200-9,600 บิตต่อวินาทีแต่ถ้าท่านเปลี่ยนมาส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดิจิตอล ท่านสามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูงสุดถึง56,000 บิตต่อ วินาที

การดีมอดูเลตหรือการดีเทคท์ (Demodulation or Detection)

เป็นกระบวนการย้อนกลับของการมอดูเลต คือการแยกสัญญาณออกจากคลื่นพาห์ สัญญาณของระบบสื่อสารที่ไม่ผ่านขบวนการมอดูเลต เรียกว่า สัญญาณแถบฐาน (Base band Signal)

เราสามารถแบ่งชนิดของการสื่อสารตามรูปแบบของสัญญาณได้ 2 แบบ คือ

1. การสื่อสารแบบแถบฐาน (Base Band Communication) ในการสื่อสารแบบแถบฐานนี้จะต้องเป็นการสื่อสารแบบใช้สายเท่านั้น เราไม่สามารถส่งสัญญาณแถบฐานแบบวิทยุได้ยิ่งไปกว่านี้ สายส่ง 1 คู่สายสามารถส่งสัญญาณแถบฐานได้เพียง 1 สัญญาณในระยะเวลาเดียวกันเท่านั้น ในการส่งสัญญาณแถบฐานหลายสัญญาณผ่านตัวกลางเดียวกัน อาจทำได้โดยการสลับเวลาในการรับส่ง

2. การสื่อสารแบบมอดูเลชั่น หรือแบบผ่านแถบความถี่ (Band Pass Communication) ซึ่งจะเป็นการสื่อสารแบบมีสายหรือไร้สายก็ได้ ในกรณีที่เป็นแบบมีสาย สายส่ง 1 คู่สายสามารถส่งสัญญาณพร้อมกันได้หลายสัญญาณ

เหตุผลสำคัญที่จะต้องมีการมอดดูเลชั่น สำหรับระบบสื่อสารไร้สายมีดังต่อไปนี้

• สัญญาณแถบฐานที่เกิดจากต้นกำเนิดชนิดเดียวกันจะมีแถบความถี่ใกล้เคียงกัน เช่น เสียงมนุษย์ทุกคนก็จะมีแถบความถี่ประมาณ 300 Hz – 3 KHz คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกไปจะมีแถบความถี่ที่ซ้อนทับกัน ทำให้ข้อมูลของแต่ละข้อมูลรบกวนซึ่งกันและกันโดยผ่านการมอดูเลต เราสามารถเลื่อนแถบความถี่ของสัญญาณแถบฐานมิให้ซ้อนทับกันได้จากการเลื่อนแถบความถี่คลื่นพาห์ที่ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• เป็นการยากมากในการที่จะสร้างสายอากาศที่จะแผ่กระจายคลื่นของสัญญาณแถบฐานให้มีคุณภาพสูงตลอดย่านแถบความถี่ของสัญญาณแถบฐาน เนื่องจากสัญญาณแถบฐานมักมีความถี่ต่ำและแถบความถี่กว้าง (ค่าความถี่ต่ำสุดและความถี่สูงสุดต่างกันหลายเท่า) โดยการผ่านขบวนการมอดูเลตแถบความถี่ของสัญญาณ สัญญาณที่ถูกมอดูเลตจะมีค่าแถบความถี่เชิงสัมพัทธ์แคบลงมาก ทำให้สามารถสร้างสายอากาศที่สามารถแผ่กระจายคลื่นได้ดีตลอดแถบความถี่ของสัญญาณที่ถูกมอดูเลต โดยในการใช้สายอากาศแผ่กระจายคลื่นสายอากาศควรมีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น

• ในการส่งสัญญาณมากกว่า 1 สัญญาณผ่านสายตัวนำเพียง 1 คู่ จะต้องมีขบวนการมอดดูเลทเข้ามาเกี่ยวข้อง ในขบวนการมอดูเลต เราใช้คลื่นรูปซายน์ที่มีความถี่สูงเป็นพาหะ แล้วเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางอย่างของพาหะด้วยสัญญาณข่าวสาร โดยทั่วไปสัญญาณข่าวสารได้แก่ สัญญาณออดิโอ หรือเสียงพูด (สัญญาณภาพ หรือข่าวสารอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคลื่นพาหะนี้เรียกว่า การมอดูเลต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การประมวลผลภาพ

4. 1ระบบการมองเห็นภาพ (Vision System)

รูปภาพที่เราเห็นกันอยู่ ไม่ว่าจะเป็นภาพที่ถ่ายโดยใช้กล้องธรรมดา หรือแบบดิจิตอล ถ้าเรามองกันในแบบของคอมพิวเตอร์คือ จุดสีหลาย ๆ จุดที่นำมาเรียงต่อๆ กัน จนสามารถบอกได้ว่าเรียงกันเป็นรูปอะไร เนื้อหาของรูปภาพเป็นอย่างไร การมองเพื่อทำความเข้าใจรูปภาพหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพถ่าย หรือภาพที่เป็นแบบดิจิตอลในคอมพิวเตอร์ก็ตาม ในมุมมองของมนุษย์กับรูปภาพหรือมุมมองของคอมพิวเตอร์กับรูปภาพ เป็นคนละมุมกัน และแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง มนุษย์สามารถเข้าใจถึงเนื้อหาของภาพได้ว่าภาพที่ปรากฏนั้นให้ความพึงพอใจ ความน่าสนใจมากน้อยแค่ไหน และภาพนี้บอกอะไร สามารถสื่อถึงความรู้สึกอะไรบางอย่างได้หรือไม่ และอีกหลาย ๆ ความรู้สึกที่ได้จากการมองภาพ แต่เมื่อรูปภาพ ถูกนำมาทำเป็นภาพในคอมพิวเตอร์ มันจะรู้และเข้าใจภาพเป็นเพียงแค่เป็นจุดสีหลาย ๆ จุดที่เรียงต่อกันในความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพที่เหมาะสมภาพดิจิตอลถึงแม้จะเก็บอยู่ในรูปของไฟล์ในดิสก์ของคอมพิวเตอร์เอง หรือแม้แต่เราจะนำเอาภาพสวย ๆ มาเป็นวอลเปเปอร์พื้นหลังของ Desktop ใน Windows ก็ตาม มันก็ไม่อาจจะรู้และเข้าใจถึงเนื้อหาของภาพที่ปรากฏนั้นได้ ยกเว้นมนุษย์ที่เป็นผู้ใช้คอมพิวเตอร์นั้น ๆ จะเป็นผู้เห็นภาพ ๆ นั้นจึงจะบอกได้ว่านี่คือภาพที่สวยหรือไม่สวย

กลไกระบบการมองเห็นภาพ (Vision System) นั้น จะหมายความรวมถึงทุกสิ่งที่จำเป็นที่สามารถแปลงภาพนั้นๆเป็นรหัสดิจิตอล เพื่อนำมาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ได้ ,การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูล และการเสนอภาพที่ได้มาหลังจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลแล้ว ระบบการมองเห็นภาพนี้ ความยุ่งยากจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)
2. กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)
3.ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้งานระบบการมองเห็นอยู่มากมาย เช่น การใช้บาร์โค้ด,การพิมพ์สิ่งพิมพ์ต่างๆ,การประยุกต์ใช้งานในโรงงาน

4.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

การได้มาซึ่งภาพ หมายถึง การแปลงภาพในลักษณะทางกายภาพ ให้เป็นเซตของข้อมูลทางดิจิตอล ซึ่งเซตของข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลต่อไปก่อนที่จะได้ภาพมา โดยอันดับแรกเราจะต้องทำการถ่ายถาพเสียก่อน การถ่ายภาพ เป็น การแปลงภาพเชิงต่อเนื่อง (Continuous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Image) แบบ 3 มิติ ให้เป็นภาพเชิงต่อเนื่อง 2 มิติ โดยใช้อุปกรณ์เชิงแสง) Optical Device) เช่น กล้องถ่ายรูป เพื่อแปลงภาพให้มาเป็นภาพบนฟิล์ม, รูปถ่ายบนกระดาษ หรือภาพบนจอคอมพิวเตอร์ โดยปกติแล้ว ภาพที่เรามองเห็นกันอยู่นั้น มีทั้งความกว้าง, ความสูง และความลึก ซึ่งเป็นแบบ 3 มิติ นั่นเอง การถ่ายภาพด้วยกล้องจะทำให้เราได้ภาพมา แต่จะเป็นภาพที่มีแต่ความกว้าง และความสูง เท่านั้น ซึ่งเป็นภาพแบบ 2 มิติ เพราะเราไม่อาจจะถ่ายความลึกของสถานที่มาด้วยได้ ในส่วนของการบันทึกภาพนี้ เป็นหน้าที่ของกลไกทางแสงในตัวกล้อง ที่จะทำหน้าที่รับภาพเข้ามา

ฟังก์ชันของการได้มาซึ่งภาพนี้แบ่งเป็น 4 เฟส คือ

1. การส่องสว่าง(Illumination)
2. รูปแบบของภาพ หรือ การทำให้ภาพชัดขึ้น (Image formation or Focusing)
3. การตรวจจับภาพ หรือ การรับภาพ (Image detection or Sensing)
4. รูปแบบผลของสัญญาณที่ได้จากกล้อง (Formatting camera output signal)

การส่องสว่างเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสัญญาณอินพุท (Input signal) ที่จะส่งต่อให้กับ ระบบการมองเห็นภาพ เพราะฉะนั้นเราจึงต้องออกแบบ ให้มีการส่องสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยที่ชนิดและวิธีการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง จะมีผลต่อกำลังงานของแสงที่ส่งออกมา ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการประมวลผลภาพ และผลของสัญญาณที่ได้รับ

4.1.2กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ คือ การสร้างภาพใหม่โดยการแยกส่วนของข้อมูลที่เราสนใจ กับสิ่งรบกวน(Noise) ออกจากกัน โดยการทำงานพื้นฐานของการประมวลผลคือ การกำจัดสิ่งรบกวนของภาพ (Noise elimination), การปรับแต่งขอบภาพให้ดีขึ้น (Edge enhancement), การกรองภาพ (Filtering), การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่าระดับเกรย์ (Gray scale modification) โดยทั่วไปแล้ว จะใช้ฮาร์ดแวร์ในการประมวลภาพ แต่ถ้ามีการประมวลผลที่ซับซ้อนขึ้น ก็จะใช้ทั้ง ฮาร์ดแวร์ และซอร์ฟแวร์ ซึ่งการซับซ้อนของการประมวลผลจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน และจะมีวิธีการประมวลผล 3 อย่างคือ

1. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพเดียวกัน(Point by point one image)

คือการสร้างภาพใหม่โดยการเปลี่ยนค่าแบบจุดต่อจุด โดยจุดหนึ่งคือจุดในภาพเดิม และอีกจุดคือจุดในรูปภาพใหม่ที่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากรูปภาพเดิมแล้ว เช่น การแปลงภาพในระบบเลขฐาน 2 จากจุดที่มีค่าเป็น 0 ถูกเปลี่ยนเป็น 1 และจากค่า 1 ถูกเปลี่ยนกลับเป็น 0

2. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพที่แตกต่างกัน (Using corresponding points on different images)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือการสร้างภาพใหม่โดยการ จับคู่แต่ละจุดจากแหล่งภาพ 2 แหล่ง หรือมากกว่า จุดของรูปภาพที่แตกต่างกันสองจุดนี้ จะนำมาลบกันเพื่อหาค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อมูลของจุดในภาพใหม่เกิดจากการรวมกันของตัวเลขที่แตกต่างกันของภาพ 2 แหล่งนั้น

3. ที่บริเวณจุดนั้นในภาพนั้น(Using regional points in one image)

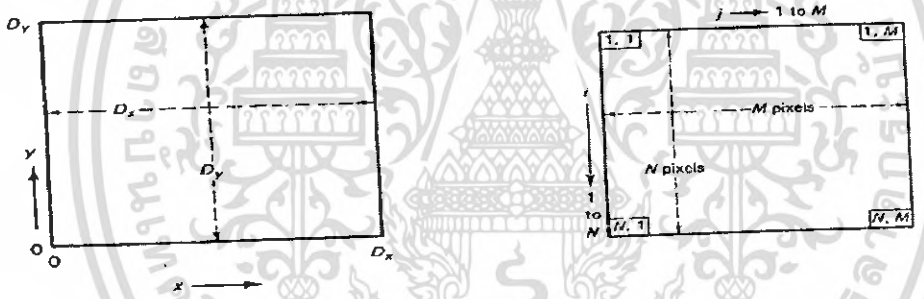
คือการสร้างภาพใหม่โดยการค่าเฉลี่ยรอบๆจุดนั้นในภาพนั้น ค่าของจุดในภาพใหม่ คือค่าเฉลี่ยของจุดในภาพนั้นอันเดิม

4.1.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

รูปแบบของการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับว่า จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ต่อในลักษณะใด หรือแสดงผลอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เช่น แสดงผลโดยการพิมพ์ ,การแสดงผ่านหน้าจอ,การแสดงผลในรูปแบบของสัญญาณควบคุม เป็นต้น

4.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผล (Image Processing Fundamentals)

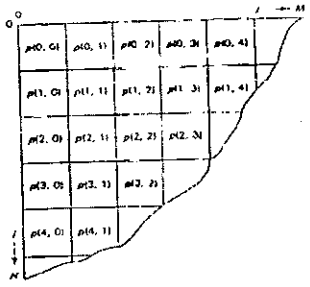
4.2.1 พิกเซล (Pixel)



รูปที่ 4.1 พิกเซล a) แสดงลักษณะของภาพ b) แสดงลักษณะของตำแหน่งพิกเซล เมื่อ $x=D_x/N$ ที่เพิ่มขึ้น, $y=D_y/M$ ที่เพิ่มขึ้น

N=จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในหลักหนึ่งๆ, M= จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแถวหนึ่ง

ในภาพหนึ่งๆ เราสามารถอธิบายได้ด้วยเมทริกซ์ของจุดพิกเซลขนาด $N X M$ โดยใช้คู่ลำดับ p(i,j) แทนค่าของจุดแต่ละจุด โดย i และ j ต้องไม่เป็นจำนวนสกาล่าร์ลบ และ p(i,j) นี้จะบ่งชี้ความเข้มข้นของแสงที่จุดนั้นๆของภาพค่าที่กำกับแต่ละ



รูปที่ 4.2 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมทริกซ์ภาพๆหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่กำกับแต่ละพิกเซลจะแสดงถึง ค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงในภาพ ที่จุดพิกเซลนั้นแทนอยู่ โดยที่ค่าของพิกเซลนี้จะเขียนแทนด้วย P_{ij} ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1

4.2.2ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในภาพหนึ่งๆนั้น เราสามารถแทนอาเรย์ (Array) $N \times M$ และค่าในแต่ละพิกเซล จะหมายถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงที่ตกกระทบถึงภาพที่จุดพิกเซลนั้น

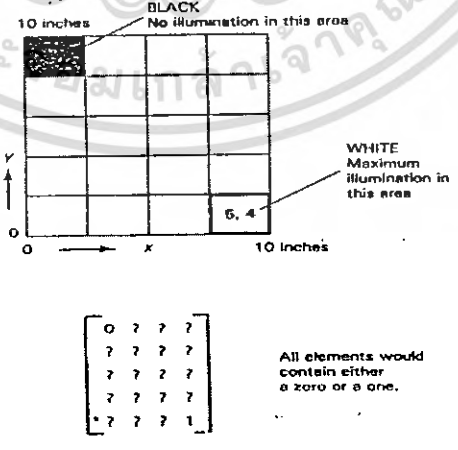
ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 2.3 เป็นภาพขนาด 10 X 10 นิ้ว ถ้าไม่มีแสงตกกระทบบริเวณด้านบนของภาพ แต่มีแสงตกกระทบมากที่บริเวณส่วนล่างของภาพ เราจะใช้เลขฐานสองแทนค่าความเข้มของการส่องสว่าง คือ 0 แทนบริเวณที่ไม่ถูกแสงเลย และ 1 แทนบริเวณที่มีความเข้มของแสงมากที่สุด

ในรูปที่ 2.3 นี้ เป็นภาพที่ถูกเขียนแทนด้วยเมทริกซ์ขนาด 5×4 (5 แถว ,4 หลัก (แต่ละองค์ประกอบของภาพมีขนาด 2.5×2.0 นิ้ว และค่าในแต่ละองค์ประกอบของภาพนี้ จะขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบเฉลี่ยบนพื้นที่นั้น

บริเวณองค์ประกอบที่มีขนาด 2.5×2.0 นิ้ว ตรงส่วนมุมบนซ้ายของภาพ จะถูกแทนด้วยตำแหน่ง(1,1) ซึ่งในเมทริกซ์ 5×4 มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าไม่มีแสงมาตกกระทบบริเวณองค์ประกอบที่มีขนาด 2.5×2.0 นิ้วตรงส่วนมุมขวาล่างของภาพ จะถูกแทนด้วยตำแหน่ง (5×4) มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีความเข้มของการส่องสว่างสูงสุด

ถ้าใช้ระบบ 16 ระดับเกรย์ (16 Gray Level System) แทนระบบฐานสอง จะได้ว่าที่จุดพิกเซล (1,1) จะมีค่าเท่ากับ 0 และที่จุดพิกเซล (5×4) มีค่าเท่ากับ 15

ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดค่าเทรชโฮล (Threshold value) ของความเข้มของการส่องสว่างที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนระดับจาก 0 เป็น 1



รูปที่ 4.3 a) ลักษณะของแสงที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิวภาพ
b) ค่าพิกเซลของภาพบนพื้นผิวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

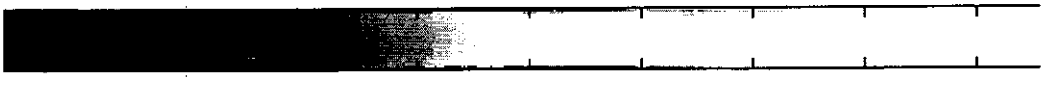
4.3 ระดับเกรย์(Gray Scale)

หากเราต้องการค่าของข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น จะต้องเพิ่มจำนวนบิตในการแสดงค่าของแต่ละพิกเซล เช่น ถ้าต้องการแบ่งความเข้มของการส่องสว่างให้มี 4 ระดับก็ต้องใช้เลขฐานสอง 2 บิต, 4 บิต สำหรับ 16 ระดับ และ 8 บิต สำหรับ 256 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับที่ใช้ในระดับเกรย์นี้ มักเป็นเลขยกกำลังของ 2 ส่วนคือค่าต่ำสุดคือ 0 ถูกกำหนดให้เป็นสีดำ และ 1 หรือตัวเลขที่น้อยกว่าค่าสูงสุดของระดับเกรย์อยู่ 1)เช่น 15 สำหรับระดับเกรย์ 16 ระดับ (ถูกกำหนดให้เป็นสีขาว ค่าที่กำหนดให้ในแต่ละพิกเซลมักเป็นจำนวนเต็ม

Gray Scale		Gray Value Range
2^1	2 values	0 , 1
2^3	8 values	0 to 7
2^4	16 values	0 to 15
2^8	256 values	0 to 255

ในยุคแรกๆของระบบการเห็นภาพ (Vision System) จะใช้ระบบเลขฐานสอง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีของไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessors) เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งในไมโครโปรเซสเซอร์จะมีหน่วยความจำอย่างน้อย 8 บิต เพราะฉะนั้นการแบ่งระดับเป็น 16, 64 หรือ 256 จึงเป็นเรื่องธรรมดา และในตอนนี้กำลังจะมากกว่า 256 ระดับ แต่ในการมองเห็นของมนุษย์สามารถแยกความแตกต่างได้เพียง 10 ถึง15 ระดับเท่านั้น ดังนั้นการแบ่งโดยละเอียดเป็น 64 หรือ 256 ทำให้มนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ จึงนำไปประยุกต์ใช้กับงานการประมวลผลภาพหรือใช้ในขบวนการทางอุตสาหกรรมด่างๆ

จึงอาจกล่าวได้ว่าจำนวนระดับเกรย์เป็นตัวจำกัดรายละเอียดของภาพ ยิ่งแบ่งระดับเกรย์เป็นหลายระดับ ก็จะยิ่งเพิ่มคุณภาพของภาพนั้นด้วย และการเพิ่มจำนวนพิกเซล เช่น จาก 32×32 เป็น 250×250 ก็จะเป็นการเพิ่มความระเอียด(Resolution) และรายละเอียด (Detail) ของภาพซึ่งจะแตกต่างจากการขยายภาพ (Zoom) เพราะการขยายภาพ เป็นการเพิ่มขยายของแต่ละพิกเซลให้ใหญ่ขึ้น ไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวนพิกเซล แต่การแบ่งระดับเกรย์เป็นการเพิ่มจำนวนของพิกเซล



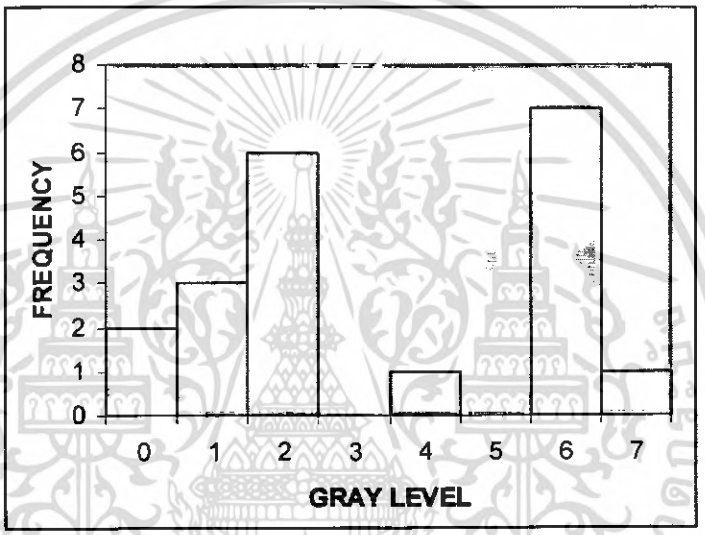
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างของระดับเกรย์ (Gray Scales)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ฮีสโตแกรม(Histogram)

ฮีสโตเกรมเป็นการแสดงให้เห็นถึงความถี่ของการนับจำนวนพิกเซล ที่มีค่าความเข้มแต่ละค่าหนึ่งๆ ในภาพระดับเกรย์ จากรูป 2.5 แกน x ในกราฟแสดงค่าระดับเกรย์ และแกย y แสดงค่าจำนวนพิกเซลในระดับเกรย์นั้น โดยฮีสโตแกรมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ทำการดิจิไตซ์ (Digitizing)
2. นับจุดพิกเซลในแต่ละระดับเกรย์
3. พลอตกราฟระหว่างจำนวนจุดกับระดับเกรย์



รูปที่ 4.5 ฮีสโตแกรมของ 8 ระดับเกรย์ จากเมทริกซ์ 4×5

รูปร่างของฮีสโตแกรมสามารถบอกลักษณะบางประการของภาพได้ เช่น ถ้าฮีสโตแกรมมีลักษณะที่แคบ จะหมายถึงขาดการคอนทราสต์ (Contrast) การแยกแยะความผิดแผกของในสภาพนั้น

ฮีสโตแกรมมีประโยชน์ในการกำหนดระดับเทรชโฮล (Threshold) ซึ่งก็คือการเปลี่ยนภาพระดับเกรย์ให้เป็นภาพระบบเลขฐานสอง (Binary) หรือเพื่อปรับปรุงบางส่วนของสเปกตรัม (Spectrum) ของระดับเกรย์

4.5 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)

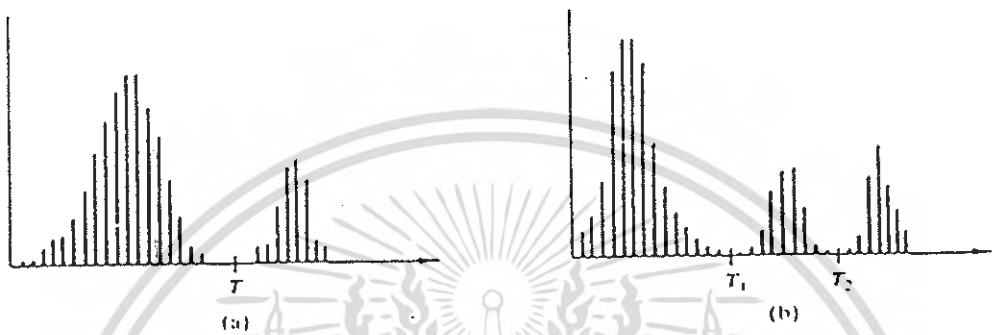
1. การเปลี่ยนแปลงความสว่าง (Global Alternative in brightness)

เป็นการใช้ค่าคงที่บวกหรือลบออกจากทุกพิกเซลของภาพ เพื่อเพิ่มหรือลดความสว่างของภาพ

2. การทำเทรชโฮล (Threshold)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการเปลี่ยนแปลงหรือหาแนวโน้มของค่าระดับเกรย์ในภาพเพื่อทำให้เป็นดีสครีท (Discreet) มากขึ้น โดยจะนำภาพมาทำฮีสโตแกรม แล้วกำหนดค่าระดับเกร์ที่แน่นอนขึ้นมาเพื่อที่จะเป็นจุดตัดทำเทรชโฮล จากนั้นจะทำการตัดหรือปิดส่วนของระดับเกรย์ที่เราไม่ต้องการออกไป ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์ a) ใช้เทรชโฮล 1 จุด (Single Threshold)
b) ใช้เทรชโฮลหลายจุด (Multiple Threshold)

ประโยชน์ของเทรชโฮล ได้แก่ การทำให้เป็นภาพไบนารี หากดูจากรูปที่ 2.6 a) จุดที่อยู่ในช่วงทางซ้ายมือทั้งหมดของจุดตัดเทรชโฮล T จะถูกทำเป็นสีขาว และจุดในช่วงทางขวามือทั้งหมดจะถูกทำให้เป็นสีดำ หรือการช่วยให้หาขอบของภาพได้ง่ายขึ้น เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก็เป็นการยากที่จะกำหนดจุดตัดเทรชโฮลที่ดีที่สุดออกมาได้

3. บันชิ่ง (Bunching) และการควอนไตซ์ (Quantize)

ในบางครั้งการบันช์ชิ่ง จะหมายรวมถึง การควอนไตซ์ ด้วยหรือใช้ลดระดับเกรย์ของภาพโดยไม่ต้องการลง

<u>หมายเหตุ</u> การควอนไตซ์ (Quantizing) และความผิดพลาด

การควอนไตซ์เป็นการประมาณค่าระดับเกรย์ให้เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจะเป็นไปตามกฎ คือ ถ้าเป็นจุดทศนิยมให้ปัดขึ้นทั้งหมด และการปัดนี้ก็คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4. สปลิทติ้ง (Splitting)

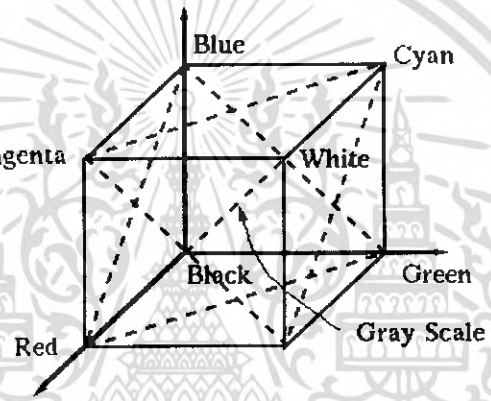
เป็นการเพิ่มความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มของระดับเกรย์ เช่น ถ้าเรามีตัวอักษรเขียนอยู่บนฉาก โดยตัวเลขมีระดับเกรย์ที่ 98, ฉากมีระดับเกรย์ที่ 99 ซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างเพียงเท่านี้ได้ และจะได้ฮีสโทแกรมที่มีลักษณะแบน เพราะฉะนั้นจึงแก้ปัญหาด้วยการสปลิทฮีสโทแกรม โดยทำการดึงค่า 99 ขึ้นเป็น 120 และดึงค่า 98 เป็น80 ซึ่งจะทำให้ระหว่างตัวเลขและตัวอักษรมีความแตกต่างกันมากขึ้นจนสามารถสังเกตแยกแยะได้

เทคนิคนี้จะมีประโยชน์มากในกรณีที่เราต้องการดึงเอาเฉพาะบางส่วนของภาพออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 โมเดลสีแบบ RGB

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



รูปที่ 4.7 แสดงรูปลูกบาศก์สีของโมเดลแบบ RGB

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

ในการแปลงภาพจากโมเดลสี RGB ให้อยู่ในรูปแบบภาพระดับเทานั้น สามารถทำได้โดยการ

ใช้สมการการแปลงดังนี้

$$\text{Gray scale intensity} = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad \text{....(2.1)}$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้สำหรับการแปลงภาพจากมาตรฐาน NTSC

$$\text{Gray scale intensity} = 0.333R + 0.333G + 0.333B \quad \text{....(2.2)}$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้ในการแปลงจาก RGB ไปเป็น HIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบดิจิตอลวีดีโอนั้น เรากล่าวถึงจำนวนบิตที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างสัญญาณแต่ละครั้ง เป็น
ตัววัดความละเอียดของภาพที่ได้เป็นจำนวนบิตต่อพิคเซล (bit per pixel : bpp)

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

4.7 บิตแมป (Bitmaps)

บิตแมปเป็นอาร์เรย์ของบิตเพื่อแสดงลักษณะของจุดพิกเซล(Pixel) ในที่นี้จะกล่าวถึงรูปแบบข้อมูลบิตแมปบนวินโดวส์ (Window) อย่างง่ายซึ่งมีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ GDI bitmaps และ DIBs bitmaps

ในส่วนของ GID bitmaps นั้นถูกนำเสนอโดย Microsoft Foundation Class Library version 2.0 C bitmaps Class ตัวบิตแมปออปเจคจะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลของวินโดวส์ ซึ่งถูกจักการภายใต้โมดูลวินโดวส์ GDI นั้นแสดงให้เห็นว่ามันขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ในโปรแกรมเราสามารถทำสำเนาข้อมูลบิตแมป แต่การจัดเรียงตัวเลขของแต่ละบิตนั้น จะขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์ที่ใช้งาน GDI bitmaps จะถูกรับส่งอย่างอิสระระหว่างโปรแกรมประยุกต์ภายในคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งๆ ได้ แต่ลักษณะที่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ดังนั้นการส่งผ่านโมเด็มหรือดิสก์จึงไม่เหมาะสม

DIB bitmaps เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของข้อมูลบิดแมปซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาในส่วนของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน คอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ตามที่ใช้งานวินโดวส์ สามารถที่จะประมวลผล DIB ได้ซึ่งโดยทั่วไปมักเก็บอยู่ในไฟล์ฟอร์แมต BMP เมื่อไฟล์ BMP ถูกอ่านขึ้นมาจากดิสก์ มันจะทำการแปลให้เป็น GDI bitmaps แต่โปรแกรมสามารถทำงานโดยตรงกับรูปแบบ DIB ได้เลยถ้าจำเป็น

4.8 ความสว่าง (Brightness)

ความสว่างเป็นคุณสมบัติของแสงที่มนุษย์เป็นผู้เป็นผู้กำหนดให้ระหว่างความสว่างมากที่สุดกับความมืด ความสว่างเป็นสิ่งที่รับรู้ได้แต่ไม่สามารถสัมผัสได้ ความสว่างสามารถรับรู้ได้เมื่อมีแสงตกกระทบกับเรดินารูปแท่งและรูปกรวยในตาของคนเรา ซึ่งจะก่อให้เกิดการตอบสนองที่ไม่เป็นเชิงเส้นและสลับซับซ้อน ความไวในการรับแสงของคนเราจะลดลงเมื่อแสงมีขนาดใหญ่มากขึ้น สำหรับความสว่างที่อยู่ในรูปภาพ สามารถแสดงได้โดย Brightness Histogram ซึ่งเป็นกราฟการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายตัวของกลุ่มตัวเลข ในกราฟนี้จะแสดงถึงระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลที่อยู่ในรูปภาพ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการแสดงให้เห็นถึงจำนวนพิกเซลในรูปภาพที่อยู่ในแต่ละระดับของสีเทาว่ามีอยู่จำนวนเท่าไร ในแต่ละสีระนาบสีที่แยกจากกันในรูปภาพประกอบไปด้วยพื้นที่ของสีขาว สีขาวนี้จะแสดงถึงค่าสูงสุดของแต่ละสีที่แยกจากกัน ตัวอย่างเช่น ในรูปภาพที่เป็นระนาบของสีแดง สีขาวจะแสดงถึงค่าสูงสุดของสีแดง ในขณะที่สีแดงถูกผสมด้วยสีเขียวหรือสีน้ำเงิน พิกเซลที่เป็นสีเทาจะปรากฏออกมา ส่วนพื้นที่ที่เป็นสีดำในรูปภาพนั้นจะแสดงค่าของพิกเซลที่ไม่มีค่าของสีแดงอยู่เลย

4.9 การทำเทรชโชลด์ (Thresholding techniques)

การทำเทรชโชลด์ถือว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญในการประมวลผลภาพในส่วนของการทำเซกเมนต์ภาพ ซึ่งจุดประสงค์ของการทำเซกเมนต์ภาพ คือ การแยกองค์ประกอบของภาพไปเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทางกายภาพของภาพนั้น และส่วนประกอบที่ถูกแยกออกมานั้นอาจถูกนำไปประมวลผลภาพในส่วนอื่นได้ต่อไป ซึ่งการทำเซกเมนต์ภาพจะมีหลักการทำงานในแนวเดียวกันกับสายตาของคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากภาพที่มองเห็นได้ และเทคนิคการทำเทรชโชลด์ซึ่งถือว่าเป็นเทคนิคในการแยกองค์ประกอบของภาพที่ง่ายเทคนิคหนึ่ง มีหลักการว่าจุดภาพที่มีคุณสมบัติอยู่ในบางช่วงใด ๆ จะถูกจัดเป็นกลุ่มได้โดยที่ระดับความเข้มหนึ่งนั้นสามารถที่จะแบ่งแยกกลุ่มของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มของวัตถุ (object) ซึ่งจะมีระดับความเข้มของภาพ g(x,y) ค่อนข้างต่ำ (มืด) กับกลุ่มของส่วนที่เป็นพื้นหลัง (background) ที่จะมีระดับความเข้มของภาพ g(x,y) ค่อนข้างสูง (สว่าง) ดังเช่นภาพที่ 2.8 ซึ่งแสดงฮิสโตแกรมของระดับความเข้มของภาพที่ถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับ จะเห็นได้ว่าการที่จะแยกกลุ่มข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจนย่อมสามารถทำได้โดยการเลือกค่าเทรชโชลด์ที่มีค่าความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองบนฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพ แล้วทำการตรวจสอบแต่ละจุดภาพว่าถ้ามีค่า g(x,y) น้อยกว่าค่าเทรชโชลด์ถือว่าเป็นจุดภาพของวัตถุที่แสดงได้ด้วยจุดดำ แต่หากว่าจุด g(x,y) นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโชลด์ก็ถือว่าเป็นจุดภาพในส่วนพื้นหลังที่แสดงได้ด้วยจุดขาว ดังนั้นข้อมูลภาพ gthr(x,y) ที่ผ่านการทำเทรชโชลด์สามารถนิยามได้ดังนี้

$$g_{thr}(x,y) = \begin{cases} 0 \text{ if } g(x,y) < T \\ 1 \text{ if } g(x,y) \geq T \end{cases} \quad \text{....(2.3)}$$

โดยที่

$g_{thr}(x,y)$ คือ ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นไบนารี

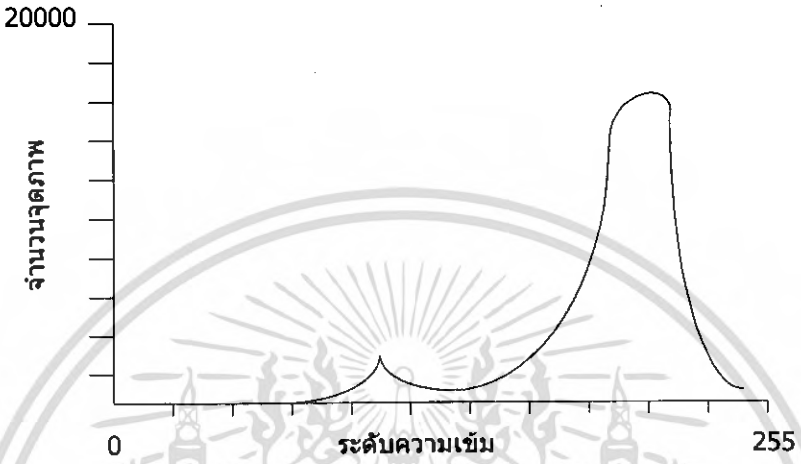
g(x,y) คือ ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T คือ ค่าเทรชโชลด์ เป็นค่าคงที่ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง L

0 คือ จุดดำ (ส่วนที่เป็นวัตถุ)

1 คือ จุดขาว (ส่วนที่เป็นพื้นหลัง)



รูปที่ 4.8 ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่มีความเหมาะสม
สำหรับการทำเทรชโชลด์แบบครอบคลุม

จะเห็นได้ว่า การทำเซกเมนต์ภาพโดยใช้เทคนิคการทำเทรชโชลด์เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ค่าเทรชโชลด์ที่ใช้นั่นเอง เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโชลด์ที่ไม่เหมาะสมแล้วภาพผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ถูกต้อง ดังนั้นปัญหาของการทำเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเทรชโชลด์นี้ก็คือทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรชโชลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพแต่ละภาพที่นำมาทำการเซกเมนต์ได้ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเทรชโชลด์ไว้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสมกับภาพที่แตกต่างกันไป

4.9.1 รูปแบบในการทำเทรชโชลด์

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

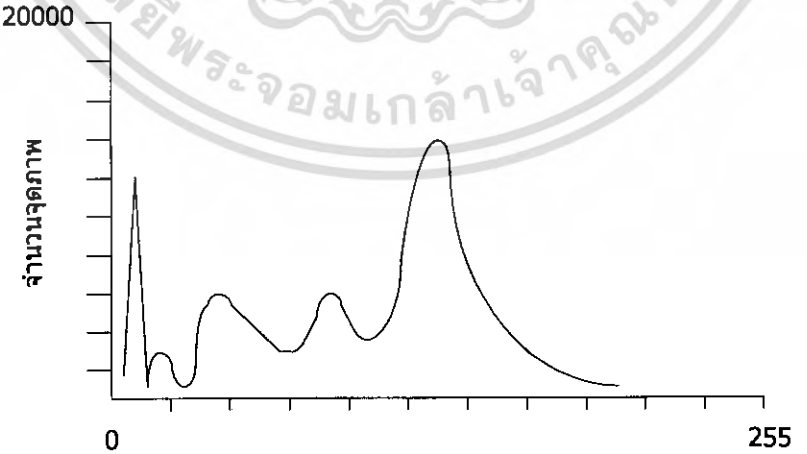
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเทรชโชลด์แบบครอบคลุม (Global Thresholding)

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

การทำเทรชโชลด์แบบปรับค่า (Adaptive Thresholding)

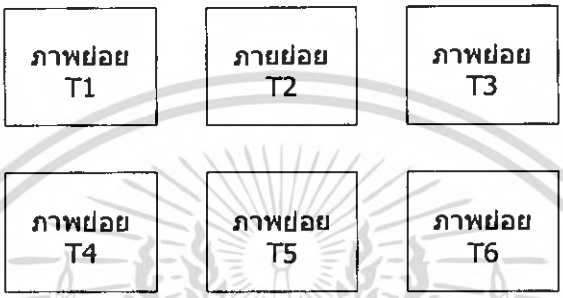
ในกรณีที่ข้อมูลภาพมีความไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุ หรือส่วนของพื้นหลัง หรือในทั้งสองส่วน ซึ่งภาพในลักษณะเช่นนี้ ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เกิดขึ้นอาจมีลักษณะดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.9 ฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เหมาะสมสำหรับการทำเทรชโชลด์แบบปรับค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ค่าเทรชโชลด์แบบครอบคลุมเพียงค่าเดียวกับภาพทั้งภาพนี้ อาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้สามารถแก้ไขได้โดยการแบ่งข้อมูลของภาพทั้งภาพออกเป็นภาพย่อย ๆ ที่แสดงได้ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งแต่ละภาพย่อยก็จะมีการหาค่าเทรชโชลด์ในรูปแบบที่กำหนดเพื่อหาค่าเทรชโชลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพย่อยนั้น และใช้ค่าเทรชโชลด์ที่ได้ทำการเซกเมนต์กับแต่ละภาพย่อยนั้น ขั้นตอนสุดท้ายคือนำแต่ละภาพย่อยที่ผ่านการทำเซกเมนต์แล้วมารวมกันตามพิกัดเดิม



รูปที่ 4.10 การแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ และหาค่าเทรชโชลด์ในแต่ละภาพย่อย

4.9.2 วิธีการหาค่าเทรชโชลด์

ขั้นตอนในการทำเซกเมนต์ดภาพโดยใช้เทคนิคเทรชโชลด์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัดนั้น สิ่งสำคัญที่สุด คือการหาค่าเทรชโชลด์ เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโชลด์ที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโชลด์มีค่ามากหรือน้อยเกินไป) หรือภาพที่ได้มีสิ่งรบกวน (noise) เกิดขึ้น แล้วย่อมเป็นผลทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่ตรงตามความต้องการ ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีโดยวิธีเทรชโชลด์นี้ก็คือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรชโชลด์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละภาพที่จะนำมาทำการเซกเมนต์ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเทรชโชลด์นี้ไว้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีก็เหมาะกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไป เช่น การหาค่าเทรชโชลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Preassigned threshold value), การหาค่าเทรชโชลด์จากค่ากลาง (Mid-range threshold value)และการหาค่าเทรชโชลด์โดยพิจารณาจากฮีสโตแกรม (Histogram threshold value) โดยที่แต่ละวิธีสามารถอธิบายได้ดังนี้

การหาค่าเทรชโชลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Preassigned threshold value)

การหาค่าเทรชโชลด์ด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เพราะสามารถหาค่าเทรชโชลด์ได้จากการกำหนดค่าเองจากผู้ใช้ (User) ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้นั้น ๆ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มของข้อมูลภาพอินพุท เช่นข้อมูลภาพอินพุทมีระดับเทา 256 ระดับ (0-255) ค่าเทรชโชลด์ที่สามารถเลือกได้ก็คือค่าที่อยู่ระหว่างค่า 0 ถึง 255 เมื่อเลือกค่าเทรชโชลด์ได้แล้วก็สามารถทำเซกเมนต์ได้โดยใช้สมการที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้การกำหนดค่าเทรชโชลด์ขึ้นมานี้ เช่น 50, 100, 200 อาจนำมาทดลองทำการเซกเมนต์ภาพก่อน แล้วดูผลลัพธ์ที่ได้ จากนั้นจึงเลือกใช้ค่าที่เหมาะสมที่สุดมาใช้งาน

การหาค่าเทรชโชลด์จากค่ากลาง (Mid-range threshold value)

การหาค่าเทรชโชลด์โดยพิจารณาจากค่ากลาง เป็นการหาค่าเทรชโชลด์ที่แตกต่างจากวิธีแรกเนื่องจากเป็นการหาค่าเทรชโชลด์โดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยการหาค่าเทรชโชลด์วิธีนี้ได้อาศัยการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในเรื่องของการหาค่ากลางแบบที่เป็นค่าเฉลี่ย (Mean) มาประยุกต์ใช้ ค่าเทรชโชลด์ที่คำนวณได้จะเป็นค่าที่ได้จากค่ากลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum level) และหาค่าระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum level) ของข้อมูลภาพอินพุท สำหรับการคำนวณค่ากึ่งกลางนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$T = \frac{\text{Max}\,[g(x, y)] + \text{Min}\,[g(x, y)]}{2} \qquad \ldots. (2.4)$$

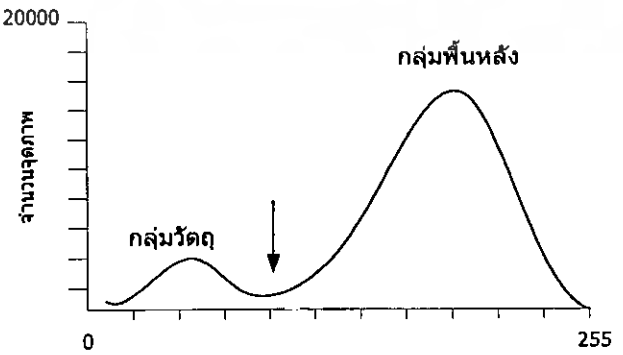
โดยที่

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

เมื่อคำนวณค่าเทรชโชลด์ได้แล้ว ก็สามารถทำการเซกเมนต์ภาพได้โดยนำค่าเทรชโชลด์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.3

การหาค่าเทรชโชลด์โดยพิจารณาจากฮิสโตแกรม (Histogram threshold value)

การหาค่าเทรชโชลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮิสโตแกรมระดับเทาของข้อมูลอินพุท โดยที่การหาค่าเทรชโชลด์วิธีนี้ ข้อมูลภาพอินพุทที่เหมาะสมต้องมีลักษณะที่สามารถแบ่งแยกเป็นสองกลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มหนึ่งจะเป็นกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นพื้นหลัง ซึ่งแนวคิดในการคำนวณค่าเทรชโชลด์โดยวิธีนี้สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 4.11 แนวความคิดในการคำนวณค่าเทรชโชลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮิสโตแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการคำนวณหาค่าเทรชโชลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮีสโตแกรม สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ข้อมูลภาพอินพุทมีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ
2. คำนวณหาฮีสโตแกรมระดับความเข้มของภาพหน้าเอกสาร โดยการนับจำนวนจุดภาพที่ระดับความเข้มแต่ละระดับ
3. จากฮีสโตแกรมจะพบว่าจะเกิดกลุ่มของระดับความเข้มสูงสุด (Peak) 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของพื้นหลัง
4. เลือกค่าที่ต่ำที่สุด (Valley) ที่อยู่ระหว่างสองกลุ่มนั้น กำหนดค่านี้เป็นค่าเทรชโชลด์
5. ทำการเซกเมนต์ภาพ โดยนำค่าเทรชโชลด์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.3

จากขั้นตอนการทำงานข้างต้น ถ้าได้ทดลองทำกับภาพ 256 ระดับเทาที่เป็นภาพตัวอักษรบนพื้นกระดาษที่สีอ่อนกว่า ซึ่งเมื่อทำการสร้างฮีสโตแกรมระดับเทาของภาพแล้วจะปรากฏกลุ่มของข้อมูลสูงสุด (Peak) 2 กลุ่ม คือกลุ่มของข้อความ และกลุ่มของพื้นหลัง จากนั้นทำการเลือกค่าต่ำสุด (Valley) ระหว่าง 2 กลุ่มนั้นเป็นค่าเทรชโชลด์ ซึ่งค่าที่ได้จากวิธีนี้จะมีค่าที่เที่ยงตรงที่สุด แต่อย่างไรก็ตีวิธีนี้ไม่เหมาะสมกับภาพที่ไม่สามารถแยกกลุ่มของสิ่งที่อยู่ในภาพได้อย่างชัดเจน ระหว่างกลุ่มของวัตถุและกลุ่มของพื้นหลัง เนื่องจากว่าถ้าหากภาพอินพุทไม่สามารถแยกแยะได้แล้วจะทำให้ค่าเทรชโชลด์ที่คำนวณได้ผิดไปจากความเป็นจริง คืออาจจะมากหรือน้อยเกินไป อันเป็นผลทำให้ได้ภาพที่ไม่เหมาะสม รายละเอียดบางส่วนขาดหายไปได้

4.10 การกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise reduction)

การกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพ เป็นกระบวนการส่วนแรกก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพจริง (Preprocessing) เพื่อกำจัดภาพที่ไม่พึงประสงค์ออกจากภาพนั้น สัญญาณรบกวนบนภาพอาจเกิดจากขั้นตอนการเก็บภาพ หรือขั้นตอนการส่งผ่านข้อมูลภาพจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เป็นต้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

4.10.1 การกรองแบบหาค่าเฉลี่ย (Average filtering)

การกรองภาพด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยนี้เป็นการกรองแบบเป็นเชิงเส้นซึ่งมีวิธีการคำนวณหาค่าความเข้มใหม่ (R) ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ภายใต้หน้าต่างขนาด 3 X 3 ที่แสดงเป็นกรณีทั่วไปดังรูปที่ 2.6 ตามสมการ

$$R = W_1z_1 + W_2z_2 + \ldots + W_9z_9 \qquad \ldots.(2.5)$$

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

W1	W2	W3
W4	W5	W6
W7	W8	W9

รูปที่ 4.12 หน้าต่างขนาด 3x3 ที่บรรจุค่าคงที่ไว้

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

4.10.2 การกรองแบบมัธยฐาน (Median filtering)

การกรองแบบมัธยฐานเป็นการกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีหลักการสำคัญคือ การครอบหน้าต่างที่มิได้บรรจุค่าใด ๆ ไว้ลงบนข้อมูลภาพ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเรียงลำดับจากค่าต่ำสุดไปหาค่าสูงสุดจากนั้นก็เลือกค่าที่อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางข้อมูลที่เรียงลำดับนั้นมาเป็นค่าความเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหม่ (R) ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลางภายใต้หน้าต่างนั้น เช่น ใช้หน้าต่างขนาด 3 X 3 กับข้อมูลภาพดังรูปที่ 2.7 (a) จากนั้นนำค่าความเข้มภายในตารางมาเรียงลำดับเป็น 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 9 แล้วเลือกเอาค่าลำดับที่ 5 ซึ่งในที่นี้เป็นค่า 1 เป็นค่าความเข้มใหม่ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลางหน้าต่างขณะนี้ ทำเช่นนี้ไปจนตลอดทั้งข้อมูลภาพจะได้รูปที่ 2.7(b) เป็นข้อมูลที่ผ่านการกรองแล้ว จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการกรองแบบนี้ อาจจะได้ข้อมูลเดิมหรือค่าใหม่ก็ได้ ถ้าหากข้อมูลตัวใดที่มีค่าแตกต่างไปจากค่าของจุดภาพรอบข้างมาก ก็จะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวนและถูกกำจัดออกไป วิธีนี้มีข้อดีกว่าวิธีกรองแบบหาค่าเฉลี่ย คือ สามารถลดสัญญาณรบกวนได้ดีและยังรักษาความคมชัดของขอบภาพไว้ได้ด้วย

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

(a) ข้อมูลภาพ

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

(b) ข้อมูลภาพที่ผ่านการกรองแล้ว

รูปที่ 4.13 การกรองภาพแบบมัธยฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

อัตราส่วนทองคำ

GOLDEN RATIO

อัตราส่วนทองคำ (Golden ratio) ฟี (Phi)

Phi (Φ) (อ่านออกเสียงว่า "ฟี") ก็คือตัวเลข 1.618... เป็นค่าคงที่ของธรรมชาติ ที่มีคุณสมบัติที่น่าทึ่งหลายประการ แต่คุณสมบัติที่น่าสนใจที่สุด ของ Phi ก็คือ Phi มีความเกี่ยวพัน กับลำดับเลขฟีโบนักชี เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ก็เป็นเพราะว่า ถ้าเอาเลขฟีโบนักชีตัวใดตัวหนึ่งมา แล้วหารด้วยเลขฟีโบนักชี ในลำดับที่มาก่อนหน้าหนึ่งตำแหน่ง มักจะได้ผลหารเท่ากับ หรือใกล้เคียงกับ Phi หรือ 1.618... เสมอ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเรานำเลขฟีโบนักชีสองจำนวน ที่อยู่ติดกันมาหารกัน เช่น 309/191 จะได้ผลหารเท่ากับ 1.6179 หรือเอา 118/73 จะได้ผลหารเท่ากับ 1.6164 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Phi เป็นอย่างมาก และถ้าเราพิจารณาเลขฟีโบนักชีที่มีค่ามากๆ จะพบว่าอัตราส่วนของเลขสองจำนวนจะเท่ากับ 1.6180339887... เสมอ ค่าที่แท้จริงของ Phi เท่ากับประมาณ 1.61803398874989...

สี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ (Golden Rectangle)

คือ สี่เหลียมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนด้านยาวต่อด้านสั้นเท่ากับอัตราส่วนทองคำ หรือ phi นั่นเอง ความพิเศษของสี่เหลี่ยมทองคำก็คือถ้าเราแบ่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส และส่วนที่สองเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าก็จะพบว่าสี่เหลี่ยมผืนผ้าอันเล็ก ที่เกิดขึ้นมาใหม่ก็ยังคงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำเช่นเดียวกัน ซึ่งถ้าเรายังแบ่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ ที่เกิดขึ้นใหม่ด้วยวิธีการเดียวกันนี้ ก็จะได้สี่เหลี่ยมจตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ ที่มีขนาดเล็กลงไปเรื่อยๆ ซ้ำไปซ้ำมาจนไม่รู้จบเพื่อให้เข้าใจสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำมากขึ้น ลองพิจารณาจากรูปประกอบนี้ ถ้าสมมุติให้สี่เหลี่ยม ABCD เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนทองคำแล้ว จะทำให้ AD/AB = AE/ED = phi โดยที่ FE = AE และ FE/ED= phi จะส่งผลให้สี่เหลี่ยม FCDE เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนทองคำเช่นเดียวกันซึ่งจะทำให้ AD/EF = BD/CE = phi เช่นเดียวกัน

Phi มีบทบาทในการเป็นรากฐานที่สำคัญให้กับธรรมชาติ คน สัตว์ พืช หรือแม้แต่อะตอม ซึ่งต่างก็มีสัดส่วนที่ตรงกับอัตราส่วนของ Phi ต่อ 1 อย่างน่าอัศจรรย์ !จึงทำให้การปรากฏอยู่ ของตัวเลข Phi ในธรรมชาติ มีมากเกินกว่าที่จะเป็นการบังเอิญ จนราวกับว่าตัวเลข Phi ถูกสร้างขึ้นโดยพระเจ้า จนนักคณิตศาสตร์ชาวอิตาเลียน ชื่อ Luca Pacioli จึงได้เรียบเรียงตำราขึ้นมาเล่มหนึ่งชื่อ The Devine Proportion (สัดส่วนแห่งสวรรค์) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ Phi ขึ้นมาโดยเฉพาะ จนถึงทุกวันนี้ได้มีการค้นพบว่า Phi เข้าไปเกี่ยวข้องกับธรรมชาติ และสิ่งต่างๆอย่างมากมาย เช่น ศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ในวงการศิลปะ, สถาปัตยกรรม เช่น พีระมิดอียิปต์, คนตรี, เกลียวสับปะรด, หลุมดำ, ซุปเปอร์โนว(supernova) และทฤษฎี string ฯลฯ ตัวอย่างของสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ Phi มีดังนี้

อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวรอบเปลือกหอยนอติลุส

อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของวงขดเกลียวของเมล็ดทานตะวันแต่ละวงเทียบกับวงถัดไป

อัตราส่วนของสัดส่วนหน่วยโครงสร้างร่างกายมนุษย์ เช่น ระยะจากหัวถึงพื้นหารด้วยระยะจากสะดือถึงพื้น ระยะจากไหล่ถึงปลายนิ้วมือหารด้วยระยะจากข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ หรือระยะจากสะโพกถึงพื้นหารด้วยระยะจากหัวเข่าถึงพื้น เป็นต้น

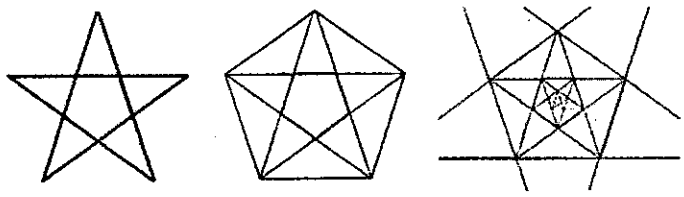
งานศิลปะและสถาปัตยกรรมของจำนวนมากมาย เช่น มหาวิหารพาร์ธีนอน (Parthenon) ในเอเธนส์ หรือ มหาวิหารน็อตเตอร์ดาม (NotreDame Cathedral) ในปารีส เป็นต้น

รูปที่5.1 สี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำที่ปรากฏอยู่บนใบหน้าและส่วนต่างๆของ โมนาลิซา

โมนาลิซา ซึ่งเป็นภาพวาดที่มีชื่อเสียงมากที่สุดรูปหนึ่งของโลก ที่วาดขึ้นโดย เลโอนาร์โด ดา วินชีเดอะวิทรูเวียนแมน (The Vitruvian Man) เป็นภาพวาดที่มีชื่อเสียงมากของ เลโอนาร์โด ดาวินชี เนื่องจากเป็นภาพ ที่แสดงออกถึงความสามารถทางการวาดภาพ ที่เป็นศิลป์ผนวกกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของดาวินชีในการกำหนดสัดส่วน ทางคณิตศาสตร์ของร่างกายมนุษย์ โดยดาวินชีได้นำ Phi มาให้ในกำหนดสัดส่วนต่างๆ ของร่างกาย จนได้ภาพวาดของมนุษย์เพศชาย ที่มีรูปร่างสมบูรณ์แบบ และมีสัดส่วนถูกต้องมากที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นผลงาน ทางด้านกายวิภาคศาสตร์ ที่ก้าวล้ำสมัยมาก ซึ่งในเวลาต่อมา ได้กลายเป็นหนึ่งในสัญลักษณ์ ทางวัฒนธรรมของมนุษยชาติ

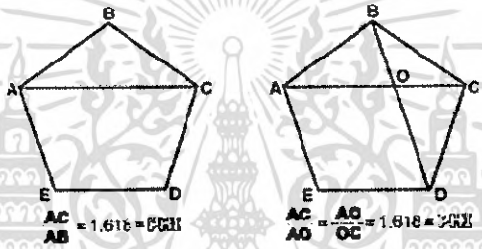
เพนตาเคิล (Pentacle) หรือรูปดาวห้าแฉก เป็นสัญลักษณ์ของศาสนา ยุคก่อนคริสตกาล มีความหมาย ในการเป็นตัวแทนของเพศหญิง โดยที่เพนทาเคิล จะมีความเกี่ยวข้องกับ Phi เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนต่างๆ ถูกที่แบ่งโดยเส้นทุกเส้น ในเพนทาเคิลจะมีค่าเท่ากับ Phi ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แสดงอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นทแยงมุมกับความยาวด้านของรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่าจะมีค่าเท่ากับ Phi

ส่วน **เพนตากอน (Pentagon)** หรือรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า ก็มีความเกี่ยวข้องกับ Phi ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นทแยงมุมกับความยาวด้านของรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่าจะมีค่าเท่ากับ Phi เสมอ



รูปที่5.3 แสดงอัตราส่วน ระหว่างความยาวเส้นทแยงมุม กับความยาวด้าน ของเพนตากอน และความยาวของส่วนต่างๆ ที่เกิดจากการตัดกัน ของเส้นทแยงมุม จะมีค่าเท่ากับ Phi เสมอ

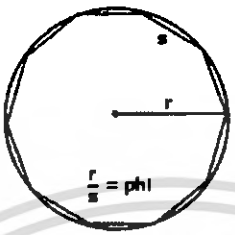
เพนตาเคิล(รูปดาวห้าแฉก)และเพนตากอน(รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า)ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่นิยมใช้ในทางศาสนา ลัทธิความเชื่อ และวงการศิลปะ ต่างก็มีความสัมพันธ์กับ Phi หรืออัตราส่วนทองคำ (golden ratio) เป็นอย่างมากจนน่าอัศจรรย์ใจ ซึ่งถ้าสังเกตรูปประกอบ ให้ดีจะเห็นว่า ทั้งเพนตาเคิลและเพนตากอน ซ้อนกันไปมาอย่างไม่รู้จบ และสัดส่วนต่างๆที่เกิดขึ้นจากเส้นที่ตัดกันไปมา ต่างก็มีความสัมพันธ์กับ Phi ทั้งสิ้น

นอกเหนือไปจากสี่เหลี่ยมผืนผ้าทองคำ และรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่าหรือเพนตากอนแล้ว รูปเรขาคณิตชนิดอื่นๆ ก็มีอัตราส่วนทองคำด้วยเช่นกัน เช่น รูปสามเหลี่ยมทองคำ และรูปสิบเหลี่ยมทองคำ เป็นต้น

รูปสามเหลี่ยมทองคำแบบมุมแหลม (Golden Triangle) ที่มีด้านยาวต่อด้านสั้นเป็นอัตราส่วนทองคำ ซึ่งมีสามเหลี่ยมทองคำแบบมุมแหลมและแบบมุมป้านขนาดเล็กซ้อนทับกันซ้ำไปซ้ำมาอย่างไม่รู้จบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปสิบเหลี่ยมทองคำ(Golden deacons) หรือรูปสิบเหลี่ยมด้านเท่าที่บรรจุอยู่ภายในวงกลม จะพบว่าอัตราส่วนระหว่างรัศมีวงกลม (r) ต่อความยาวด้านของรูปสิบเหลี่ยม (s) จะมีค่าเท่ากับ phi



รูปที่ 5.4 อัตราส่วนระหว่างรัศมีวงกลม (r) ต่อความยาวด้านของรูปสิบเหลี่ยม (s) จะมีค่าเท่ากับ Phi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

เซอร์โวมอเตอร์

6.1 รายละเอียดเกี่ยวกับเซอร์โวมอเตอร์

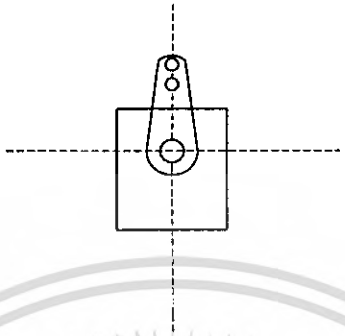
เซอร์โวมอเตอร์อุปกรณ์สำหรับการขับเคลื่อนหุ่นยนต์หรืองานที่ต้องการการกำหนดการหมุน
เป็นช่วงๆ หรือตามองศาที่ต้องการ โดยกำหนดการหมุนในลักษณะครึ่งวงกลมโดยจะรับสัญญาณพัลส์ (Pulse) ที่ตำแหน่งซ้ายสุด เซนเตอร์ และขวาสุด 2.5 ms ภายในตัวเซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วยแผงควบคุมซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการหมุนหรือเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ชุด Gear ที่ติดตั้งไว้ภายในประกอบด้วยเฟืองพลาสติก ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มกำลังหรือแรงบิด ให้กับตัวเซอร์โวมอเตอร์ การรับสัญญาณพัลส์ (Pulse) จากไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับสัญญาณเพียง 1 I/Oเท่านั้น จึงประหยัดขา I/Oได้มากกว่าการใช้ Step moter ติดตั้งง่ายเพราะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมและมีขนาด 1.6 x 0.8 x 1.4 นิ้ว น้ำหนัก 1.75 oz. (49 g) ใช้ไฟได้ตั้งแต่ 4.8 – 6 Volts DC กินกระแส 9.7 mA. (Idle) 130 mA. (Moving)

6.2 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

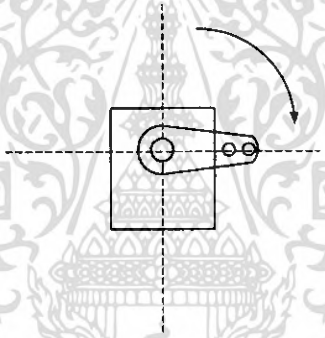
เซอร์โวมอเตอร์ ประกอบด้วย มอเตอร์ความเร็วสูง ภายในมีเฟืองทดรอบ ให้หมุนช้าลงเพื่อจะได้มีกำลังแรงบิดที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีวงจรควบคุมมอเตอร์ ซึ่งวงจรนี้จะนำค่าแรงดันเฉลี่ยของพัลส์รูปที่เหลี่ยม เข้าไปเปรียบเทียบกับค่าแรงดันค่าหนึ่งที่มีอยู่ในวงจร ถ้าค่าต่างกันวงจรควบคุมจะสั่งให้มอเตอร์หมุนไปตามทิศทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างพัลส์ โดยที่แกนเฟืองทดรอบจะถูกพ่วงไปขับแกนของ VR (ตัวต้านทานปรับค่าได้) ซึ่งอยู่ในวงจรควบคุมมอเตอร์ ในขณะที่มอเตอร์หมุน VR จะถูกปรับค่าทำให้ค่าแรงดันเปรียบเทียบของวงจรควบคุมมอเตอร์เปลี่ยนไปด้วย จนกระทั่งค่าเฉลี่ยของพัลส์ในวงจรควบคุมมอเตอร์ เท่ากับค่าเฉลี่ยของพัลส์ที่เข้ามา จึงทำให้มอเตอร์หยุดหมุนได้เซอร์โวมอเดอร์จะมีสายไฟ 3เส้นคือ สายไฟเลี้ยง สายกราวด์ และสายสัญญาณพัลส์ควบคุมซึ่งลักษณะของสัญญาณ เซอร์โวมอเตอร์จะรับสัญญาณพัลส์ (Pulse) เพื่อใช้ในการกำหนดการหมุน สัญญาณพัลส์ที่ได้มีความกว้าง 1.5ms จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์กลับมาอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง (Centered) เมื่อสัญญาณพัลส์มีความกว้างเพิ่มมากขึ้น เช่นถ้าต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนมาทางขวา (Right) ก็ต้องเพิ่มความกว้างของช่วงพัลส์จาก 1.5ms เพิ่มมาเป็น1.8 1.9 2.0 2.1 ms เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนตามมาทางขวาเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มความกว้างของช่วงพัลส์ ไปจนถึง 2.5 msซึ่งเป็นตำแหน่งที่เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่งขวาสุด (Full Right) ในทำนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

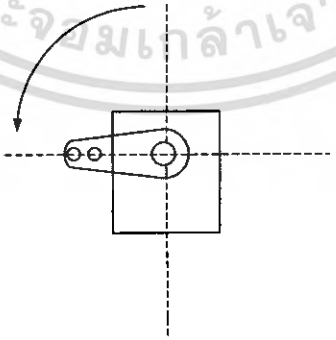
กลับกันถ้าต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย (Left) ก็ต้องลดช่วงพัลส์ให้แคบลงไปเรื่อยๆ จนไปถึง 0.5 ms เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนมาทางซ้ายสุด (Full Left) รูปที่ 5.1ดังต่อไปนี้



ก.แสดงการตอบสนองของเซอร์โวเมื่อจ่ายพัลส์ขนาด 1.5ms



ข .แสดงการตอบสนองของเซอร์โวเมื่อจ่ายพัลส์ขนาด 2 ms



ค .แสดงการตอบสนองของเซอร์โวเมื่อจ่ายพัลส์ขนาด 1ms

รูปที่ 6.1 แสดงการตอบสนองของเซอร์โวมอเตอร์ต่อสัญญาณพัลส์ในความถี่ที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นถ้าจ่ายสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างมากหรือน้อยกว่าความกว้างของพัลส์ 1.5 ms ก็จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนต่างทิศกัน ทั้งตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา โดยตำแหน่งของแขนหมุนเซอร์โวมอเตอร์จะเบี่ยงเบนออกจากจุดกึ่งกลางเป็นสัดส่วนกับความกว้างของพัลส์ที่จ่ายให้

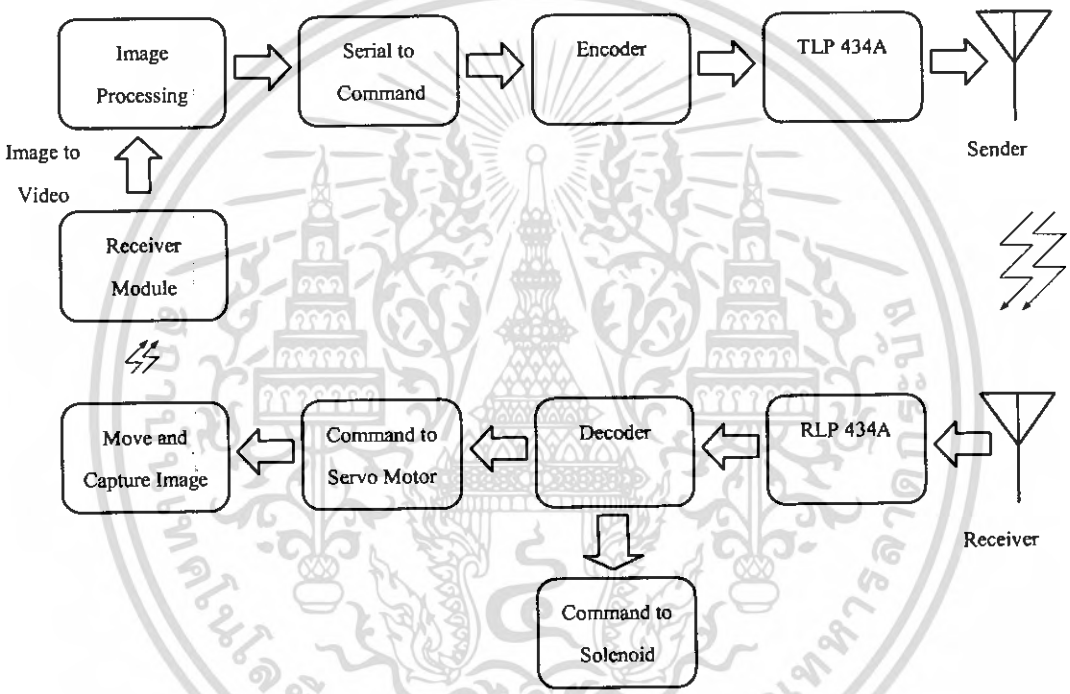
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การออกแบบและการทำงานของวงจร

7 1.บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจร

การทำงานของวงจรกล้องติดตามเป้าหมายมีบล็อกไดอะแกรมการทำงานดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของการติดตามหน้าและการรู้จำใบหน้า

7.2 ระบบการทำงานของวงจร

การทำงานของวงจรคือการที่นำเอาสัญญาณจากกล้องวีดีโอ มาทำการประมวลผลภาพสีผิวมนุษย์โดยเริ่มจากรับภาพผ่านมาทางกล้องวีดีโอ ส่งให้คอมพิวเตอร์ทำการเก็บค่าที่ได้แล้วทำการประมวลผลค่าภาพนั้นเพื่อหาตำแหน่งของเป้าหมาย จากนั้นคอมพิวเตอร์จะทำการส่งค่าข้อมูลที่ได้สั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการควบคุมกล้องซึ่งติดตั้งอยู่กับเซอร์โวมอเตอร์เพื่อให้หมุนติดตามสีผิวนั้นไป

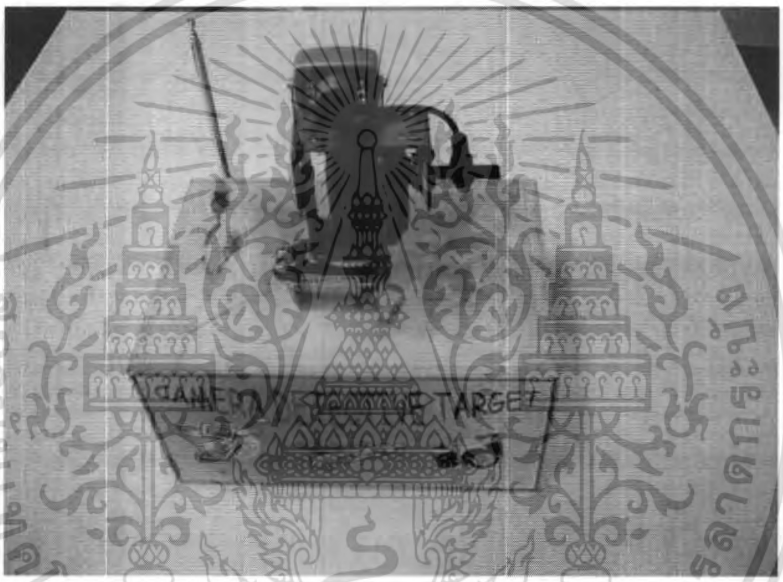
7.3 อุปกรณ์และการประกอบติดตั้ง

อุปกรณ์หลักๆมีดังนี้คือ

1. เซอร์โวมอเตอร์จำนวน 2ตัว
2. กล้องวีดีโอไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวยึดระหว่างกล้องวีดีโอกับเซอร์โวมอเตอร์
4. เครื่องคอมพิวเตอร์และการ์ดวีดีโอ
5. สายนำสัญญาณและขั้วต่อ DB9
6. ไอซีอินเตอร์เฟส MAX 232
7. โมดูล TLP315 และ RLP315
8. ไอซีเข้ารหัส HT12E และถอดรหัส HT12D
9. ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 และ AT89C2051

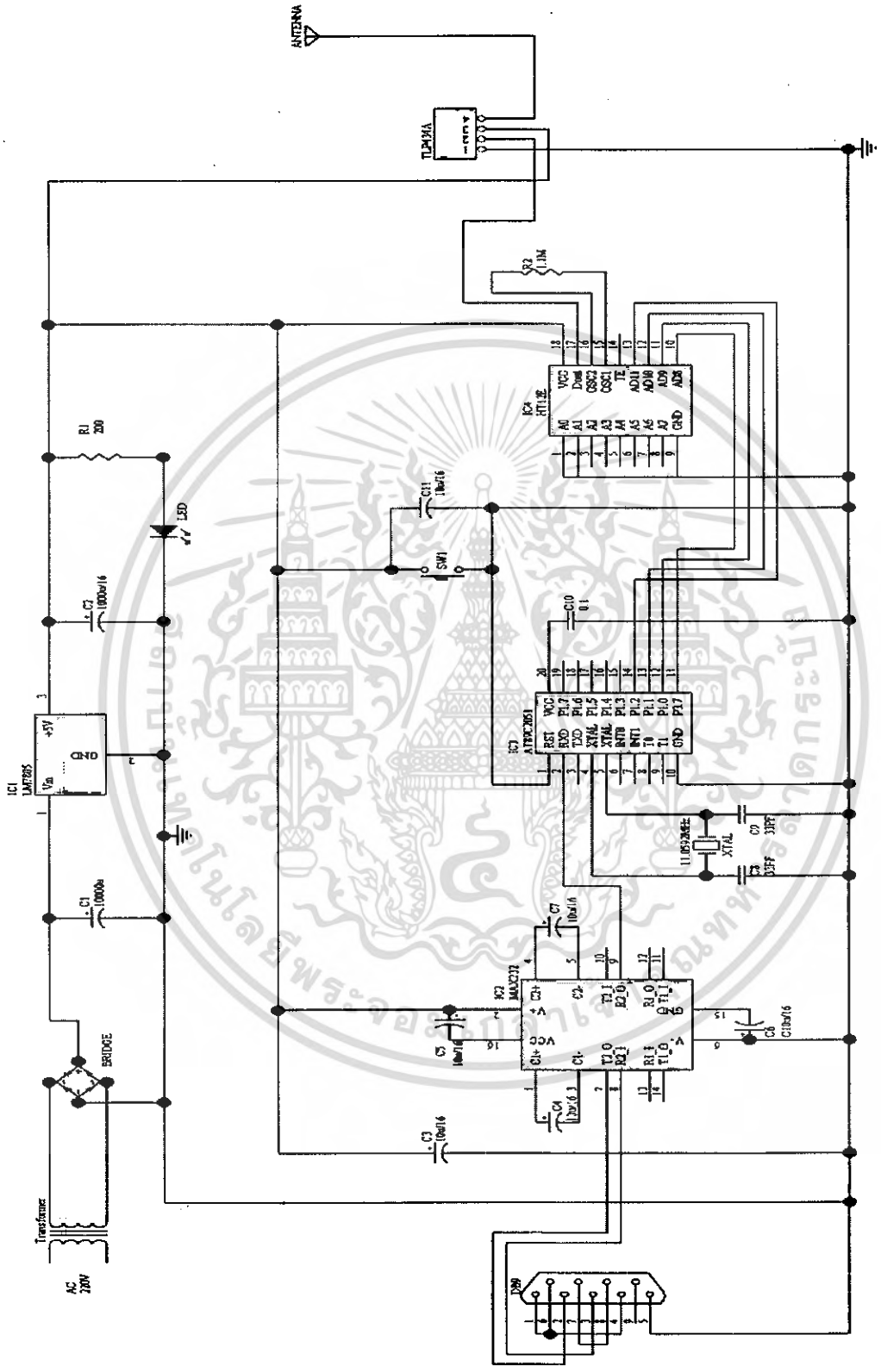


รูปที่ 7.2 การติดตั้งกล้องวีดีโอ

7 .4 การออกแบบวงจรส่วนควบคุมตำแหน่งของกล้องวีดีโอ

เมื่อเราทำการประกอบอุปกรณ์ดังที่กล่าวมาเสร็จแล้ว เราก็มาจัดทำในส่วนควบคุมตำแหน่งของกล้องวีดีโอ โดยเริ่มจากการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ภาคส่ง กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยประกอบวงจรตามรูปที่ 7.3

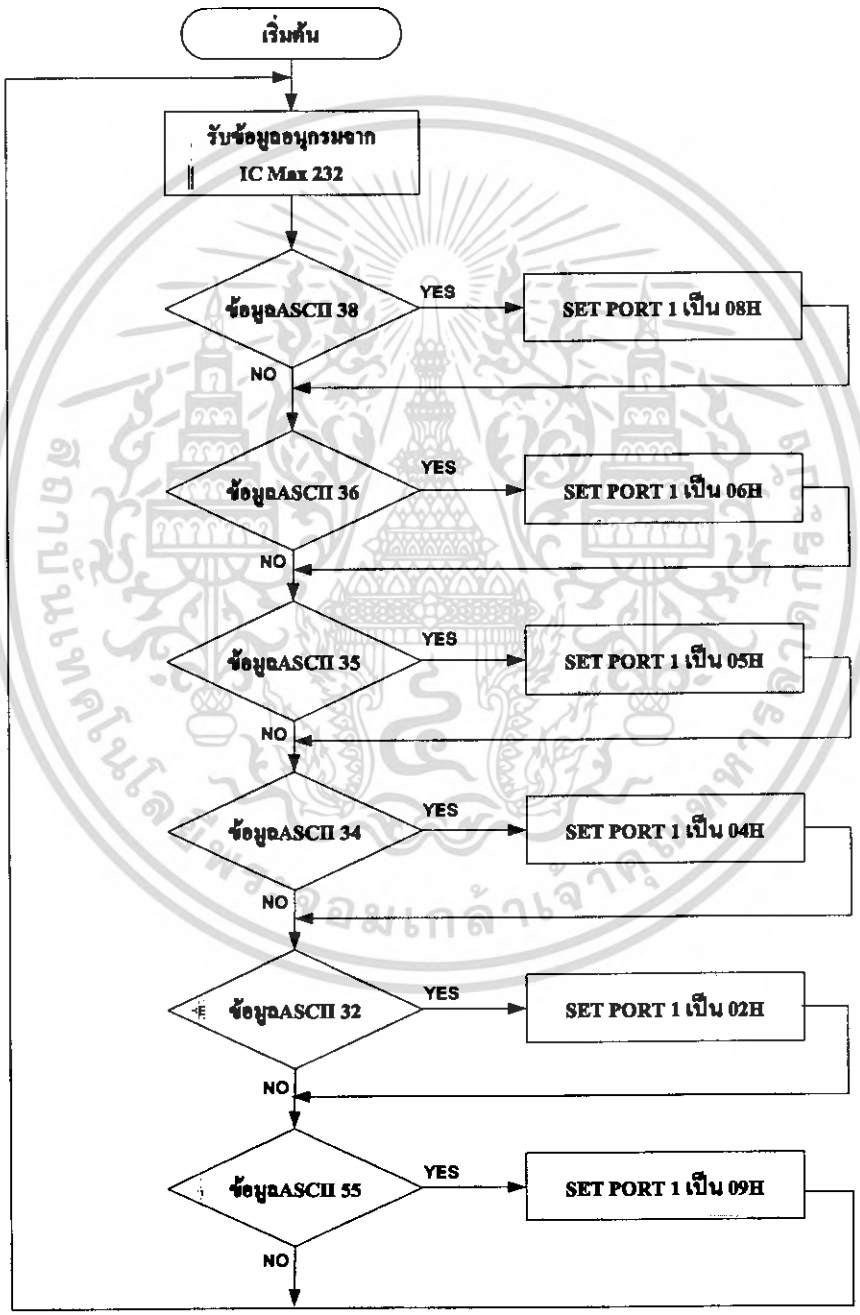
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

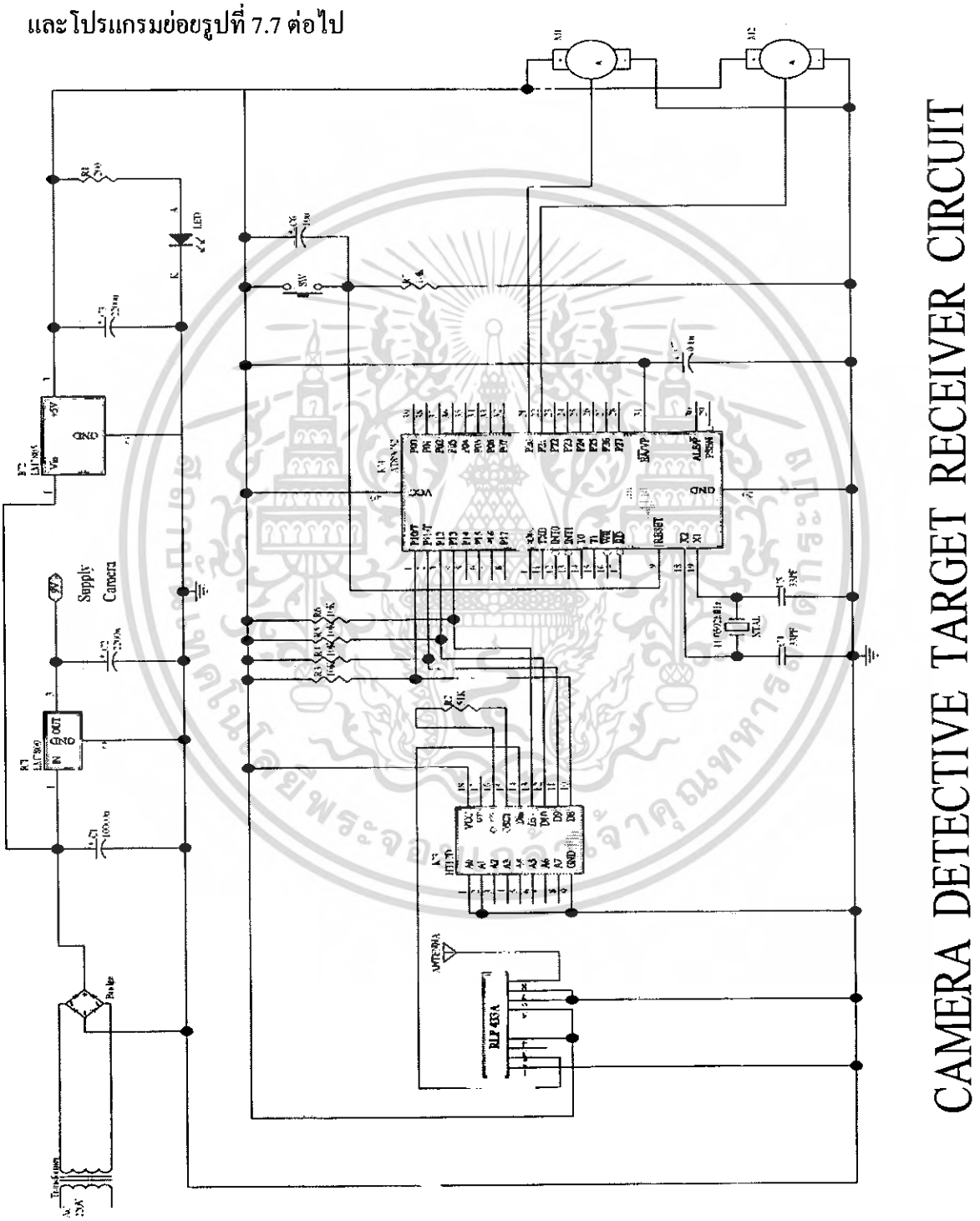
จากรูปจะเห็นได้ว่าในวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ภาคส่งจะประกอบด้วย ย่อยๆอีกหลายวงจรคือ วงจรภาคจ่ายไฟ 5V วงจรอินเตอร์เฟส วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรเข้ารหัส และโมดูลภาคส่งสัญญาณ RF หลังจากนั้นทำการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ภาคส่ง โดยมีการทำงานดัง Flow Chart รูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4 โปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ภาคส่ง

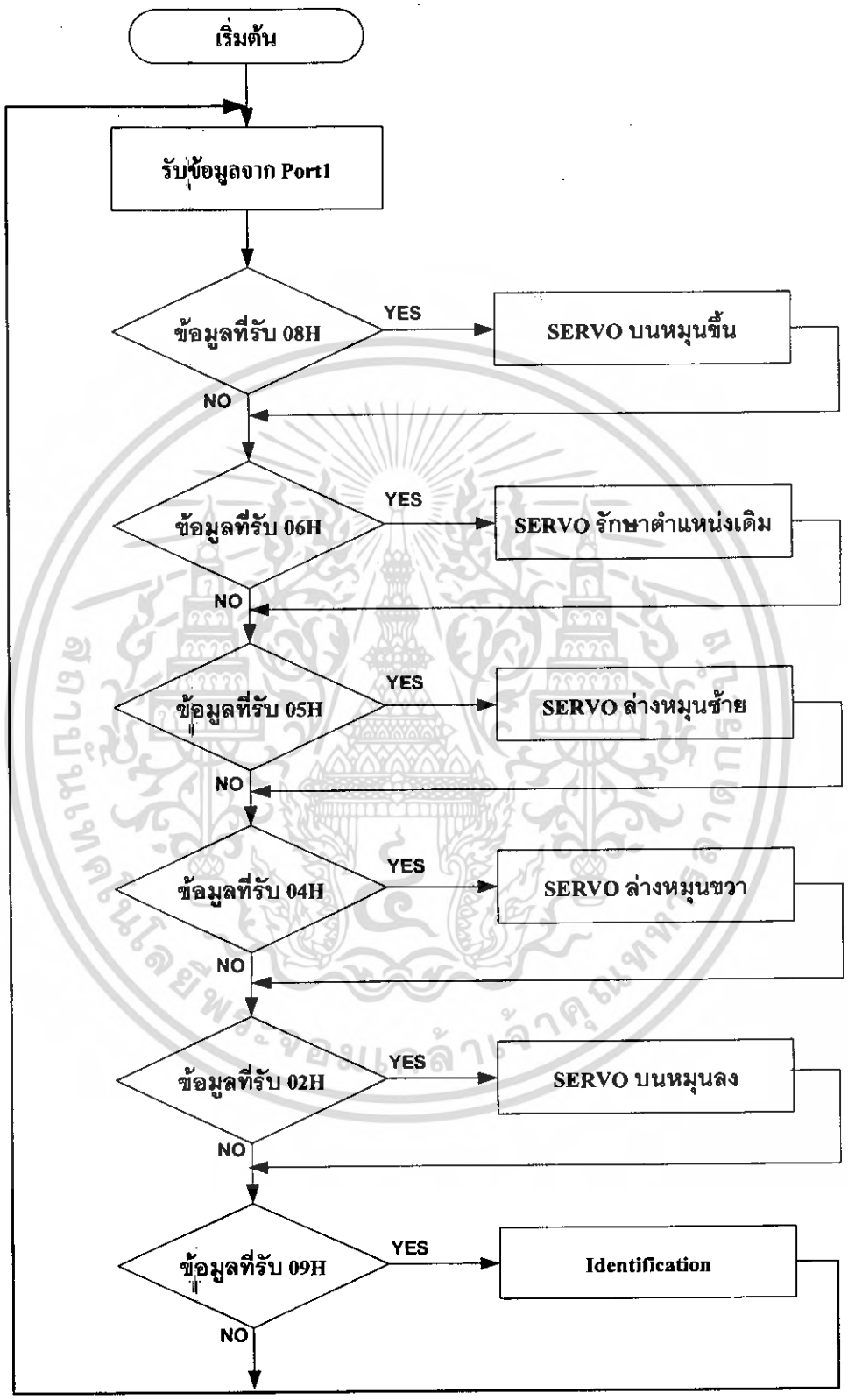
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการประกอบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ภาครับตามรูปที่ 7.5 และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ภาครับไมโครคอนโทรลเลอร์ภาครับจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสองตัวโดยเขียนโปแกรมควบคุมหลักดังรูปที่ 7.6 และโปรแกรมย่อยรูปที่ 7.7 ต่อไป



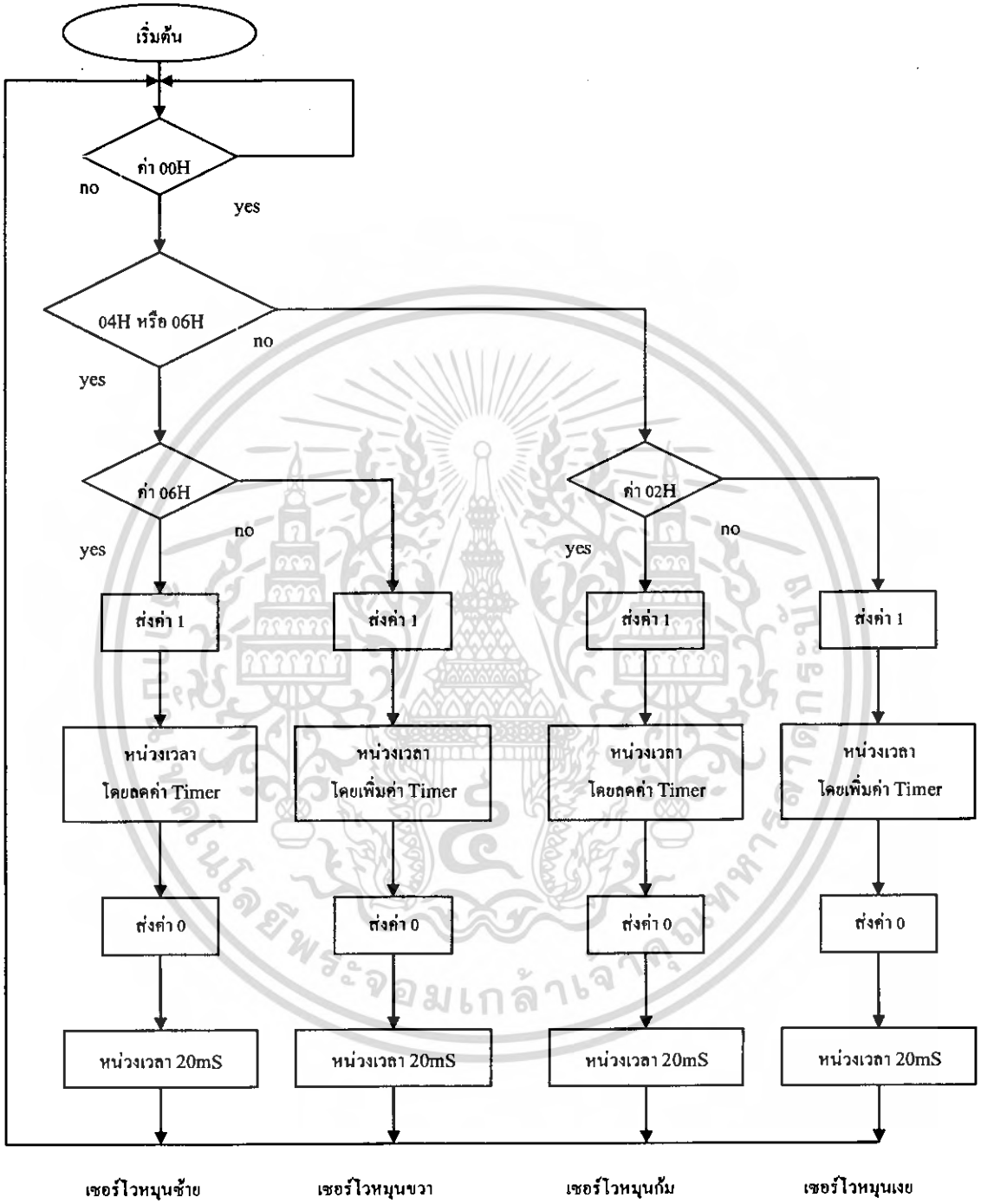
รูปที่ 7.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.6 โปรแกรมการทำงานหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

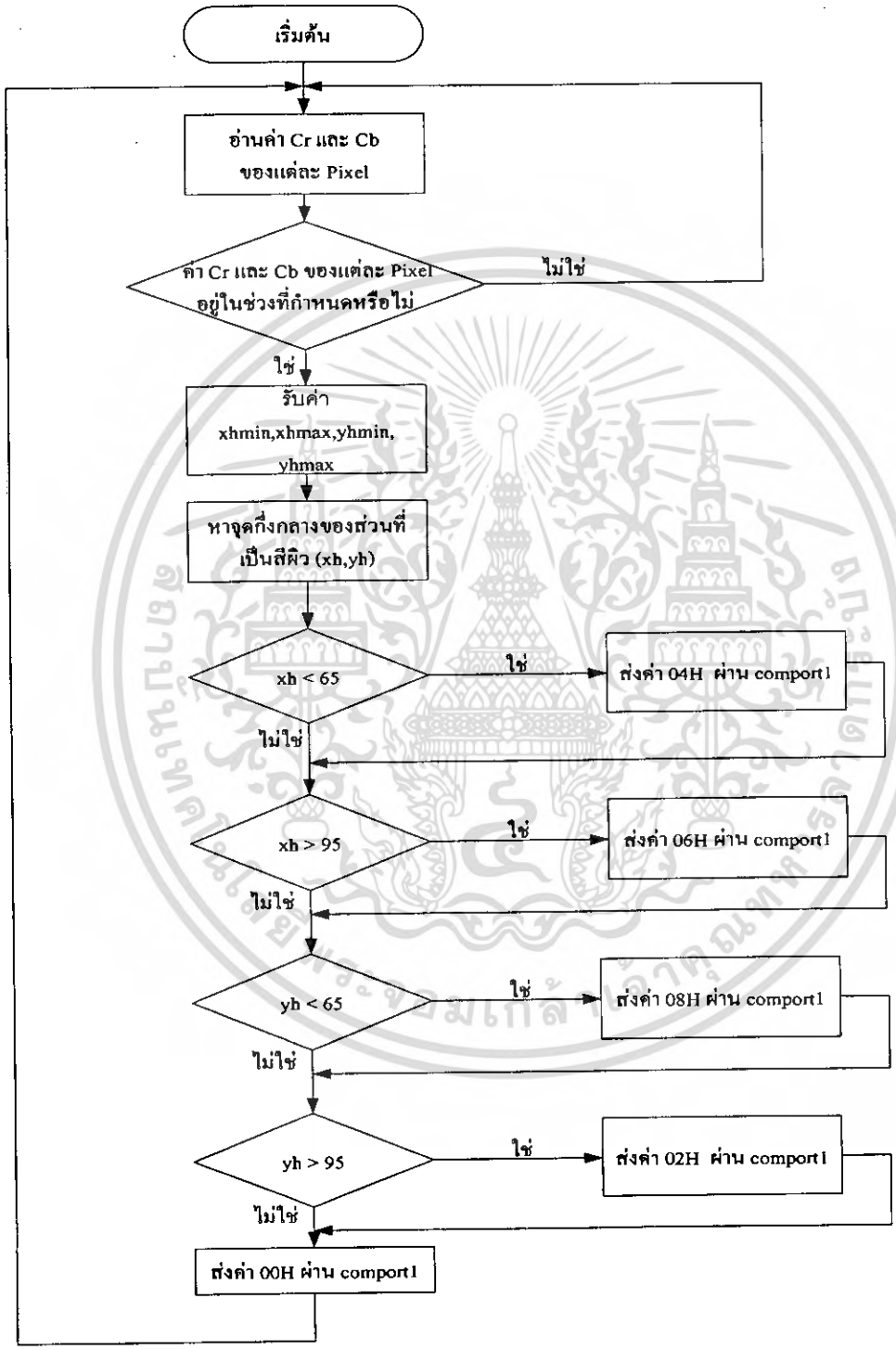


รูปที่ 7.7 โปรแกรมย่อยควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

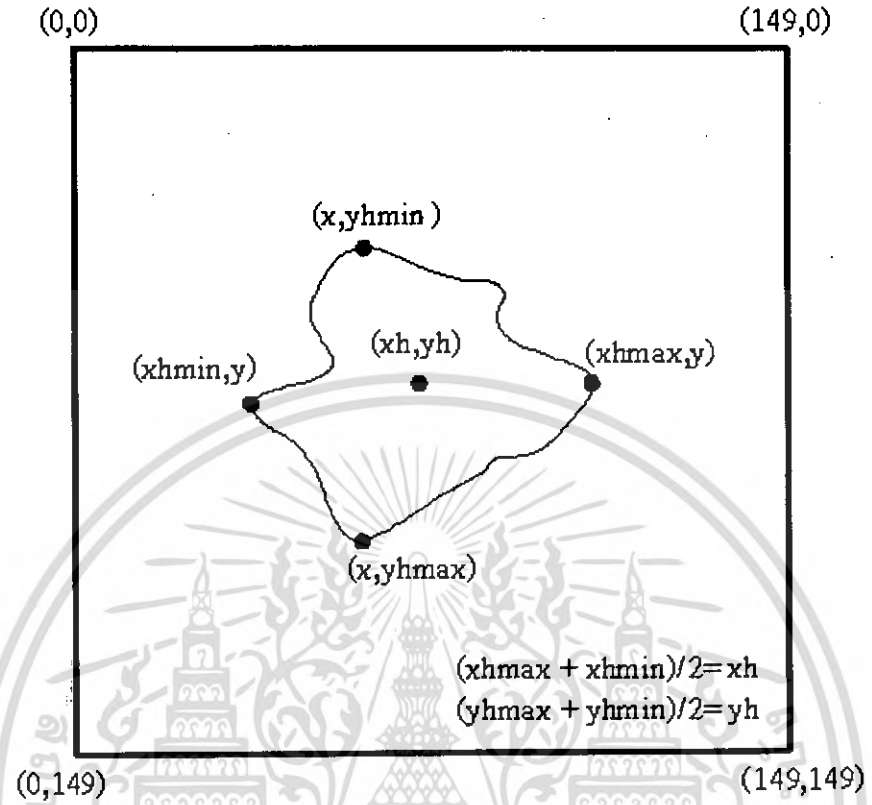
7 .5การออกแบบการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ

สามารถเขียนการทำงานของโปแกรมการประมวลผลภาพได้ดังรูป

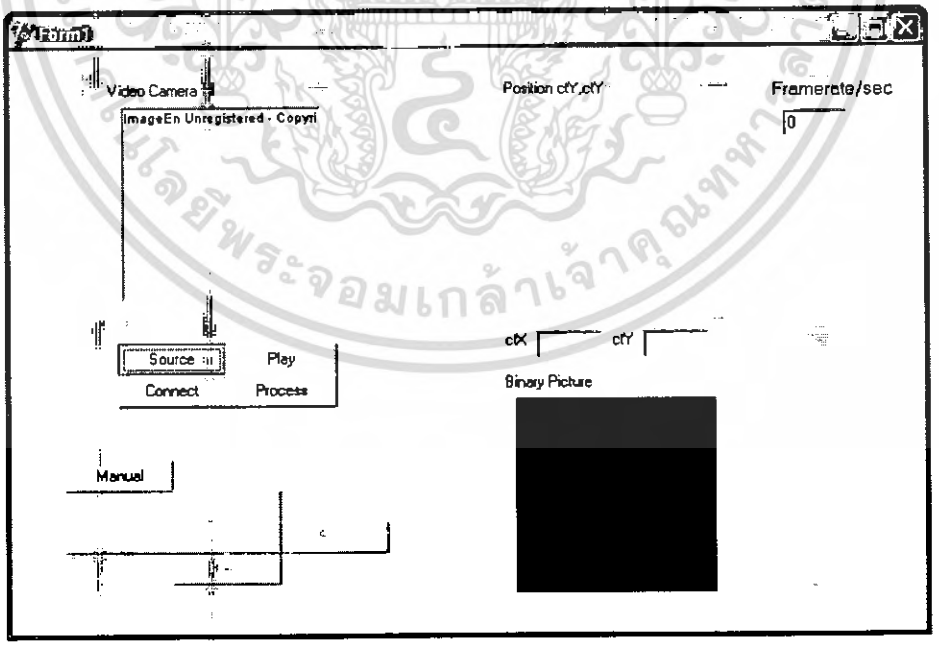


รูปที่ 7.8 การทำงานของโปรแกรมประมวลผลภาพของการติดตามใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

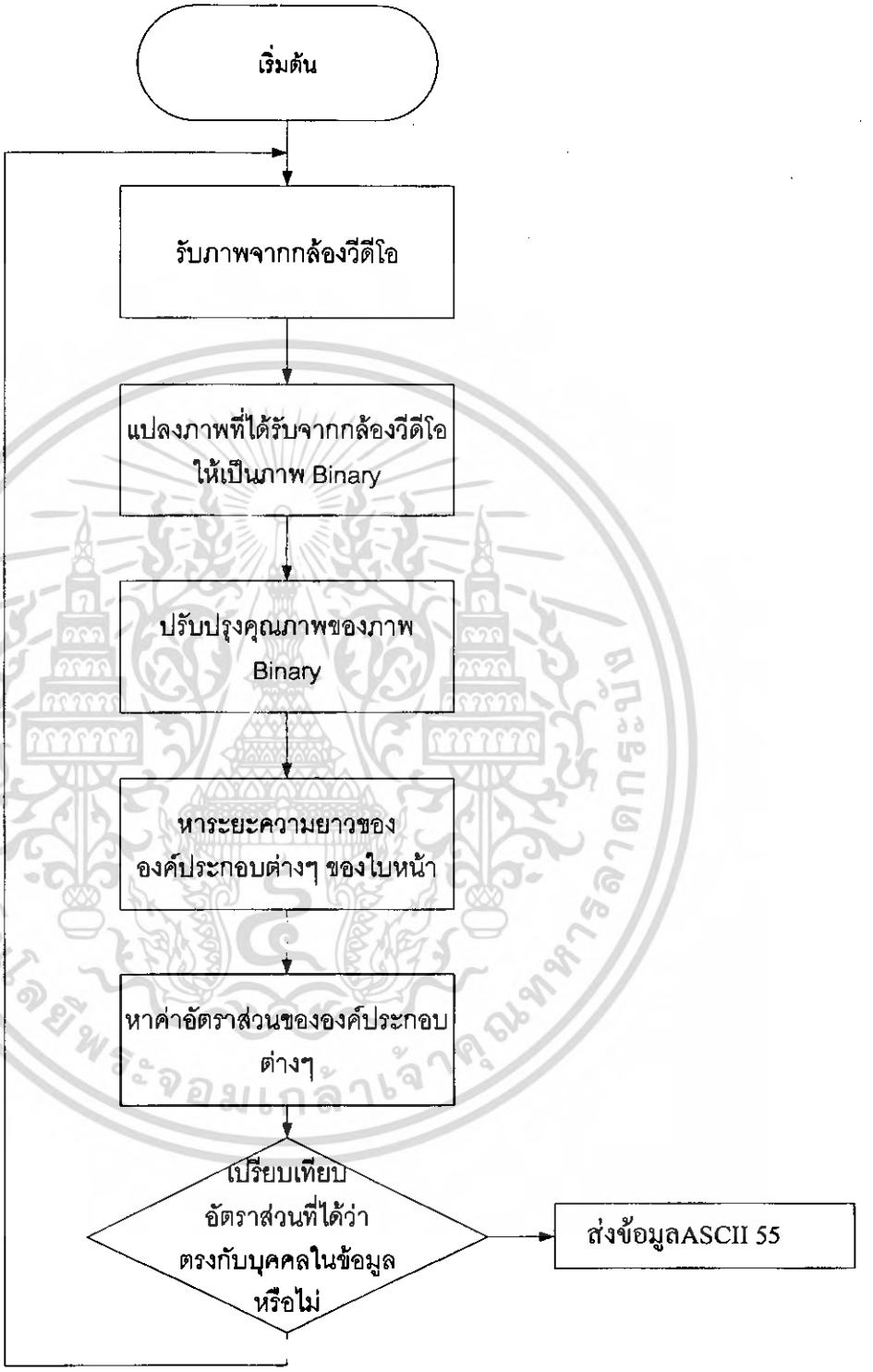


รูปที่ 7.9 ภาพหลักการสแกนหาตำแหน่งกึ่งกลางของวัตถุ



รูปที่ 7.10 รูปหน้าต่างของโปรแกรมประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

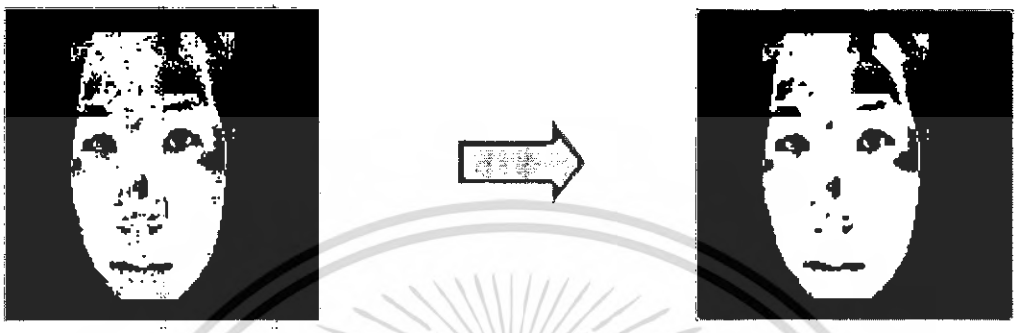


รูปที่ 7. 11 การทำงานของโปรแกรมประมวลผลภาพของการรู้จำใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6 รายละเอียดและขั้นตอนการออกแบบการเก็บฐานข้อมูลของแต่ละบุคคลเพื่อให้สามารถระบุบุคคลได้

7.6.1 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ



รูปที่ 7.12 แสดงการปรับปรุงคุณภาพของรูป

7.6.1 การเก็บฐานข้อมูล

รูปที่ 7.13 ตัวอย่างภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล

จุดที่ 1 หางตาขวา

จุดที่ 2 หัวตาขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดที่ 3 หัวตาซ้าย

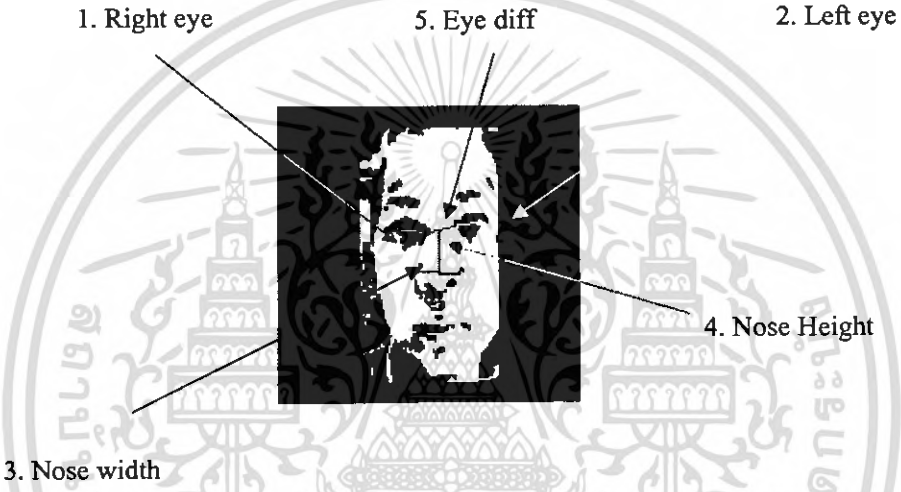
จุดที่ 4 หางตาซ้าย

จุดที่ 5 รูจมูกขวา

จุดที่ 6 รูจมูกซ้าย

จุดที่ 7 ระหว่างดาทั้งสองข้าง

จุดที่ 8 ปลายจมูก



รูปที่ 7.14 แสดงระยะต่างๆบนใบหน้า

ระยะทางที่ได้จะมีทั้งสิ้น 4 ระยะทาง คือ

ระยะทางที่ 1 คือ จุดที่ 1 หางตาขวาและจุดที่ 2 หัวตาขวา

ระยะทางที่ 2 คือ จุดที่ 3 หัวตาซ้ายและจุดที่ 4 หางตาซ้าย

ระยะทางที่ 3 คือ จุดที่ 5 รูจมูกขวาและจุดที่ 6 รูจมูกซ้าย

ระยะทางที่ 4 คือ จุดที่ 7 ระหว่างตาทั้งสองข้างและจุดที่ 8 ปลายจมูก

ระยะทางที่ 5 คือ จุดที่ 2 หัวตาขวาและจุดที่ 3 หัวตาซ้าย

ต่อจากนั้นหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุดโดยใช้สูตร

ถ้า $P(x_1,y_1)$ และ $P(x_2,y_2)$ เป็นจุด 2 จุดในระนาบ ระยะทางระหว่างจุด P และจุด Q หาได้โดย

$$|PQ| = \sqrt{(x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2}$$

จากนั้นกำหนดอัตราส่วนของแต่ละบุคคล โดยใช้เป็น 4 อัตราส่วนดังต่อไปนี้

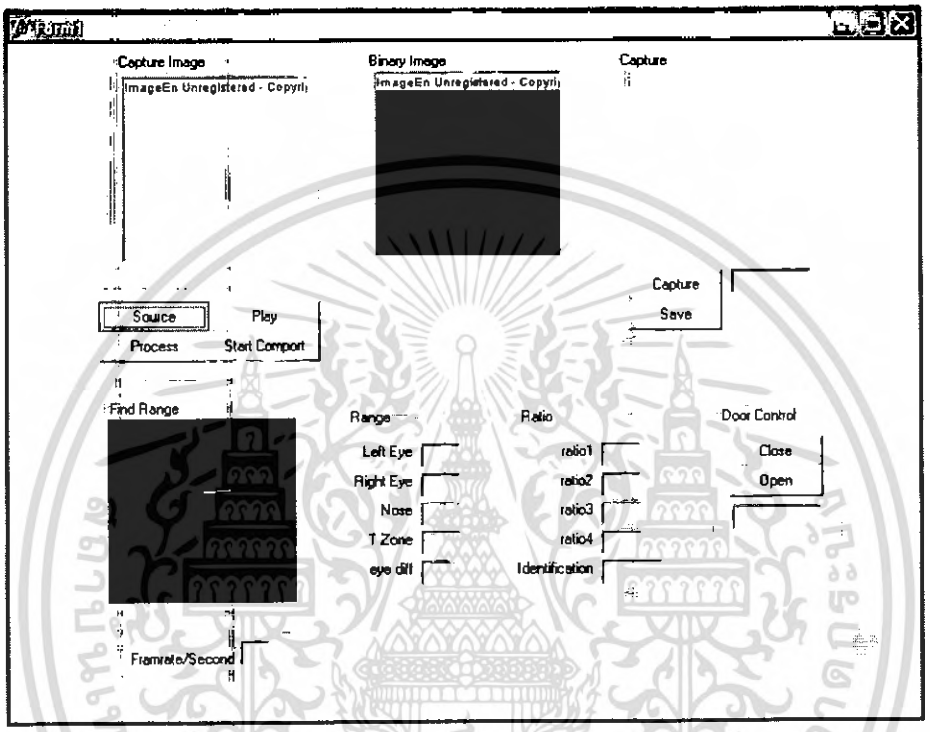
อัตราส่วนที่ 1 ระหว่าง ระยะทางที่ 1 และระยะทางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนที่ 2 ระหว่าง ระยะทางที่ 2 และระยะทางที่ 4

อัตราส่วนที่ 3 ระหว่าง ระยะทางที่ 3 และระยะทางที่ 4

อัตราส่วนที่ 4 ระหว่าง ระยะทางที่ 5 และระยะทางที่ 4



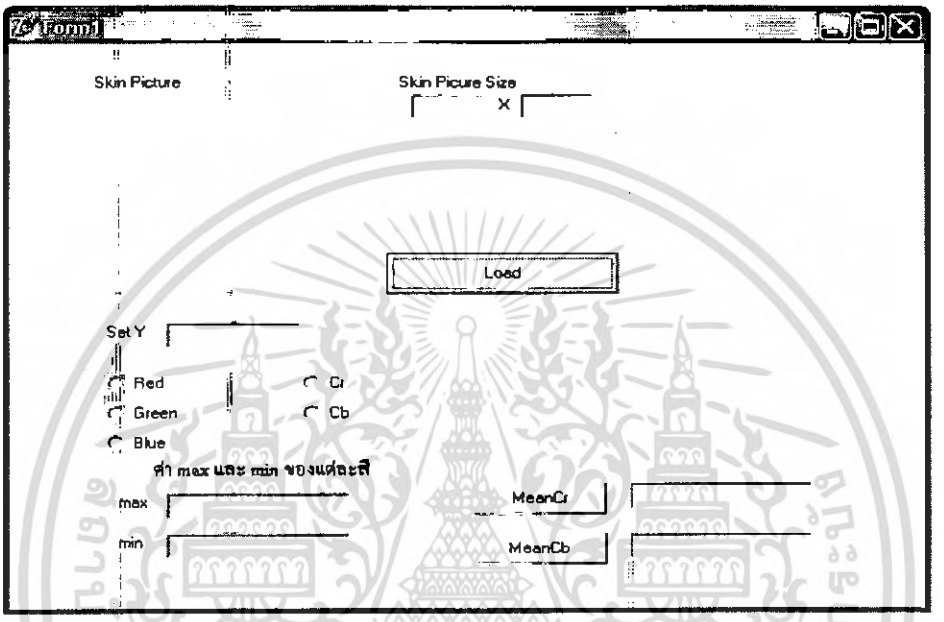
รูปที่ 7.15 รูปหน้าต่างของโปรแกรมประมวลผลการรู้จำใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

การทดลอง และ ปัญหาจากการทดลอง

การทดลองที่8 1.การหาค่าขอบเขตของสีผิว



รูปที่ 8.1 โปรแกรมที่ใช้หาค่าขอบเขตของสีผิว

1.จากภาพที่ได้กล้องวีดีโอ เราจะตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสีผิว

รูปที่ 8.2 ภาพสีผิวที่นำมาทดสอบหาค่าขอบเขตของสีผิว

2 เมื่อได้ส่วนของสีผิวเราจะแบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วน คือ

2.1)ใ ช้ RGB color model

โดยจากโปรแกรมจะได้ค่าขอบเขตของสีแดง ,สีเขียว และ สีน้ำเงิน ดังนี้

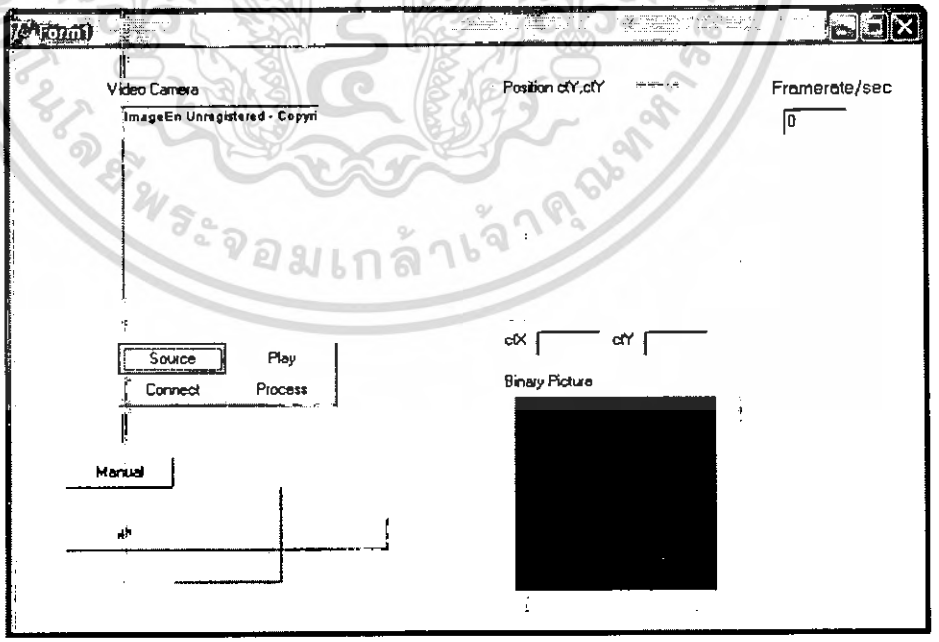
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color	max	min
Red	127	89
Green	127	89
Blue	104	73

ตารางที่ 8.1 แสดงค่า RGB ของสีผิวที่นำมาทดลอง

จากการทดลองเมื่อใช้ค่าขอบเขตของสีดังกล่าว โดยกำหนดให้ค่าสีที่อยู่ในช่วงดังกล่าวแสดงเป็นสีขาวและส่วนที่ไม่อยู่ในขอบเขตดังกล่าวแสดงเป็นสีดำ เราจะได้ผลดังรูป

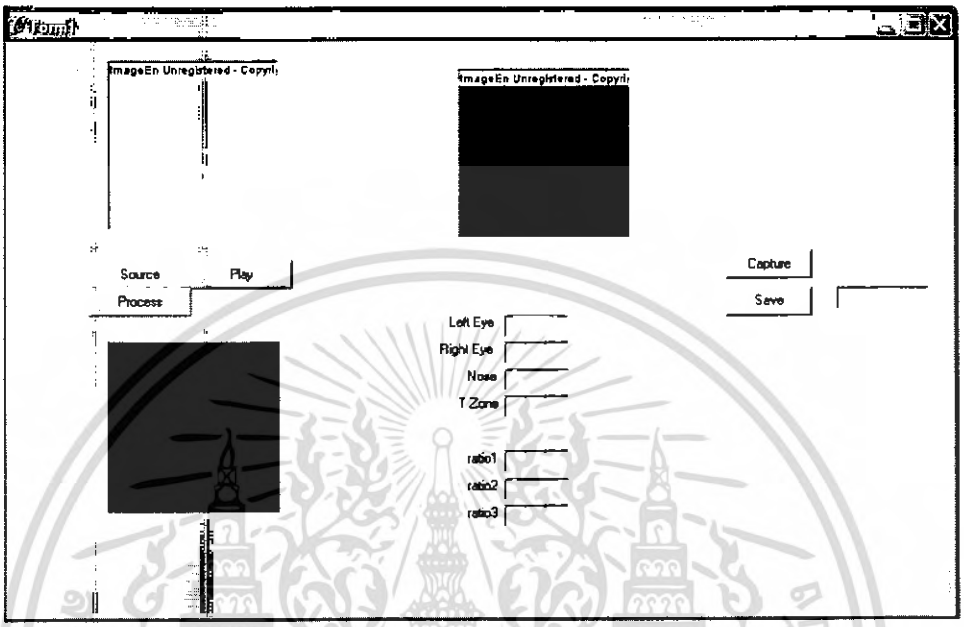
รูปที่ 8.3 แสดงบริเวณที่เป็นสีผิวจากขอบเขตที่หาได้จากตารางที่ 8.1



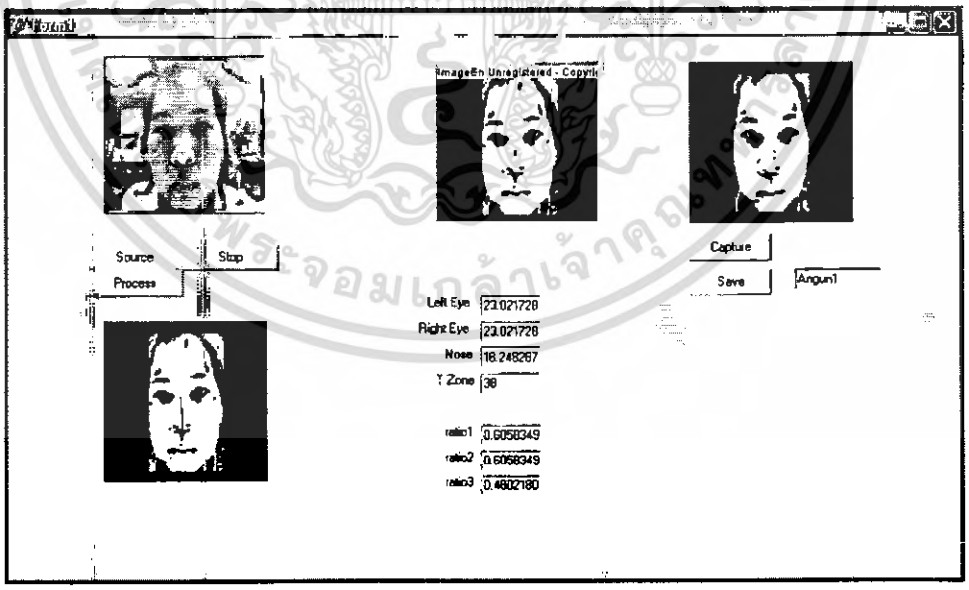
รูปที่ 8. 4 รูปหน้าต่างของโปรแกรมประมวลผลตามใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 8.2 การหาเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล



รูปที่ 8.5 โปรแกรมที่ใช้หาเอกลักษณ์บุคคล



รูปที่ 8.6 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม 8.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโปรแกรมข้างต้นจะสามารถได้ข้อมูลตารางดังนี้

image angun	right eye	left eye	width nose	height nose	eyes diff
image1	21.095	16.12	25.96	28	15
image2	20.024	19.026	26.92	30	16.031
image3	20.099	17.11	24.33	24	15
image4	21.095	21	27.294	27	14
image5	22.09	17.117	27.018	25	14.14
image6	20.09	18.11	26.24	28	15
image7	18.11	16.12	25.17	30	16
image8	20.01	19	25.33	28	14
image9	22.11	18.31	24.12	27	16
image10	20.71	19.52	25.88	28	15

ตารางที่ 8.2 เอกลักษณ์ของบุคคลที่ 1

image ohm	Right eye	left eye	width nose	height nose	eyes diff
image1	22.09	16.124	17.691	30	19
image2	22.09	22.09	16.03	34	11
image3	18.11	15	15.264	30	17
image4	22.09	22.09	14.317	33	10.19
image5	22.09	16.124	15.264	30	18
image6	22.09	22.022	16.124	30	14.14
image7	19.104	15.132	16.124	30	17.029
image8	18.11	15.132	16.12	22	18.11
image9	22.09	20.09	15.13	29	13
image10	22.09	21	14.05	34	11.04

ตารางที่ 8.3 เอกลักษณ์ของบุคคลที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

image arm	right eye	left eye	width nose	height nose	eyes diff
image1	18	20.099	19.69	29	12.165
image2	22.09	21.095	20.615	28	12.165
image3	22.099	20.099	23.021	30	13.038
image4	20.099	20.099	20.615	28	14
image5	19.026	20.099	23.706	30	12.041
image6	19.104	20	21.095	28	13
image7	21.095	20	20.099	28	11
image8	18.11	17.117	22.135	26	14
image9	21.095	20.02	20.591	26	13.152
image10	20.099	19.026	18.681	27	12.165

ตารางที่ 8.4 เอกลักษณ์ของบุคคลที่ 3

image meang	right eye	left eye	width nose	height nose	eyes diff
image1	19.104	22.09	18.439	27	16.031
image2	19.104	22.09	17.72	26	16
image3	21	22.09	21.54	29	15.033
image4	19.104	22.09	19.416	27	16.124
image5	20.02	22.09	18.681	28	15.033
image6	20.02	22.09	18.439	27	16
image7	16.12	22.09	17.72	26	16.031
image8	17.117	22.09	17.72	26	17
image9	16.031	22.09	16.76	26	16.03
image10	17.117	22.09	19.026	25	15.132

ตารางที่ 8.5 เอกลักษณ์ของบุคคลที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

image	average			
	ratio1	ratio2	ratio3	ratio4
angun	0.7495	0.659	0.941	0.5463
ohm	0.6997	0.6094	0.5247	0.5055
arm	0.7114	0.7061	0.7511	0.4537
meang	0.695	0.8282	0.6877	0.5941

ตารางที่ 8.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

image	min-max			
	ratio1	ratio2	ratio3	ratio4
angun	0.6-0.837	0.537-0.77	0.839-1.08	0.518-0.625
ohm	0.603-0.855	0.5-0.767	0.412-0.589	0.323-0.85
arm	0.62-0.811	0.658-0.77	0.679-0.851	0.392-0.538
meang	0.62-0.741	0.761-0.883	0.618-0.761	0.518-0.653

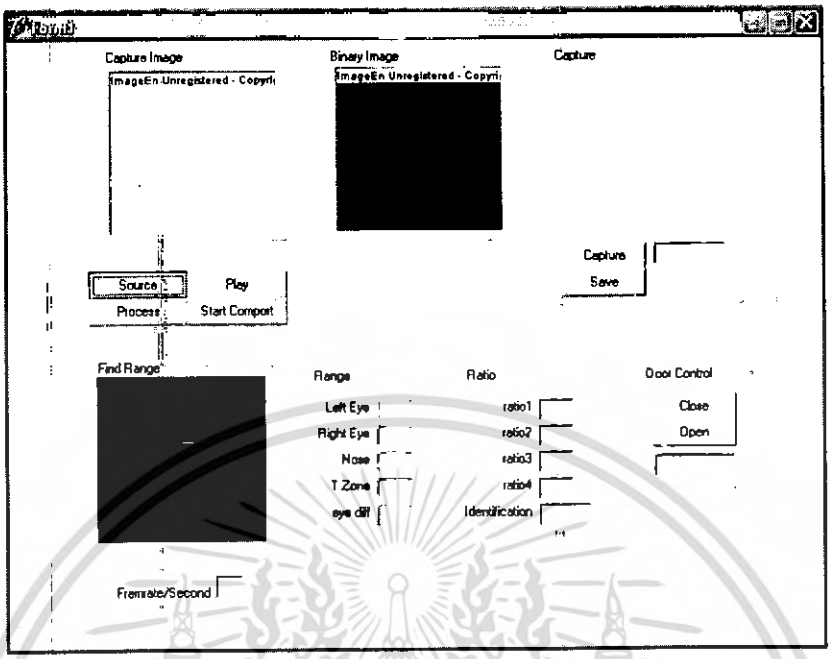
ตารางที่ 8.7 เปรียบเทียบค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด

image	mode			
	ratio1	ratio2	ratio3	ratio4
angun	0.7	0.6	0.9	0.5
ohm	0.6	0.6	0.5	0.3
arm	0.6	0.7	0.7	0.4
meang	0.7	0.8	0.6	0.6

ตารางที่ 8.8 เปรียบเทียบค่าฐานนิยม

จากตารางข้างต้นเราเลือกค่าเฉลี่ย เก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับภาพที่เข้ามาเพราะผลจากการทดลองว่าค่าเฉลี่ยเป็นค่าที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.7 โปรแกรมประมวลผลแสดงการรู้จำใบหน้า

การทดลองที่ 8.3 ทดสอบหาใบหน้าได้ดีที่สุดในภายระยะเวลาที่กำหนด 10 นาที

image	จำนวนที่สามารถรู้จำใบหน้าได้	จำนวนใบหน้าที่จำได้อย่างถูกต้อง	จำนวนใบหน้าที่จำได้อย่างไม่ถูกต้อง	เปอร์เซนต์ความแม่นยำของโปรแกรม	อัตราเร็วของการจำใบหน้าต่อนาที
angun	16	14	2	87.5	1.4
ohm	17	12	5	70.58	1.2

ตารางที่ 8.9 ตารางผลการทดลองที่ 8.3

การทดลองที่ 8.4 ทดสอบหาความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าที่ระยะ 30 เซนติเมตร

image	จำนวนครั้งที่สามารถรู้จำได้จากการทดลอง 20 ครั้ง			%การรู้จำใบหน้า		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าฐานนิยม	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าฐานนิยม
angun	15	6	8	75	30	40
ohm	13	4	5	65	20	25

ตารางที่ 8.10 ตารางผลการทดลองที่ 8.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.5 ข้อดีของโครงงาน

-จากขีดความสามารถของกล้องมีอยู่อย่างจำกัดด้วยที่มีความละเอียดที่ค่อนข้างต่ำการนำไปใช้งานจึงได้ไม่กว้างขวางมากนัก แต่เราสามารถนำมาใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยได้ในระดับหนึ่ง

-ประหยัด

8.6 ปัญหาจากการทดลอง

8.6.1 ปัญหาจากการทดลองการติดตามส่วนที่เป็นใบหน้า

-ยังไม่สามารถระบุความแตกต่าง ระหว่างบริเวณที่มีค่าสีใกล้เคียงกับสีผิว กับบริเวณที่เป็นสีผิวได้

-ความสว่างและความเข้มแสง ยังมีผลกับค่าของสีอยู่ ทำให้บางองค์ประกอบของภาพมีค่าสีที่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง

-โปรแกรมยังไม่สามารถทำงานได้รวดเร็วเท่าที่ควร

-เนื่องจากการส่งสัญญาณจากกล้องที่ใช้ เป็นการส่งโดยใช้เคลื่อนวิทยุ ทำให้ภาพที่ได้อาจมีสัญญาณรบกวน ทำให้ภาพที่ได้เป็นภาพที่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง ซึ่งอาจจะส่งผลให้การหาตำแหน่งของส่วนที่เป็นพื้นที่ผิวเกิดความผิดพลาด

8.6.2 ปัญหาความสามารถในการจดจำใบหน้าของบุคคล

- พารามิเตอร์ของแต่ละคนอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันยังไม่ค่อยแม่นยำนัก

-เกิดความผิดพลาดเมื่อมีแสงเปลี่ยนแปลงทำให้องค์ประกอบของหน้าไม่ชัดเจน

8.7 สรุป

กล้องสามารถเคลื่อนที่ตามพื้นที่ที่เป็นใบหน้าได้ โดยจะต้องมีเงื่อนไขดังนี้

-พื้นฉากหลังจะต้องเป็นสีที่มีค่าสีไม่ใกล้เคียงกับสีผิว

-ความสว่างและความเข้มของแสงในบริเวณที่ตั้งกล้องจะต้องไม่มืดจนเกินไป

โปรแกรมสามารถรู้จำใบหน้าบุคคลในฐานข้อมูลได้ดีที่สุด โดยจะต้องมีเงื่อนไขดังนี้

-ระยะทางระหว่างใบหน้าและกล้องจะต้องห่างจากกล้องในระยะที่กำหนด

-องค์ประกอบต่างๆของหน้าต้องชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , " เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 " , บริษัทอินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์ริเมนต์ จำกัด
2. วัชรินทร์ เคารพ , " คู่มือการใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ " , บริษัท ETT จำกัด,2546
3. อรรถพล บุญยะโภคา , วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , "เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม", บริษัทอินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์ริเมนต์ จำกัด
4. Wayne Niblack, "An Introduction to Digital Image Processing", Prentice Hall,Inc.,1986
5. Alvin R. Tilley, " The measure of man and woman:human factors in design" , Whitney Library of Design ,1993
6. Rafael C. Gonzalez and Richard E.Wood, " Digital Image Processing", Addison-Wasley Publishing,1992
7. รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์, วรรัตน์ ภัทรอมรกุล, คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์" , อิโฟเพรส, 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit UnitOmega2;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, ieview, imageenview, ievect, videocap, ExtCtrls, StdCtrls,
  imageenproc, CPort;

type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    Source: TButton;
    btnPlay: TButton;
    Button3: TButton;
    Timer1: TTimer;
    Timer2: TTimer;
    Timer3: TTimer;
    ImageEnProc1: TImageEnProc;
    BtnStart: TButton;
    ComPort1: TComPort;
    GroupBox2: TGroupBox;
    ImageEnVideoView1: TImageEnVideoView;
    GroupBox3: TGroupBox;
    ImageEnView1: TImageEnView;
    GroupBox4: TGroupBox;
    Image1: TImage;
    GroupBox5: TGroupBox;
    Edit12: TEdit;
    Label11: TLabel;
    Edit14: TEdit;
    Edit13: TEdit;
    Edit15: TEdit;
    Edit16: TEdit;
    Label12: TLabel;
    Label13: TLabel;
    Label14: TLabel;
    Label15: TLabel;
    GroupBox6: TGroupBox;
    Edit5: TEdit;
    Edit6: TEdit;
    Edit7: TEdit;
    Edit10: TEdit;
    Edit9: TEdit;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Label8: TLabel;
    GroupBox7: TGroupBox;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Image2: TImage;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Edit8: TEdit;
    Timer4: TTimer;
    GroupBox8: TGroupBox;
    Edit2: TEdit;
    Label2: TLabel;
    GroupBox9: TGroupBox;
    Button5: TButton;
    Button4: TButton;
    Edit1: TEdit;
    procedure SourceClick(Sender: TObject);
    procedure btnPlayClick(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure BtnStartClick(Sender: TObject);
    procedure Timer4Timer(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
    Px,Py,Cn:Real;
    Ctx,Cty,Count:integer;
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
  count: integer;
  str:string;
implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.SourceClick(Sender: TObject);
begin
ImageEnVideoView1.DoConfigureSource;
end;

procedure TForm1.btnPlayClick(Sender: TObject);
begin
 if ImageEnVideoView1.ShowVideo= False then
     begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ImageEnVideoView1.DisplayMode := dmOverlay;
    ImageEnVideoView1.ShowVideo := True;
    btnPlay.Caption:='Stop';
   end
   else
    begin
    ImageEnVideoView1.ShowVideo := False;
    btnPlay.Caption:='Play';
   end;
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
//Edit1.Text:='Door Close';
//tr:='0';
if ComPort1.Connected then ComPort1.WriteStr(Str);
if  Timer1.Enabled= false then
     begin
     Timer1.Enabled:= True;
     Button3.Caption:= 'Stop Process';
     end
   else
     begin
     Timer1.Enabled:= False;
     Button3.Caption:=  'Process';
    end;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
Const
  filter:TGraphFilter= (Values:( (-0,1,0), (-1,5,-1),(0,-1,0) ); Divisor:1);
var R,G,B,Cl,Z,i,j : integer;

begin
ImageEnVideoView1.Frozen:=True;
for i:= 0 to (ImageEnView1.Width)-1 do
    for j:= 0 to (ImageEnView1.Height)-1 do
    begin
      if (i<110) and (i>40)and (j<140) and (j>10) then
         Begin
          Cl:=ImageEnVideoView1.IEBitmap.Canvas.Pixels[i,j];
          R:=(Cl and $000000FF);
          G:=(Cl and $0000FF00) div $100;
          B:=(Cl and $00FF0000) div $10000;
          if (B >88 ) and (B < 144) and (R >104) and (R <191) and (G> 92) and (G<
 186) then
          Z:=255 else Z:=0 ;
          ImageEnView1.IEBitmap.Canvas.Pixels[i,j]:=RGB(Z,Z,Z);
        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else ImageEnView1.IEBitmap.Canvas.Pixels[i,j]:=clBlack;
    end;
        //ImageEnProc1.ApplyFilterPreset( fpEdge);
        //ImageEnView1.Proc.ApplyFilter(filter);
        ImageEnView1.Proc.RemoveNoise(2,false);;
        //ImageEnView1.Proc.RemoveIsolatedPixels(0,3);
   end;



procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
var i_l,j_l,x_l,y_l,color_l,Red1_l,Red2_l,imax_l,j_imax_l,xmin_l,y_xmin_l :
integer;//part3
   dis_r: real;
   i_r,j_r,x_r,y_r,color_r,Red1_r,Red2_r,imax_r,j_imax_r,xmin_r,y_xmin_r :
integer;//part3
   dis_l: real;
   i_n,j_n,color_n,Red1_n,Red2_n,imax_n,j_imax_n,imin_n,j_imin_n : integer;//part3
   dis_n: real;
   A_t_x,A_t_y,B_t,y_t,color_A,Blue_A,A_t:integer;
   dis_A:real;
   ratio_1,ratio_2,ratio_3,ratio_4,dis_le :real;
   str : string;
//Left eye//
begin
     Count := Count+1;
     ////find max ////
     imax_l:=40;
     j_imax_l:=43;
     for j_l:= 43+15 to 75-15 do
       begin
        for i_l:= 75 downto 40 do
          begin
          color_l:= Image1.Canvas.Pixels[i_l,j_l];
          Red1_l:= (Color_1 and $000000FF );
          if Red1_l = 0 then
            begin
            if i_l > imax_l then
              begin
              imax_l:=i_l;
              j_imax_l:=j_l;
              end;
            end;
          end;
       end;

    ///find min///////////////
    xmin_l:=75;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    y_xmin_l:=75;
     for y_l:= j_imax_l-1 to j_imax_l+2 do
      begin
       for x_l:= imax_l downto imax_l-22 do
        begin
        color_l:= Image1.Canvas.Pixels[x_l,y_l];
        Red2_l:= (Color_l and $000000FF );
        if Red2_l = 0 then
         begin
         if x_l < xmin_l then
          begin
          xmin_l:=x_l;
          y_xmin_l:=y_l;
          end;
         end;
        end;
      end;
    Image1.Canvas.Pen.Color := clFuchsia;
    Image1.Canvas.Polyline([Point(imax_l,j_imax_l),Point(xmin_l,y_xmin_l)]);
    dis_l:= ((sqrt((y_xmin_l-j_imax_l)*(y_xmin_l-j_imax_l)+(xmin_l-
imax_l)*(xmin_l-imax_l))));
    Edit12.Text:=FloatToStr(dis_l);

//Right eye//

  ////find min////
     xmin_r:=110;
     y_xmin_r:=75;
     for y_r:= 43+15 to 75-15 do
      begin
       for x_r:= 75 to 110  do
        begin
        color_r:= Image1.Canvas.Pixels[x_r,y_r];
        Red2_r:= (Color_r and $000000FF );
        if Red2_r = 0 then
         begin
         if x_r < xmin_r then
          begin
          xmin_r:=x_r;
          Y_xmin_r:=y_r;
          end;
         end;
        end;
      end;

    ///find max/////////////////
    imax_r:=75;
    j_imax_r:=43;
     for j_r:= y_xmin_r-1 to y_xmin_r+2 do
      begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      for i_r:= xmin_r to xmin_r+22 do
       begin
       color_r:= Image1.Canvas.Pixels[i_r,j_r];
       Red2_r:= (Color_r and $000000FF );
       if Red2_r = 0 then
        begin
        if i_r > imax_r then
         begin
         imax_r:=i_r;
         j_imax_r:=j_r;
         end;
        end;
       end;
     end;
   Image1.Canvas.Pen.Color := clYellow;
   Image1.Canvas.Polyline([Point(imax_r,j_imax_r),Point(xmin_r,y_xmin_r)]);
   dis_r:= ((sqrt((y_xmin_r-j_imax_r)*(y_xmin_r-j_imax_r)+(xmin_r-
imax_r)*(xmin_r-imax_r))));
   Edit13.Text:=FloatToStr(dis_r);


///Nose///
   //// find max ////
   imax_n:=60;
   j_imax_n:=90;
   imin_n:=100;
   j_imin_n:=80;
   for i_n := 60 to 90 do
    begin
     for j_n:= 75 to 95 do
     begin
        color_n:= Image1.Canvas.Pixels[i_n,j_n];
        Red2_n:= (Color_n and $000000FF );
        if Red2_n = 0 then
        begin
        if (i_n > imax_n) then
           begin
           imax_n:=i_n;
           j_imax_n:=j_n;
           end;
        if (i_n < imin_n) then
           begin
           imin_n:=i_n;
           j_imin_n:=j_n;
           end;
        end;
      end;
    end;
   Image1.Canvas.Pen.Color := clBlue;
   Image1.Canvas.Polyline([Point(imax_n,j_imax_n),Point(imin_n,j_imin_n)]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   dis_n:= ((sqrt((j_imin_n-j_imax_n)*(j_imin_n-j_imax_n)+(imin_n-
imax_n)*(imin_n-imax_n))));
   Edit14.Text:=FloatToStr(dis_n);

///T////

   A_t_x:=round((imax_l+xmin_r)/2);
   A_t_y:=round((y_xmin_r+j_imax_l)/2);
   y_t := round((j_imax_n+j_imin_n)/2);
   Image1.Canvas.Pen.Color := clGreen;
   Image1.Canvas.Polyline([Point(A_t_x,A_t_y),Point(A_t_x,y_t)]);
   dis_A:= (sqrt((y_t-A_t_y)*(y_t-A_t_y)));
   Edit15.Text:=FloatToStr(dis_A);

   Image1.Canvas.Pen.Color := clRed;
   Image1.Canvas.Polyline([Point(40, 10), Point(110, 10), Point(110, 140),
   Point(40, 140), Point(40, 10)]);
   Image1.Canvas.Polyline([Point(40, 43), Point(110, 43)]);
   Image1.Canvas.Polyline([Point(40, 75), Point(110, 75)]);
   Image1.Canvas.Polyline([Point(40, 107),Point(110, 107)]);
   Image1.Canvas.Polyline([Point(75, 10), Point(75,140)]);

///long eye///
   dis_le:= ((sqrt((y_xmin_r-j_imax_l)*(y_xmin_r-j_imax_l)+(imax_l-
xmin_r)*(imax_l-xmin_r))));
   Edit16.Text:=FloatToStr(dis_le);
   Image1.Canvas.Pen.Color := clGreen;
   Image1.Canvas.Polyline([Point(imax_l,j_imax_l),Point(xmin_r,y_xmin_r)]);

///ratio///
   ratio_1:= dis_l/dis_A;
   ratio_2:= dis_r/dis_A;
   ratio_3:= dis_n/dis_A;
   ratio_4:= (dis_le/dis_A);

   Edit5.Text:= FloatToStr(ratio_1);
   Edit6.Text:= FloatToStr(ratio_2);
   Edit7.Text:= FloatToStr(ratio_3);
   Edit10.Text:= FloatToStr(ratio_4);
///identified//
   if (ratio_1>0.65-0.02) and (ratio_1<0.78) and (ratio_2>0.6) and (ratio_2<0.75) and
(ratio_3>0.65) and (ratio_3<0.70) and (ratio_4>0.4) and (ratio_4<0.6)then
   Edit9.Text:='Ohm';
   //if (ratio_1>0.8) and (ratio_1<0.9) and (ratio_2>0.7) and (ratio_2<0.8) and
(ratio_3>0.94) and (ratio_1<0.97+0.2) then
   //Edit9.Text:='Angun' ;
   if (ratio_1>0.78-0.05) and (ratio_1<0.88+0.05) and (ratio_2>0.63-0.05) and
(ratio_2<0.71+0.05) and (ratio_3>0.9-0.05) and (ratio_3<1.08) and (ratio_4>0.53-
0.025) and (ratio_4<0.62+0.025)then
     begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Edit9.Text:='Angun' ;
    Edit1.Text:='Door Open' ;
    str:='U';
    if ComPort1.Connected then
    ComPort1.WriteStr(Str);
    end;

end;

procedure TForm1.Timer3Timer(Sender: TObject);
var R,G,B,Cl,Z,i,j : integer;
begin
for i:= 0 to (Image1.Width)-1 do
   for j:= 0 to (Image1.Height)-1 do
        Begin
          Image1.Canvas.Pixels[i,j]:=ImageEnView1.IEBitmap.Canvas.Pixels[i,j];
        end;
   end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var i,j : integer;
begin
      for i:= 0 to (Image1.Width)-1 do
      for j:= 0 to (Image1.Height)-1 do
      Begin
        Image2.Canvas.Pixels[i,j]:=ImageEnView1.IEBitmap.Canvas.Pixels[i,j];
      end;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
   Image2.Picture.SaveToFile('c:\'+Edit8.text+'.bmp');
end;

procedure TForm1.BtnStartClick(Sender: TObject);
begin
 if ComPort1.Connected then
 begin
   ComPort1.Close;
   btnStart.Caption := 'Start Comport';
 end
else
 begin
   ComPort1.Open;
   btnStart.Caption := 'Stop Comport';
 end;
end;



procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
   Edit2.Text := IntToStr(Count);
   Count := 0;
end;

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
var str:string;
begin
    str:='U';
    if ComPort1.Connected then
    ComPort1.WriteStr(Str);
    Edit1.Text:='Door Open';
end;

procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
var str:string;
begin
    str:='0';
    if ComPort1.Connected then
    ComPort1.WriteStr(Str);
    Edit1.Text:='Door Close';
end;

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit UnitReal_Edit_4direction;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, CPort, ieview, imageenview, ievect, videocap,
  ExtDlgs;

type
  TForm1 = class(TForm)
    btnSource: TButton;
    btnPlay: TButton;
    BtnStart: TButton;
    Button13: TButton;
    Button1: TButton;
    ComPort1: TComPort;
    Timer1: TTimer;
    Timer2: TTimer;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    btnUp: TButton;
    btnLeft: TButton;
    btnRight: TButton;
    btnDown: TButton;
    btnCenter: TButton;
    textctx: TLabel;
    texcty: TLabel;
    GroupBox1: TGroupBox;
    ImageEnVideoView1: TImageEnVideoView;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Image1: TImage;
    GroupBox3: TGroupBox;
    Image2: TImage;
    Timer3: TTimer;
    Edit3: TEdit;
    Label1: TLabel;
    procedure btnSourceClick(Sender: TObject);
    procedure btnPlayClick(Sender: TObject);
    procedure BtnStartClick(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button13Click(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
    procedure btnUpClick(Sender: TObject);
    procedure btnLeftClick(Sender: TObject);
    procedure btnCenterClick(Sender: TObject);
    procedure btnRightClick(Sender: TObject);
    procedure btnDownClick(Sender: TObject);
    procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 private
   { Private declarations }
   Px,Py,Cn:Real;
   Ctx,Cty,Count:integer;
 public
   { Public declarations }
 end;

var
 Form1: TForm1;
 str: string;


implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.btnSourceClick(Sender: TObject);
begin
 ImageEnVideoView1.DoConfigureSource;
end;

procedure TForm1.btnPlayClick(Sender: TObject);
begin
 if  ImageEnVideoView1.ShowVideo= False then
   begin
   ImageEnVideoView1.DisplayMode := dmOverlay;
   ImageEnVideoView1.ShowVideo := True;
   btnPlay.Caption:='Stop';
   end
   else
   begin
   ImageEnVideoView1.ShowVideo := False;
   btnPlay.Caption:='Play';
   end;
end;

procedure TForm1.BtnStartClick(Sender: TObject);
begin
 if ComPort1.Connected then
 begin
   ComPort1.Close;
   btnStart.Caption := 'Connect';
 end
else
 begin
   ComPort1.Open;
   btnStart.Caption := 'Disconnect';
 end;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  if  Timer1.Enabled= false then
   begin
   Timer1.Enabled:= True;
   Button1.Caption:= 'Stop Process';
   end
   else
   begin
   ImageEnVideoView1.Frozen:=false;
   Timer1.Enabled:= False;
   Button1.Caption:=  'Process';
   end;
end;

procedure TForm1.Button13Click(Sender: TObject);
begin
 if Button13.Caption='Manual' then
   begin
     Button13.Caption:='Auto';
     btnRight.Enabled := true;
     btnLeft.Enabled := true;
     btnCenter.Enabled := true;
     btnUp.Enabled := true;
     btnDown.Enabled := true;
   end
   else
   begin
     Button13.Caption:='Manual';
     btnRight.Enabled := false;
     btnLeft.Enabled := false;
     btnCenter.Enabled := false;
     btnUp.Enabled := false;
     btnDown.Enabled := false;
   end;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
var
 xh,yh,hxmax,hymax,hxmin,hymin,x,y,Z,Red,Green,Blue,color,Q:integer;
 Yl,Cr,Cb : real;
 str: string;
begin
 Count := Count+1;
 Q:= 0;
 ImageEnVideoView1.Frozen := True;       // scan pixs
 hxmax:=0;
 hymax:=0;
 hymin:=150;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
hxmin:=150;
for x:=0 to image1.Width -1 do
begin
for y:=0 to image1.Height -1 do
begin
  Q:=Q+1;//get rid
  color:= ImageEnVideoView1.IEBitmap.Canvas.Pixels[x,y];
  Blue:=(color and $FF0000)div $10000;
  Green:=(color and $FF00)div $100;
  Red:=color and $FF;
  Cb:=(Blue-70/1.772+0.5);
  Cr:=(Red-70/1.402+0.5);
  if ( Cb >30) and ( Cb<58) and  ( Cr >58) and ( Cr <87)  then
    begin
      Px := Px+x;
      Py := Py+y;
      Cn := Cn+1;
      if x > hxmax then
      hxmax:=x;
      if y > hymax then
      hymax:=y;
      if x < hxmin then
      hxmin:=x;
      if y < hymin then
      hymin:=y;
    end;
 end;
end;
if hxmax>0 then
if hymax>0 then
if hymin<hymax then
if hxmin<hxmax then
begin //get rid
  if Q >= 800 then //get rid
  begin
  Ctx := Round(Px) div Round(Cn);
  Cty := Round(Py) div Round(Cn);
  Edit1.Text := IntToStr(ctx);
  Edit2.Text := IntToStr(cty);
  xh:=(hxmax+hxmin) div 2;
  yh:=(hymax+hymin) div 2;
  end; //get rid
 end;
    Image1.Refresh;
    Image1.Canvas.Ellipse(Ctx-2,Cty-2,Ctx+2,Cty+2);
    if(xh<10)or(xh>140)or(yh<10)or(yh>140)then
 begin
    Str:='0';
    if ComPort1.Connected then
    ComPort1.WriteStr(Str);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    end
    else
  begin             //Drection of Moving
   if Ctx < (75-20) then   //Move Left
  begin
   Str:='4';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
  end;
  if Ctx > (75+20) then   //Move Right
  begin
   Str:='6';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
  end;
  if Cty < (75-20) then   //Move Up
  begin
   Str:='8';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
  end;
  if Cty > (75+20) then   //Move Down
  begin
   Str:='2';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
  end;
  if ((ctx>=75-20)and(ctx<=75+20)and(cty>=75-20)and(cty<=75+20)) then  // Still
  begin
   Str:='0';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
  end;
  end;
end;


procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
var Red,Green,Blue,x,y,Z,color :integer;
    Cr,Cb : real;
    P : PByteArray;
    BitMap1 : TBitMap;
begin
    BitMap1 := TBitMap.create;
    BitMap1 := ImageEnVideoView1.Bitmap;
   for x:=0 to Bitmap1.Height-1 do
     begin
     P := Bitmap1.ScanLine[x];
     for y:=0 to Bitmap1.Width-1 do
       begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Blue:=P[3*y];
      Green:=P[3*y+1];
      Red:=P[3*y+2];
      Cb:=(Blue-70/1.772+0.5);
      Cr:=(Red-70/1.402+0.5);
      Px := 0;
      Py := 0;
      Cn := 0;
      if ( Cb >30) and ( Cb<58) and  ( Cr >58) and ( Cr <87)  then
        begin
         P[3*y]:=255;
         P[3*y+1]:=255;
         P[3*y+2]:=255;
         end
       else
         begin
         P[3*y]:=0;
         P[3*y+1]:=0;
         P[3*y+2]:=0;
       end
   end;
 end;
 Image2.Picture.Bitmap := Bitmap1;
end;

procedure TForm1.btnUpClick(Sender: TObject);
begin
   Str:='8';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
end;

procedure TForm1.btnLeftClick(Sender: TObject);
begin
   Str:='4';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
end;

procedure TForm1.btnCenterClick(Sender: TObject);
begin
   Str:='0';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
end;

procedure TForm1.btnRightClick(Sender: TObject);
begin
   Str:='6';
   if ComPort1.Connected then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   ComPort1.WriteStr(Str);
end;

procedure TForm1.btnDownClick(Sender: TObject);
begin
   Str:='2';
   if ComPort1.Connected then
   ComPort1.WriteStr(Str);
end;

procedure TForm1.Timer3Timer(Sender: TObject);
begin
Edit3.Text := IntToStr(Count);
Count := 0;
end;

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้