สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบรักษาความปลอดภัยซึ่งควบคุมและสังเกตการณ์ โดยใช้ อินเตอร์เน็ตและโทรศัพท์มือถือ พร้อมทั้งระบุตัวบุคคล

SECURITY SYSTEM CONTROLLING AND TRACKING BY INTERNET AND MOBILE PHONE WITH PEOPLE IDENTIFICATION APPLICATION

T104257

โดย

นาย เจษฎา เกษมสุข

นาย ณัฐพล มณีรัตน์

นางสาว สุทัสสา หลักปัญญา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104257
วัน,เดือน,ปี 30 ต.ค. 2552

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECURITY SYSTEM CONTROLLING AND TRACKING BY INTERNET AND MOBILE PHONE WITH PEOPLE IDENTIFICATION APPLICATION

BY

MR.JATESADA KASEMSOOK

MR.NATTAPOL MANEERAT

MISS SUTASSA LAKPANYA

A PROJECT SUBMITTEDE IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THEDEGREE OF

BECHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบรักษาความปลอดภัยซึ่งควบคุมและสังเกตการณ์ โดยใช้อินเตอร์เน็ตและโทรศัพท์มือถือ พร้อมทั้งระบุตัวบุคคล	
ชื่อนักศึกษา	นาย เจษฎา เกษมสุข	รหัสประจำตัว 48012077
	นาย ณัฐพล มณีรัตน์	รหัสประจำตัว 48012085
	นางสาว สุทัสสา หลักปัญญา	รหัสประจำตัว 48012128
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์	
	ผศ.พิชญ สุพรรณกูล	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2551	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....

(ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผศ.พิชญ สุพรรณกูล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**ก**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ข**
กิตติกรรมประกาศ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญรูป	**ซ**
สารบัญตาราง	**ญ**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนการทำงาน	3
1.6 เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ขั้นตอนการทำงาน	4
2.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)	4
2.2.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	5
2.2.2 พัลส์วิดช์มอดูเลชันPWM (Pulse width modulation)	7
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC16F877A	9
2.3.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC 16FF877A	10
2.3.2 คุณสมบัติหลัก	10
2.3.3 คุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม	11
2.3.4 การกำหนดConfiguration Word	12
2.3.5 การจัดสรรหน่วยความจำและรีจีสเตอร์ควบคุม	14
2.3.6 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมและรีจิสเตอร์ไฟล์	16
2.3.7 รีจิสเตอร์หลักของPIC16F87x	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 การติดต่อกับพอร์ตอนุกรม (Series Port)	26
2.4.1 พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรม	26
2.4.2 มาตรฐาน RS–232C	28
2.4.3 ลักษณะของคอนเนกเตอร์แบบ D-Type	29
2.4.4 องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	30
2.5 เครือข่ายอินเตอร์เน็ต	32
2.5.1 สถาปัตยกรรม อินเตอร์เน็ต (Internet Architectures)	32
2.5.2 OSI โมเดล	32
2.5.3 รูปแบบมาตรฐานโพรโตคอลของอินเตอร์เน็ต	34
(Internet Protocol Standards	34
2.5.4 Internet IP	35
2.5.5 การแบ่งส่วนของข้อมูลและการประกอบขึ้นใหม่	
(Fragmentation and Reassemble)	37
2.5.6 การเลือกเส้นทาง (Routing)	38
2.6 ระบบการมองเห็นภาพ(Vision System)	38
2.6.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)	39
2.6.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)	39
2.6.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)	40
2.7 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ (Image Processing Fundamentals)	40
2.7.1 พิกเซล (Pixel)	40
2.7.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)	41
2.8 ระดับเกรย์ (Gray scale)	42
2.9 ฮีสโตรแกรม (Histogram)	43
2.10 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)	44
2.11 ทฤษฎีมอโฟโลจิคัลในการแยกส่วนของใบหน้า	46
2.11.1 การขยายกลุ่มของพิกเซล	46
2.11.2 การหดตัวของกลุ่มพิกเซล	49
2.11.3 การอุดรูของกลุ่มพิกเซล	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 พื้นฐานและระบบของสีโมเดล RGB (Red, Green, Blue)	51
2.13 บิตแมป (Bitmaps)	52
2.14 ความสว่าง (Brightness)	53
2.15 ชนิดของรูปภาพของโปรแกรมแมทเลป	53
2.15.1 ดัชนีรูปภาพ	53
2.15.2 ความหนาแน่นของรูปภาพ	55
2.15.3 ไบนารีของรูปภาพ	56
2.15.4 อาร์จีบีของรูปภาพ	56
2.16 เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์	58
2.16.1 ความหมายของไบโอเมทริกซ์	58
2.16.2 ลักษณะการทำงาน	59
2.16.3 ไบโอเมทริกซ์ประเภทต่างๆ	61
2.17 คำจำกัดความและขอบเขตของการรู้จำรูปแบบ (Definition and scope of pattern recognition)	62
2.18 การหาองค์ประกอบสำคัญของภาพใบหน้า	65
2.19 ทฤษฎีและวิธีการใช้ไอเกนเฟซ	66
2.19.1 วิธีของไอเกนเฟซ	66
บทที่ 3 การออกแบบ	
3.1 ส่วนควบคุมกล้องผ่านอินเตอร์เน็ต	67
3.1.1 แผ่นวงจร	67
3.1.2 มอเตอร์ที่ใช้ควบคุมการหมุนของกล้อง	68
3.1.3 ส่วนการออกแบบโครงสร้างฐานกล้อง	68
3.1.4 ส่วนของหน้าเว็บที่ใช้ควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต	69
3.1.5 ส่วนของการออกแบบการใช้งานผ่านโปรแกรมจำลองมือถือ	69
3.2 ส่วนประมวลผลภาพระบุตัวบุคคล	70
3.2.1 ภาพรวมโปรแกรมระบุใบหน้า	70
3.2.2 โปรแกรมในส่วนเก็บภาพใบหน้าคน	71
3.2.3 โปรแกรมส่วนประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบใบหน้า	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลลัพธ์

การทดลองที่ 4.1 ขั้นตอนการทดลอง

4.1.1 ส่วนการควบคุมผ่านอุปกรณ์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต 75

4.1.2 ส่วนของการประมวลผลภาพเพื่อระบุตัวบุคคล 76

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 82

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข 82

5.3 แนวทางพัฒนาต่อไป 82

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่2.2 ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์ 5

รูปที่2.3 การหมุนของเซอร์โวมอเตอร์เมื่อมีสัญญาณพัลส์รูปแบบต่างๆเข้ามา 6

รูปที่2.4 โครงสร้างและส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์ 7

รูปที่2.5 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิล ของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่ 8

รูปที่2.6 ภาพโครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 9

รูปที่2.7 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16FF877A 10

รูปที่2.8 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F873(A)/874(A) 15

รูปที่2.9 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F876(A)/877(A) 15

รูปที่2.10 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมของไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F876(A)/877(A)17

รูปที่2.11 แสดงกลไกการทำงานของโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) 24

รูปที่2.12 กลไกการทำงานของสแต็กอย่างง่าย 26

รูปที่2.13 ลักษณะสัญญาณของการสื่อสารแบบซิงโครนัส 27

รูปที่2.14 ลักษณะสัญญาณของการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส 28

รูปที่2.15 ลักษณะของหัวต่อแบบ DB25 และ DB9 ตามลำดับ 29

รูปที่2.16 แสดงสถาปัตยกรรมของ Internet 32

รูปที่2.17 แสดงการแบ่งเครือข่ายออกเป็น OSI Model 33

รูปที่2.18 โครงสร้าง Address ที่ใช้ใน Class ต่างๆของเครือข่ายโดยมีทั้งหมด 32 bit 35

รูปที่2.19 Internet Datagram Format and Contents 36

รูปที่2.20 พิกเซล 40

รูปที่2.21 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมทริกซ์ภาพๆหนึ่ง 41

รูปที่2.22 ตัวอย่างของระดับเกรย์ (Gray Scales) 43

รูปที่2.23 ฮีสโตรแกรมของ 8 ระดับเกรย์ จากเมทริกซ์ 4 x 5 44

รูปที่2.24 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์ 45

รูปที่2.25 ตัวอย่างการทำมอร์โฟโลจิคัล 46

รูปที่2.26 ลักษณะของการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซล 47

รูปที่2.27 แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพ 48

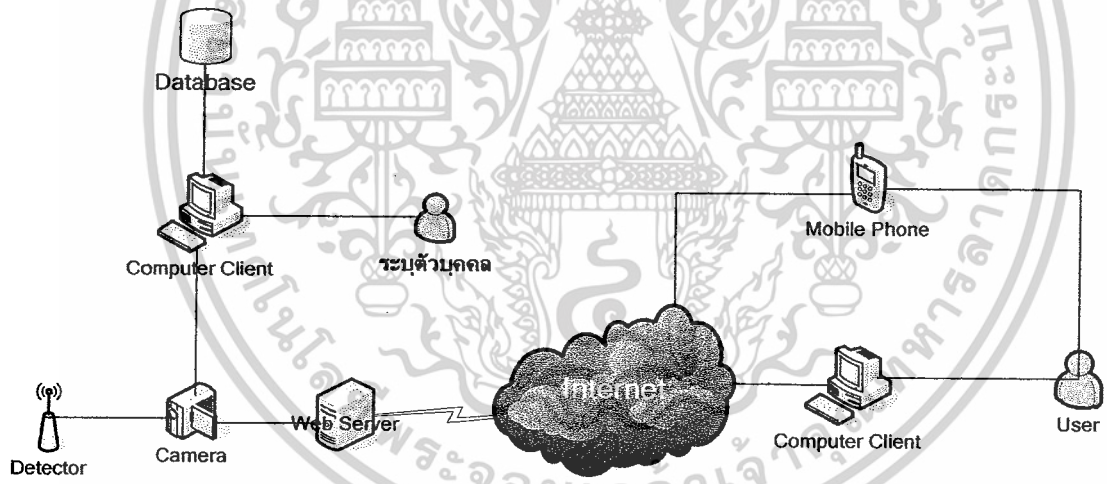
รูปที่2.28 ลักษณะการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. แนวคิดและที่มาของปัญหา

เนื่องจากในโลกปัจจุบันนี้ มีการแข่งขันมากมาย ทุกสังคม ทำให้เวลาทุกวินาทีนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง รวมทั้ง เทคโนโลยีที่มีอยู่ก็มีพัฒนาการไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะตอบสนองการอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ในทุกๆด้าน ตัวอย่าง เช่น เทคโนโลยีกล้องวงจรปิด ที่สามารถเข้าถึงสถานที่ที่ต้องการในช่วงเวลาที่จำเป็นได้ ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาลักษณะทางการใช้งานเพื่อทำให้สามารถเข้าถึงและควบคุมได้ เพื่อที่จะสามารถสังเกตการณ์ในสถานที่ที่ต้องการได้ทุกเมื่อทุกเวลา



1.2 จุดประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบความปลอดภัยและการสังเกตการณ์ให้เข้าถึงผู้ใช้ได้อย่างสะดวกมากขึ้น

1.2.2 เพื่อเพิ่มทักษะความรู้ทางด้านการพัฒนาซอฟแวร์(Software)ในการควบคุมกล้อง

1.2.3 เพื่อสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์(Software)ในการรับ-ส่งภาพผ่านคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

1.2.4 เพื่อศึกษาออกแบบและสามารถสร้างซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสื่อสารทางอินเตอร์เน็ตได้

1.2.5 เพื่อศึกษาการทำงานของ Image Processing ในการใช้ตรวจจับใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและโปรแกรมที่ได้รับการศึกษามา เพื่อใช้ในการควบคุมกล้องและตรวจสอบสถานที่ในมุมที่ต้องการได้ โดยมีการส่ง-รับภาพร่วมด้วย รวมทั้งมีการใช้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ควบคุมการทำงานโดยผ่านระบบอินเตอร์เน็ตในการเข้าถึงได้ ซึ่งมีการแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนๆได้ดังนี้

1.3.1 ส่วนซอฟแวร์ที่ใช้ในการติดต่อกับกล้อง

1.3.2 ส่วนของซอฟแวร์ที่จะใช้ในการรับ-ส่งภาพ และเก็บภาพไว้ในระบบ

1.3.3 ส่วนของซอฟแวร์ในการรับ-ส่งข้อมูล ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ กับ คอมพิวเตอร์

1.3.4 ส่วนของซอฟแวร์ในการความคุมการทำงานให้สัมพันธ์กันระหว่างกล้องวงจรปิด

1.3.5 ส่วนของซอฟแวร์ในการทำ Image Processing เพื่อทำการจดจำใบหน้า

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน

หัวข้อ	มิ.ย 50	ก.ค 50	ส.ค 50	ก.ย 50	ต.ค 50	พ.ย 50	ธ.ค 50	ม.ค 50	ก.พ 50
ศึกษาทฤษฎีอุปกรณ์ในการควบคุมมอเตอร์ และการรับส่งภาพ	◍	◍							
ศึกษาโปรแกรมสำหรับควบคุมฐานกล้อง		◍	◍						
เขียนโปรแกรมทดสอบกับฐานกล้องและนำไปเข้ากับโปรแกรมสื่อสารทางอินเตอร์เน็ต			◍	◍					
ศึกษาและเขียนโปรแกรมการทำ Image Processing				●	●	●	●		
ทดสอบและแก้ไขโครงงาน							●	●	●

◍ แสดงการดำเนินงานในช่วงการศึกษาภาคที่ 1

● แสดงการดำเนินงานในช่วงการศึกษาภาคที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการสังเกตการณ์ในสถานที่ที่จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษได้

1.4.2 เรียนรู้พัฒนาเทคโนโลยีโปรแกรม Visual Basic เพื่อควบคุมกล้องผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของคอมพิวเตอร์ผู้ใช้งานได้

1.4.3 เรียนรู้พัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

1.4.4 สามารถพัฒนาระบบในการรับ-ส่งภาพ ผ่านคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

1.4.5 เรียนรู้พัฒนาการใช้โปรแกรม C ในการเขียนคำสั่งควบคุม Servo motor

1.4.6 เรียนรู้วิธีการทำ Image Processing ในการตรวจจับใบหน้า

1.5 ขั้นตอนการทำงาน

1.5.1 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีทางด้านการรับ-ส่งภาพ ระหว่างกล้องกับคอมพิวเตอร์

1.5.2 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีทางด้านการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมกล้อง

1.5.3 ศึกษาโปรแกรมภาษาซี ภาษาVisual Basic.Net

1.5.4 ทดลองเขียนโปรแกรม

1.5.5 ต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

1.5.6 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีทางด้านการทำ Image Processing

1.5.7 เขียนโปรแกรมภาพใบหน้าและระบุตัวบุคคล

1.5.8 ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

1.4 เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์

ภายในปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 5 ส่วน ซึ่งในแต่ละบทจะกล่าวไว้ ดังนี้

บทที่ 1 จะเป็นส่วนอธิบายที่อธิบายวัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ ขอบเขต และขั้นตอนการทำงาน และระยะเวลาการทำงานคร่าว

บทที่ 2 ส่วนนี้จะอธิบายขั้นตอนการทำงานโดยละเอียด ทฤษฎี ของปริญญานิพนธ์

บทที่ 3 เนื้อหาส่วนนี้ เกี่ยวกับการออกแบบงานภายในปริญญานิพนธ์

บทที่ 4 ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการทดลองโครงงานและผลที่ได้

บทที่ 5 เป็นส่วนของบทสรุปของปริญญานิพนธ์ และวิจารณ์การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

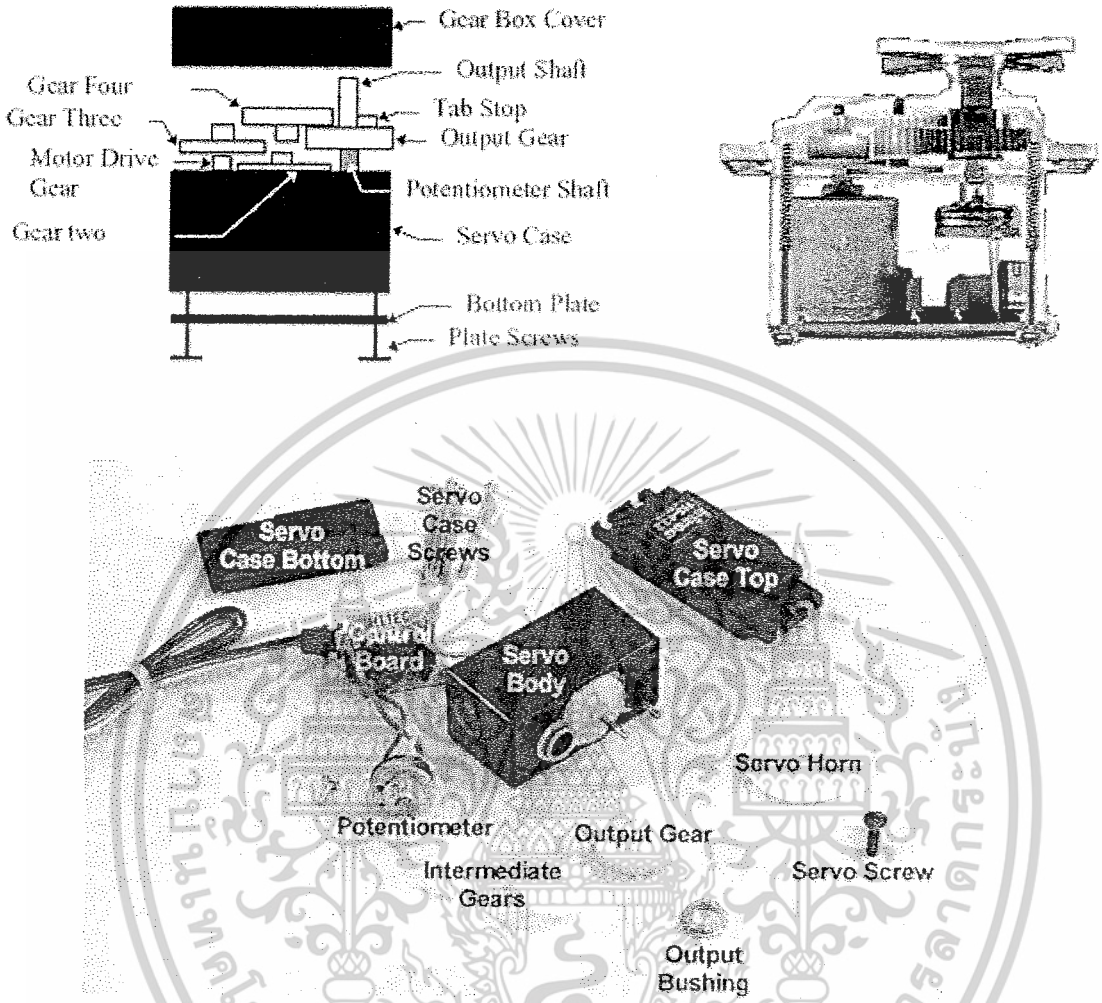
2.1 ขั้นตอนการทำงาน

เริ่มต้นเมื่อมีวัตถุ หรือ สิ่งแปลกปลอมเข้าไปในสถานที่ที่ติดตั้งชุดการตรวจจับเอาไว้ ระบบจะทำการนำภาพนั้น ไปตรวจสอบ ว่า เป็นบุคคลภายในที่มีอยู่ในข้อมูลหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ระบบจะดำเนินการ ส่งข้อมูล ไปยัง เซอร์เวอร์ เพื่อ ส่งต่อไปถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่แจ้งไปยังผู้ใช้ โดยกล้องจะทำงานอัตโนมัติและส่งภาพขึ้นไปเก็บไว้บนเว็บ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse) เพื่อส่งไปควบคุมกล้องผ่านคอมพิวเตอร์ จะสามารถเลือกการใช้งานผ่านโปรแกรมภายในโปรแกรมจะมีส่วนต่างๆให้เลือกการควบคุมกล้อง จะมีส่วนในการเปิด ปิดกล้อง และเลือกถ่ายภาพในส่วนที่เราต้องการได้ ภาพถ่ายจะถูกนำไปเก็บไว้ในส่วนที่เลือกใช้เก็บภาพ และสามารถเข้าดูภาพถ่ายจากการเข้าดูผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยการเข้ามาที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เปิดไว้ได้

2.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เซอร์โวมอเตอร์ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(DC : Direct Current Motor) ที่ถูกประกอบรวมกับชุดเกียร์ และส่วนควบคุมต่างๆ ไว้ในโมดูล(Module) เดียวกัน หรือ ภายในกล่องพลาสติกเดียวกัน โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายต่อใช้งานเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ VCC,GND และสายสัญญาณควบคุม(Control Line) ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย หรือ ขวาได้จากสัญญาณเพียงเส้นเดียว โดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมนี้จะเป็นสัญญาณ พัลส์วิดมอด (PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์นี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติมอเตอร์แต่ละตัว ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา ให้แรงบิตสูง กินพลังงานน้อย และสามารถควบคุมด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ(Driver) อื่นๆ เพราะมอเตอร์ชนิดนี้จะมีวงจรควบคุมบรรจุไว้ภายในอยู่แล้ว ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้สามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่ง หรือทิศทางองศาที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ที่ป้อนมอเตอร์ แต่เซอร์โวมอเตอร์นี้จะหมุนได้แค่เพียงในช่วงประมาณ 180° หรือครึ่งรอบเท่านั้น หรือบางรุ่นอาจหมุนได้ถึง 210° แต่จะไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในจะประกอบด้วย ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และตัวต้านทานนี้จะถูกยึดติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้นเซอร์โวมอเตอร์จึงถูกออกแบบให้หมุนได้เพียงแค่ประมาณ 180 องศา หรือครึ่งรอบเท่านั้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับตัวต้านทานปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

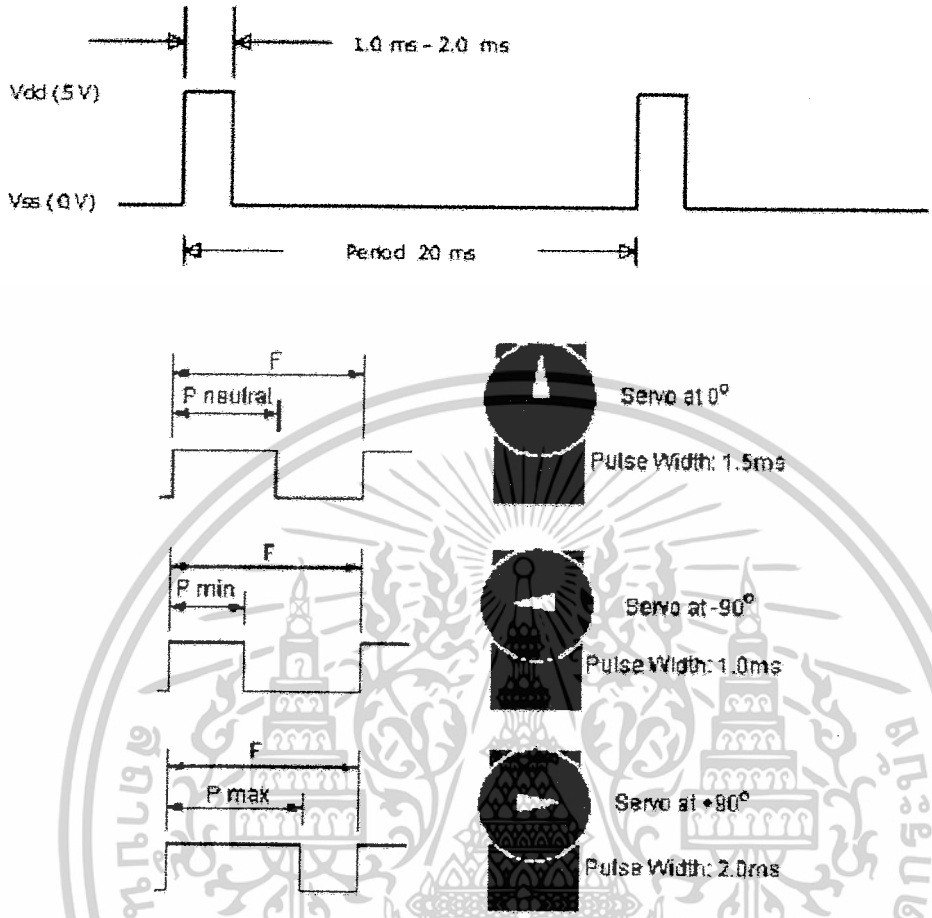


รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์ (ที่มาจาก [1] หน้าที่ 6)

2.2.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ ทำได้โดยการป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดอ้างอิง 3 จุด ดังรูปคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

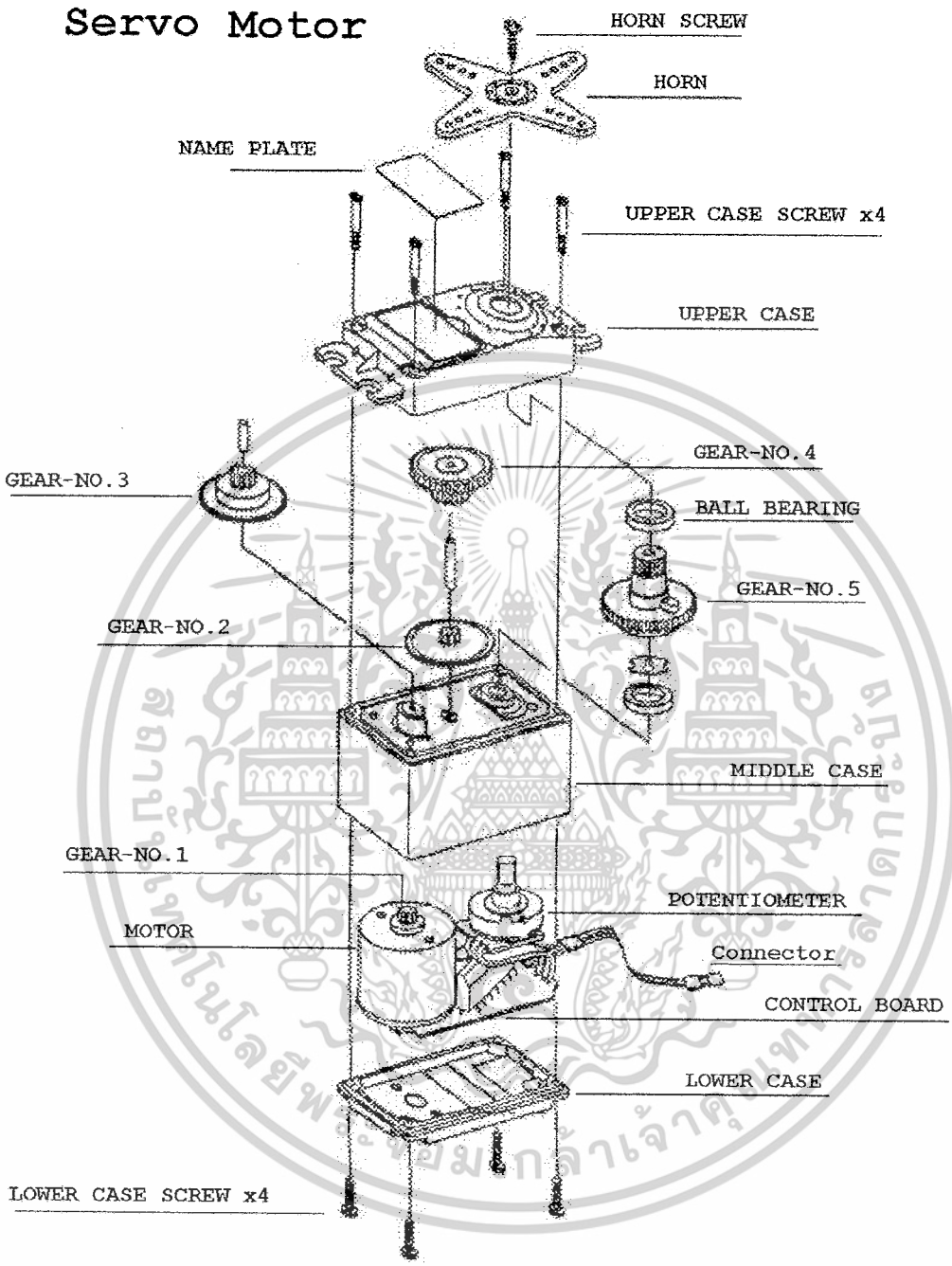


รูปที่ 2.3 การหมุนของเซอร์โวมอเตอร์เมื่อมีสัญญาณพัลส์รูปแบบต่างๆเข้ามา (ที่มาจาก [1] หน้า 8)

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือจุดกึ่งกลางมอเตอร์
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม -90 องศา หรือทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม +90 องศา หรือทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนที่จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นสามารถทำได้โดยเริ่มต้นการเพิ่มสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ โดยอ้างอิงจากจุด ทั้ง 3 จุดที่กล่าวมานี้ ตัวอย่าง เช่นถ้าต้องการให้หมุนไปที่มุม -45 องศา เราก็ต้องป้อนสัญญาณที่มีความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น และสัญญาณนี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างและส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์ (ที่มาจาก [1] หน้า 9)

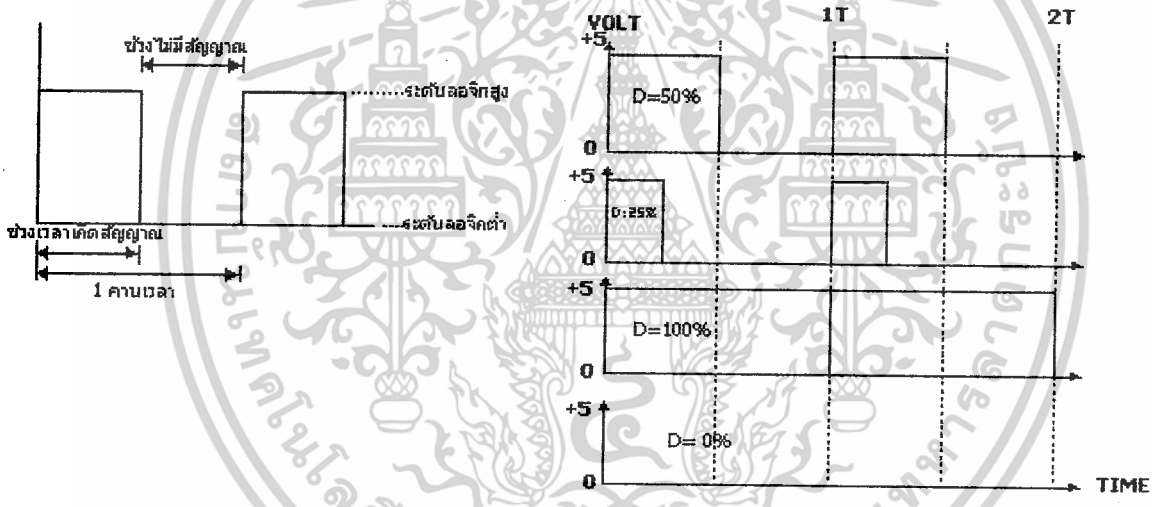
2.2.2 พัลส์วิดช์มอดูเลชันPWM (Pulse width modulation)

พัลส์วิดช์มอดูเลชัน PWM Pulse width modulation เป็นเทคนิคการปรับความกว้างของสัญญาณพัลส์ เนื่องจากการนำไปใช้ในการควบคุม DC motor โดยการให้สัญญาณพัลส์ แล้วทำการปรับสัญญาณพัลส์เพื่อเป็นการปรับความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ โดยที่จะมีความถี่ของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีค่าคงที่ตลอดเวลา คือ ถ้าความกว้างของสัญญาณน้อยความเร็วก็จะน้อย ถ้าความกว้างมากขึ้น ความเร็วก็จะมากขึ้น เป็นลักษณะของการผสมคลื่นความถี่ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูงค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง

$$\text{ค่าดิวตี้ไซเคิล} = (\text{ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ}) \times 100\% \qquad (2.1)$$

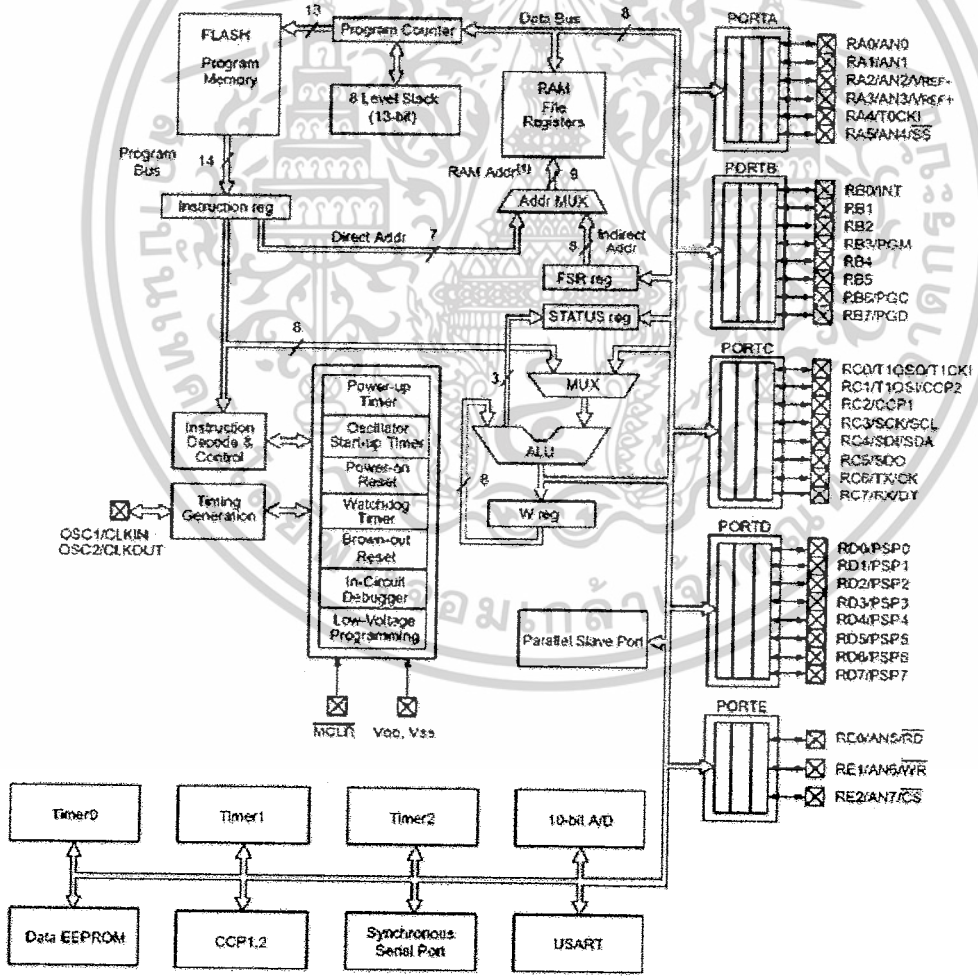


รูปที่ 2.5 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆและค่าดิวตี้ไซเคิลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่ (ที่มาจาก [2])

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์(Micro Controller)ตระกูล PIC16F877A

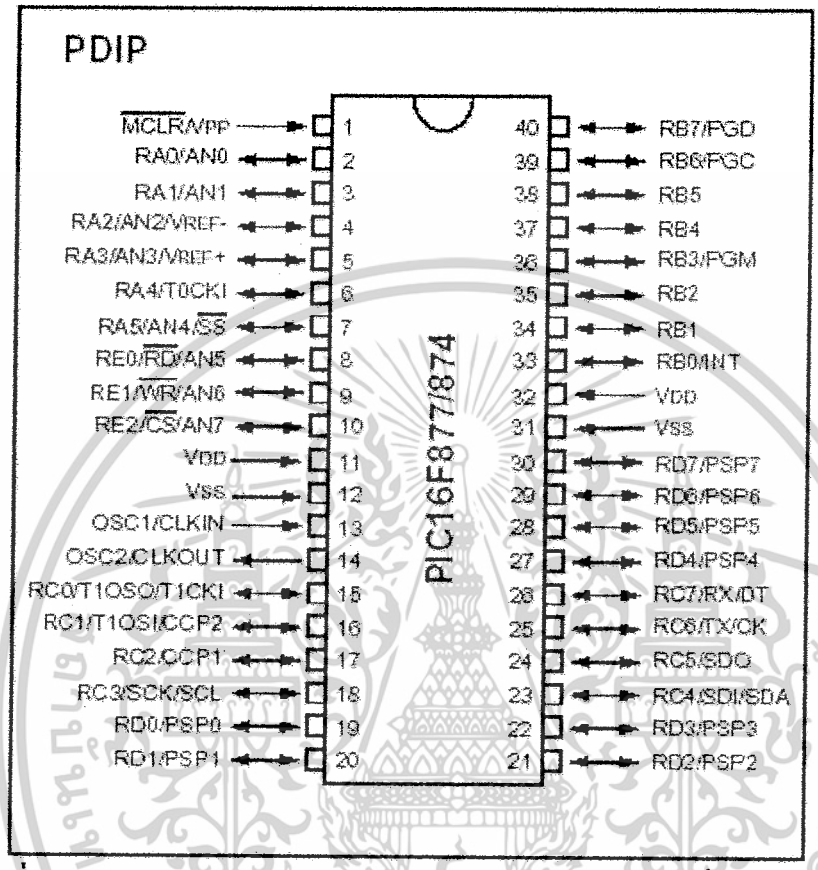
จากภาพที่ ส่วนประกอบหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A ได้แก่วงจรบราวเอาต์รีเซต (Brown – Out Reset), ส่วนแก้ไขข้อมูลในวงจรหรือดีบักเกอร์ (In-Circuit Debugger), วงจรโปรแกรมข้อมูลด้วยแรงดันต่ำ (Low-Voltage Programming),ไทเมอร์ จำนวน 3 ตัว, วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 10 บิต, วงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม (SPI : Serial Peripheral Interfacing) , วงจรเชื่อมต่อระบบบัส I^2C, วงจรสื่อสารอนุกรม (USART: Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) , โมดูลเปรียบเทียบสัญญาณ วงจรมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์หรือ PWM(CCP: Compare Capture Pulse-Width Modulation), วงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อคและโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิงเพิ่มเติมเข้ามาอีกด้วย



รูปที่ 2.6 ภาพโครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 (ที่มาจาก [3])

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC 16FF877A



รูปที่ 2.7 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16FF877A (ที่มาจาก [3])

2.3.2 คุณสมบัติหลัก

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction-Set Computer) มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่งใช้งานเพียง35 คำสั่ง
- สามารถกระทำคำสั่งโดยใช้สัญญาณเพียงหนึ่งลูกยกเว้นคำสั่งการกระโดด
- ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง20 MHz
- หน่วยความจำโปรแกรม 8 กิโลเวิร์ด
- หน่วยความจำข้อมูลแรมหรือรีจีสเตอร์ 368 ไบต์
- ขนาดหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม256 ไบต์
- ตอบสนองแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์สูงสุดถึง14 แหล่ง
- มีแสตก8 ระดับ
- มีวงจรเพาว์เวอร์ออนรีเซต(POR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์(PWRT) และออสซิเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์(OST)
- มีวงจรวอตช์ด็อกไทเมอร์(WDT) ที่มีวงจรออสซิเลเตอร์ในตัว ทำให้มีความเชื่อถือในการทำงานสูง
- เพื่อป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลสามารถเลือกระดับการป้องกันได้
- มีโหมดประหยัดพลังงาน
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน+5 โวลต์ได้
- แก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมด้วยกระบวนการ ICD (In-Circuit Debugger) ผ่านพอร์ตเพียง2 ขา
- สามารถอ่านและเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้
- ไฟเลี้ยง+2 ถึง+5.5 โวลต์
- กระแสซิงก์และกระแสซอร์สของพอร์ต25 mA
- การใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีไม่ขับโหลดน้อยกว่า2 mAที่ไฟเลี้ยง+5V และสัญญาณนาฬิกา 4MHz 20 uA ที่ไฟเลี้ยง+3V และสัญญาณนาฬิกา32kHz น้อยกว่า1uA ในโหมดประหยัดพลังงานหรือสแตนด์บาย

2.3.3 คุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม

- ไทเมอร์ 3 ตัว คือไทเมอร์ 0 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิตในตัว ,ไทเมอร์ 1 ขนาด 16 บิต พร้อมปรีสเกลเลอร์ และไทเมอร์ 2 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์,โพสต์สเกลเลอร์ และรีจีสเตอร์คาบเวลา ขนาด8 บิต1 ตัว
- มีโมดูล CCP 2 ชุด โดยส่วนตรวจจับสัญญาณหรือแคปเจอร์ มีขนาด 16 บิต และความละเอียดสูงสุด 12.5 นาโนวินาที ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ มีขนาด 16 บิต ความ ละเอียดสูงสุด200 นาโนวินาทีวงจรPWM มีความละเอียดสูงสุด10 บิต
- มีวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด10 บิตจำนวน8 ช่อง
- วงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมทั้งSPI และI^2C
- วงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรมUSART พร้อมการตรวจจับแอดเดรส9 บิต
- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง (บราวเอาต์ดีเท็กชั่น : Brown out detection) เพื่อการรีเซตซีพียูหรือเรียกว่าบราวเอาต์รีเซต(Brown out Reset: BOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การกำหนดConfiguration Word

PIC16F877A มีรีจีสเตอร์พิเศษตัวหนึ่งที่บรรจุข้อมูลสำหรับกำหนดการทำงานทั้งหมดเอาไว้นั่นคือ Configuration Word โดยภายในConfiguration Word จะบรรจุข้อมูลของการเลือกป้องกันการอ่านข้อมูล, เลือกความสามารถการรีเซตอัตโนมัติเมื่อไฟเลี้ยงลดต่ำถึงค่าที่กำหนด, ควบคุมการทำงานของวอตช์ด็อกไทเมอร์ หรือกระทั่งการเลือกชนิดของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์ การกำหนดข้อมูลสำหรับรีจีสเตอร์ตัวนี้สามารถกระทำได้2 ทางคือด้วยคำสั่ง__CONFIG ในส่วนต้นของโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีแล้วแอสเซมเบลอร์ด้วยMPASM (ในกรณีที่เขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี) ซึ่งบรรจุอยู่ในชุดของโปรแกรม MPLAB ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ของบริษัทMicrochip ผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์PIC นั่นเองทางที่สองคือกำหนดที่ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการโปรแกรมหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ การกำหนดสามารถกระทำได้ทางใดทางหนึ่งหรือทั้งสองทางก็ได้ แต่ถ้าการกำหนดทั้งสองทางแตกต่างกัน การกำหนดที่ซอฟต์แวร์ของเครื่องโปรแกรมจะมีนัยสำคัญสูงกว่า

รีจีสเตอร์ Configuration มีขนาด14 บิตเท่ากับขนาดของเวิร์ดในหน่วยความจำโปรแกรมตำแหน่งของConfiguration Word อยู่ที่แอดเดรส0x2007 ซึ่งมีรายละเอียดของการกำหนดข้อมูลแต่ละบิตสรุปไว้ดังนี้

บิต 13	บิต 12	บิต 11	บิต 10	บิต 9	บิต 8	บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
CP	-	DEBUG	WRT1	WRT0	CPD	LVP	BOREN	-	-	PWRTEN	WDTEN	FOSC1	FOSC0

CP (Code protection bit –บิต13): เลือกการป้องกันหน่วยความจำโปรแกรม

"0" - เลือกป้องกันการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรม

"1" - เลือกป้องกันการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรม

บิต12 ไม่ใช้งานกำหนดให้เป็น"0"

DEBUG (In Circuit Debugger Mode bit – บิต11): บิตเลือกการทำงานในโหมดดีบักเกอร์ในวงจรหรือICD

"0" - เลือกความสามารถนี้ทำให้ขาRB6 และRB7 ถูกสงวนไว้เพื่อใช้กับดีบักเกอร์

"1" - ดิสเอเบิ้ลความสามารถนี้ทำให้ขาRB6 และRB7 ยังคงใช้เป็นพอร์ตอินพุต เอาต์พุตตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WRT1:WRT0 (Flash Program Memory Write Enable bits –บิต 10 และ บิต 9): บิตเอ็นเอเบิลการเขียนหน่วยความจำโปรแกรมด้วยกระบวนการภายใน

"00" - มีการป้องกันในช่วง0x000-0xFFF และสามารถเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้ในช่วง0x1000-0x1FFF

"01" - มีการป้องกันในช่วง0x000-0x7FF และสามารถเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้ในช่วง0x800-0x1FFF

"10" - มีการป้องกันในช่วง0x000-0x0FF และสามารถเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้ในช่วง0x100-0x1FFF

"11" - ไม่มีการป้องกัน สามารถเขียนหน่วยความจำได้ภายใต้การควบคุมโดยรีจีสเตอร์EECON

CPD (Data Code Protection bit –บิต8) : เลือกการป้องกันการอ่านหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

"0" - เลือกป้องกันการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

"1" - เลือกไม่ป้องกันการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

LPV (Low Voltage In Circuit Serial Programming Enable bit –บิต7): บิตเลือกการโปรแกรมแบบอนุกรมในวงจรด้วยแรงดันต่ำ

"0" - ดิสเอเบิลความสามารถนี้ ทำให้ขาRB3/PGM เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติ และในการโปรแกรมหน่วยความจำยังคงต้องการแรงดันสูงป้อนเข้าที่ขา MCLR/VPP

"1" - เอ็นเอเบิลความสามารถนี้ ทำให้ขาRB3/PGM ถูกใช้เป็นอินพุตเอ็นเอเบิลสำหรับการโปรแกรมด้วยแรงดันไฟต่ำโดยป้อนแรงดัน+5 V เข้าที่RB3นี้

BOREN (Brown Out detect Enable bit-บิต 6) : เลือกการตรวจจับแรงดันไฟเลี้ยงเพื่อทำให้เกิดการรีเซตโดยอัตโนมัติหรือเรียกว่าบราวด์เอาต์รีเซต(Brown Out Reset)

"0" - ดิสเอเบิลความสามารถนี้

"1" - เอ็นเอเบิลความสามารถนี้

บิต5 และบิต4 ไม่ใช้งานกำหนดให้เป็น"0"

PWRTEN (Power Up Time Enable bit : บิต3) : เลือกการทำงานของเพาเวอร์อัปไทเมอร์

"0" - เอ็นเอเบิลความสามารถนี้

"1" – ดิสเอเบิลความสามารถนี้

WDTEN (Watchdog timer enable bit –บิต2) : เลือกการทำงานของวอตช์ด็อกไทเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" - ดิสเอเบิลความสามารถนี้หรือWatchdog timer off

"1" - เอ็นเอเบิลความสามารถนี้หรือWatchdog timer on

FOSC1 :FOSC2 (Oscilalter Selection bit –บิต 1 และบิต 0) : เลือกโหมดของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์PIC

"00" - โหมดLP (คริสตอลพลังงานต่ำ) โดยต่อคริสตอลเข้าที่ขาOSC2/CLKOUT และ OSC1/CLKIN

"01" - โหมดXT(คริสตอลหรือเรโซเนเตอร์) โดยต่อคริสตอลเข้าที่ขา SC2/CLKOUT และ OSC1/CLKIN

"10" - โหมดHS (คริสตอลหรือเรโซเนเตอร์ความเร็วสูง) โดยต่อคริสตอลเข้าที่ขา OSC2/CLKOUT และOSC1/CLKIN

"11" - โหมดRC (วงจรRC ภายนอก) กำหนดให้ขาOSC2/CLKOUT เป็นขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาCLKOUT ส่วนขาOSC1/CLKIN ใช่ต่อตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเพื่อกำหนดค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาหลัก

2.3.5 การจัดสรรหน่วยความจำและรีจีสเตอร์ควบคุม

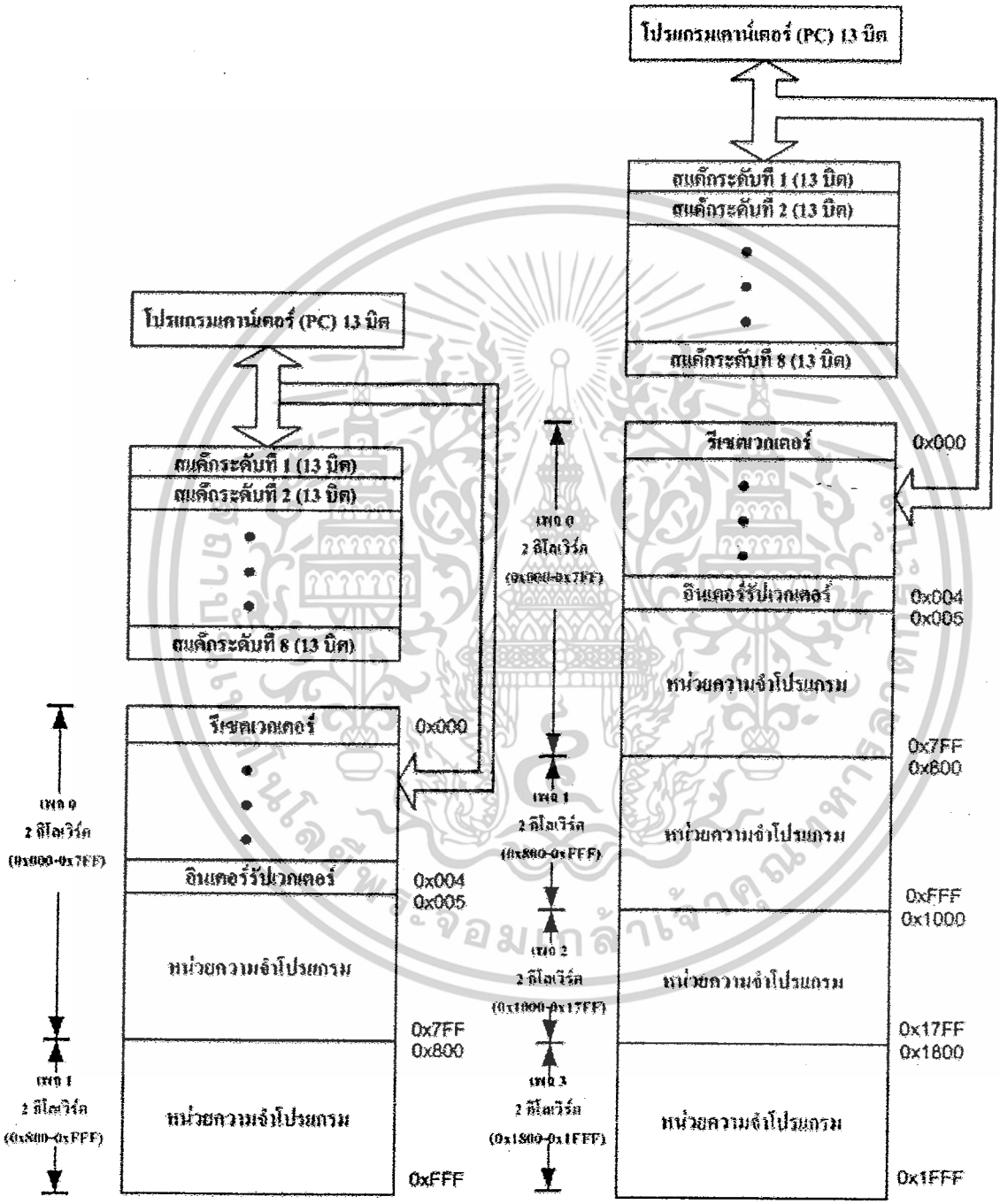
หน่วยความจำโปรแกรม เป็นส่วนที่มีความสำคัญมากเพราะเป็นที่เก็บข้อมูลคำสั่งทั้งหมด ซึ่งใช้กำหนดการทำงานให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยความจำโปรแกรมของ PIC 16F87X เป็นแบบแฟลช (Flash Memory) ทำให้สามารถลบ และเขียนใหม่ได้นับแสนครั้ง แต่อย่างไรก็ตาม โดยปกติหน่วยความจำโปรแกรมหลังจากที่ทำการเขียนในขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมแล้ว ก็จะมีไว้สำหรับอ่านออกมาได้เพียงอย่างเดียว

PIC 16F87X มีโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) ขนาด 13 บิต เพื่อกำหนดการเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรม โดยใน PIC 16F873/874 จะมีขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม 4K × 14 บิต หรือ 4 กิโลเวิร์ดโดย 1 เวิร์ดมีขนาด 14 บิต ส่วน PIC 16F876/877 จะมีขนาด 8K × 14 บิต หรือ 8 กิโลเวิร์ด เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรมนี้มีขนาดหน่วยความจำโปรแกรมที่ค่อนข้างใหญ่มาก จึงต้องมีการจัดสรรเป็นแบบเพจ โดยในแต่ละเพจจะมีขนาด 2 กิโลเวิร์ด ทั้งนี้เนื่องจากชุดคำสั่งเกี่ยวกับการกระโดดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลPIC สามารถอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำได้สูงสุด2,048 ตำแหน่ง

ในภาพที่ 2.8 และ 2.9 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F87x ทั้ง 2 ขนาด การจัดสรรดังกล่าวเป็นการจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F873/574 ซึ่งอยู่ในตำแหน่ง 0x0000-0x0FFF โดยแบ่งเป็น 2 เพจคือ 0x0000-0x07FF กับ 0x0800 -0x0FFF สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ 4 แอดเดรสแรกของเพจ 0 สงวนไว้เป็นที่เก็บค่าแอดเดรสรีเซตเวกเตอร์ ซึ่งจัดสรรไว้ที่ตำแหน่ง 0x0000 และที่ตำแหน่ง 0x0004 เป็นที่เก็บค่าแอดเดรสอินเตอร์รัปเวกเตอร์



รูปที่ 2.8 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F873 (A)/874(A) (ที่มาจาก [4])

รูปที่ 2.9 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876(A)/877(A) (ที่มาจาก [4])

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมที่ดีจึงควรกระโดดมาเริ่มต้นทำงานที่แอดเดรส 0x0005 จะเหมาะสมมากที่สุด แต่ถ้าหากผู้เขียนโปรแกรมคาดว่าไม่มีการใช้งานอินเตอร์รัปอย่างแน่นอน ก็สามารถละเลยเรื่องอินเตอร์รัปเวกเตอร์นี้ไปได้ จุดที่จะต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่งคือ การติดต่อกันระหว่างเพจของหน่วยความจำโปรแกรม ผู้เขียนโปรแกรมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดให้เกิดการกระโดดอยู่ในขอบเขต 2,048 ตำแหน่ง และถ้าหากมีการข้ามเพจเกิดขึ้นจะต้องแบ่งช่วงการกระโดดระหว่างเพจ

สำหรับ PIC16F876/877 ซึ่งมีขนาดหน่วยความจำโปรแกรม 8 กิโลเวิร์ด มีการจัดสรรพื้นที่ดังในรูปที่ 2.9 มีการสงวนแอดเดรส 0x0000 และ 0x0004 ไว้เช่นกันหรือกล่าวได้ว่าเป็นรูปแบบมาตรฐานของการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ สำหรับ PIC16F876/877 มีการแบ่งหน่วยความจำโปรแกรมออกเป็น4 เพจ ดังนี้

เพจ0 มีแอดเดรสในช่วง0x0000-0x07FF (โดยควรสงวนแอดเดรส0x0000และ0x0004 ไว้)

เพจ1 มีแอดเดรสในช่วง0x0800-0x0FFF

เพจ2 มีแอดเดรสในช่วง0x1000-0x17FF

เพจ3 มีแอดเดรสในช่วง0x1800-1x1FFF

นอกจากนั้นในPIC16F87x ยังมีพื้นที่หน่วยความจำพิเศษสำหรับเก็บค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ชั่วคราวขนาด 13 บิต เรียกว่า สแต็ก ซึ่งจะมีบทบาทมากในการกระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อยของPIC16F87x โดยเมื่อกระทำคำสั่งให้กระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อย ซีพียูจะทำการเก็บค่าโปรแกรมเคาน์เตอร์หรือ PC ในขณะนั้นไว้ในสแต็ก จากนั้นจึงกระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อย เมื่อทำงานเรียบร้อยแล้วซีพียูจะไปอ่านค่าPC จากสแต็กกลับมา แล้วทำงานตามกระบวนการในโปรแกรมหลักต่อไปสำหรับสแต็กใน PIC16F87x มีขนาด13 บิต สามารถเก็บค่าของPC ไว้ 8 ระดับ

2.3.6 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมและรีจิสเตอร์ไฟล์

ใน PIC16F876/877 มีหน่วยความจำข้อมูลแรมสำหรับใช้งานทั่วไป 368 ไบต์ และมีรีจีสเตอร์ไฟล์ขนาด 8 บิต57 ตัวและ 59 ตัวในเบอร์PIC16F876A/877A ดังแสดงในภาพที่ 2.9 แต่ละช่วงเรียกว่าแบงก์แต่ละแบงก์มีขนาดสูงสุด128 ไบต์ แต่ละแบงก์มีการจัดสรรพื้นที่ดังนี้

แบงก์0 มีแอดเดรส0x00-0x7F

แอดเดรส 0x00-0x1F เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0x20-0x7F เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป96 ไบต์

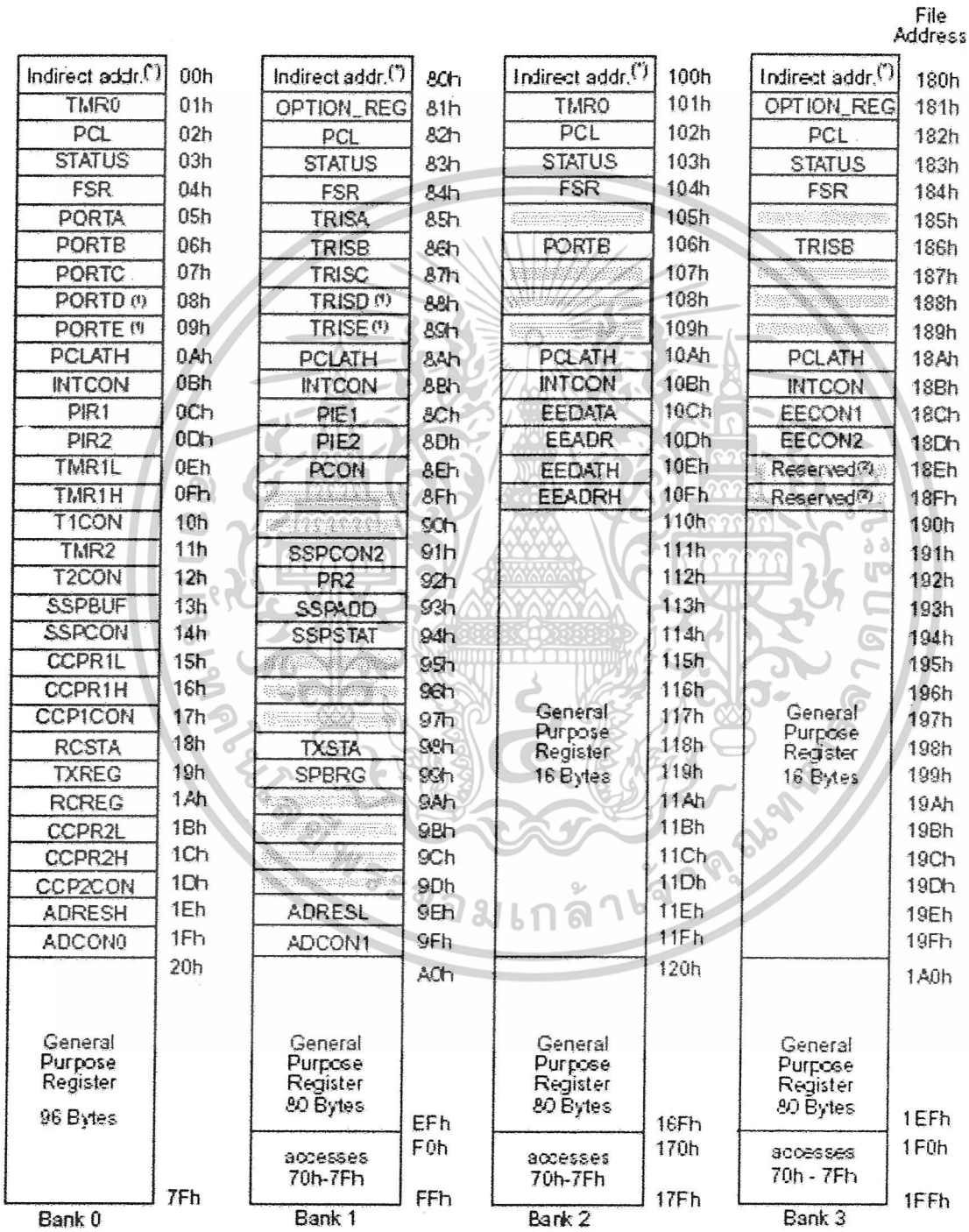
แบงก์1 มีช่วงแอดเดรส0x80-0xFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แอดเดรส0x80-0x9F เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์ แต่มีบางแอดเดรสไม่ใช้งาน

แอดเดรส0xA0-0xFF เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป 80 ไบต์



รูปที่ 2.10 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมของไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F876 (A)/877(A) (ที่มาจาก [4])

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

104257

แอดเดรส 0xF0-0xFF บรรจุข้อมูลเหมือนกับในแอดเดรส 0x70-0x7F ในแบงก์เพื่อช่วยให้สามารถใช้ข้อมูลจากแอดเดรส0x70-0x7F ได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแบงก์

แบงก์2 มีช่วงแอดเดรส0x100-0x17F

แอดเดรส 0x100-0x10F เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์ แต่มีบางแอดเดรสไม่ใช้งาน

แอดเดรส 0x110-0x11F เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป16 ไบต์

แอดเดรส 0x120-0x16F เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป80 ไบต์

แอดเดรส 0x170-0x17F บรรจุข้อมูลเหมือนกับในแอดเดรส 0x70-0x7F ในแบงก์0 เพื่อช่วยให้สามารถใช้ข้อมูลจากแอดเดรส0x70-0x7F ได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแบงก์

แบงก์3 มีช่วงแอดเดรส0x180-0x1FF

แอดเดรส 0x180-0x1FF เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์ แต่มีบางแอดเดรสไม่ใช้งาน

แอดเดรส 0x190-0x19F เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป16ไบต์

แอดเดรส 0x1Aa0-0x1EF เป็นพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป80 ไบต์

แอดเดรส 0x1F0-0x1FF บรรจุข้อมูลเหมือนกับในแอดเดรส 0x70-0x7F ในแบงก์ 0 เพื่อช่วยให้สามารถใช้ข้อมูลจากแอดเดรส0x70-0x7F ได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลง

2.3.7 รีจิสเตอร์หลักของPIC16F87x

2.3.7.1 รีจิสเตอร์STATUS

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลแสดงสถานะการทำงานของ PIC16F87x ไม่ว่าจะเป็นแฟล็กแสดงผลของการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิก, แสดงการทำงานของวอตชด็อกไทเมอร์, แสดงการทำงานในโหมดสลีป และใช้ในการเลือกแบงก์ของหน่วยความจำข้อมูลแรม มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง0x03 ในแบงก์ 0, 0x83 ในแบงก์ 1, 0x103 ในแบงก์ 2 และ 0x183 ในแบงก์ 3 ดังมีรายละเอียดของแต่ละบิตภายในรีจิสเตอร์STATUS ต่อไปนี้

	บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C
	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 1	R/W - 1	R/W - x	R/W - x	R/W - x

IRP(Indirect Register Bank Select bit) : ใช้เลือกแบงก์ของหน่วยความจำข้อมูลแรมและรีจิสเตอร์ไฟล์ เมื่อใช้การอ้างถึงแบบโดยอ้อม(Indirect Addressing Mode)

"0" - เลือกแบงก์0 และ1 (แอดเดรส0x00-0xFF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"1" - เลือกแบงก์2 และ3 (แอดเดรส0x100-0x1FF)

RP1-RP0 (Register Bank Select bit) : ใช้เลือกแบงก์ของหน่วยความจำข้อมูลแรม และรีจิสเตอร์ไฟล์ เมื่อใช้การอ้างถึงแบบโดยตรง

"00" - แบงก์0 (แอดเดรส0x00-0x7F)

"01" - แบงก์1 (แอดเดรส0x80-0xFF)

"10" - แบงก์2 (แอดเดรส0x100-0x17F)

"11" - แบงก์3 (แอดเดรส0x180-0x1FF)

TO (Time-out bit) : บิตแสดงขอบเขตเวลา แสดงการเกิดไทม์เอาต์เมื่อวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT) ทำงานครบเวลาที่กำหนด โดยแอกตีฟเป็นลอจิก "0" บิตนี้สามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียว การเซตบิตนี้จะเกิดขึ้นเมื่อเริ่มต้นจ่ายไฟให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ใหม่หรือเมื่อมีการกระทำคำสั่งCLRWDTหรือSLEEP

PD (Power-down bit) : บิตแสดงการทำงานในโหมดประหยัดพลังงาน เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ เขาสู่โหมดประหยัดพลังงานจากการกระทำคำสั่ง SLEEP บิตนี้กจะกลายเป็นลอจิก "0" สามารถอ่านได้เพียง อย่างเดียว การเซ็ตบิตจะเกิดขึ้นเมื่อเริ่มต้นจ่ายไฟให้แก่ไมโครโทรลเลอร์ใหม่ หรือเมื่อมีการกระทำคำสั่ง CLRWDT ทำให้ออกจากโหมดประหยัดพลังงาน

Z (Zero bit) : บิตศูนย์ ใช้แสดงผลการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์

"0" - หลังจากกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์หรือลอจิกแล้ว ผลลัพธ์ไม่เป็นศูนย์

"1" - หลังจากกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์หรือลอจิกแล้ว ผลลัพธเป็นศูนย์

DC (Digital carry/borrow bit) : บิตทดหรือยืมระหว่างหลัก เป็นบิตแสดงผลทางคณิตศาสตร์ ในกรณีที่กระทำคำสั่ง ADDWF และ ADDLW ที่บิต DC จะเกิดผลลัพธ์ดังนี้

"0" - หากไม่เกิดการทดข้ามจากบิต 3 ไปยังบิต 4

"1" - หากเกิดการทดข้ามจากบิต 3 ไปยังบิต4

ในกรณีที่กระทำคำสั่ง SUBWF และ SUBLW ที่บิต DC จะเกิดผลดังนี้

"0" - หากเกิดการยืมค่าจากบิต 4 มายังบิต 3

"1" - หากไม่เกิดการยืมค่าจากบิต 4 มายังบิต 3

C (Carry/ borrow bit) : บิตทดหรอยืม ใช้แสดงผลการทดและยืมค่าทางคณิตศาสตร์ ในกรณีที่กระทำคำสั่ง ADDWF และ ADDLW ที่บิต C จะเกิดผลดังนี้

"0" - หากไม่เกิดการทดจากบิต MSB หรือบิต 7

"1" - หากเกิดการทดจากบิต MSB หรือบิต 7

ในกรณีที่กระทำคำสั่ง SUBWF และ SUBLW ที่บิต DC จะเกิดผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" - หากเกิดการยืมค่าของบิต MSB

"1" - หากไม่เกิดการยืมค่าของบิต MSB

2.3.7.2 รีจีสเตอร์ OPTION_REG

เป็นรีจีสเตอร์ที่สามารถอ่านและเขียนได้ทุกบิต บรรจุข้อมูลควบคุมการพูลอัปของพอร์ต B เลือกขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัปจากภายนอกที่ขา RB0/INT ข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานของไทเมอร์ 0 และวอตช์ด็อกไทเมอร์ มีแอดเดรสอยที่ 0x81 ในแบงก์ 1 และ 0x181 ในแบงก์ 3 ดังมีรายละเอียดของ ข้อมูลในแต่ละบิตต่อไปนี้

	บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
OPTION_REG	$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1

RBPU (Port B Pull-up enable bit) : บิตเอ็นเอเบิลการพูลอัปของพอร์ต B

"0" - เอ็นเอเบิลการพูลอัป

"1" - ดิสเอเบิลการพูลอัป

INTEDG (Interrupt edge select bit) : บิตเลือกขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัปจากภายนอกที่ขาRB0/INT

"0" - เลือกขอบขาลงของสัญญาณ

"1" - เลือกขอบขาขึ้นของสัญญาณ

T0CS(TMR0 Clock source select bit): บิตเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 0

"0" - รับจากสัญญาณนาฬิกาที่ใช้กำหนดไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

"1" - รับสัญญาณจากภายนอกที่ขา RA4/T0CKI

T0SE (TMR0 Source edge select bit) : บิตเลือกการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณเพื่อทำให้ ไทเมอร์ 0 เพิ่มค่าขึ้น การกำหนดข้อมูลในบิตนี้เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณ นาฬิกาให้แก่ไทเมอร์ 0 ที่บิต T0CS หากเลือกรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก จะต้องมาเลือกการ เปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่บิตนี้ แต่ถ้าเลือกรับณาณจากสัญญาณนาฬิกาภายใน การกำหนดข้อมูลที่บิตนี้จะไม่มีผลแต่อย่างใด

"0" - เลือกการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณจากต่ำไปสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"1" - เลือกการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณจากสูงไปต่ำ

PSA (Prescaler assignment bit) : บิตเลือกการทำงานของปรีสเกลเลอร์

"0" - เลือกให้ปรีสเกลเลอร์ทำงานร่วมกับไทเมอร์ 0

"1" - เลือกให้ปรีสเกลเลอร์ทำงานร่วมกับวอตช์ดอกไทเมอร์ เมื่อปรีสเกลเลอร์ทำงานกับ วอตช์ดอกไทเมอร์จะเรียกว่า โพสต์สเกลเลอร์ (postscaler)

PS2-PS0 (Prescaler rate select bit) : บิตเลือกอัตราส่วนของปรีสเกลเลอร์ ใช้ในการกำหนด อัตราส่วนในการทำงานของปรีสเกลเลอร์เมื่อทำงานร่วมกันทั้งวอตช์ด็อกไทเมอร์และไทเมอร์ 0 ซึ่งจะมี อัตราส่วนที่แตกต่างกันดังมีรายละเอียดการกำหนดต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 การกำหนดอัตราส่วนในการทำงานของปรีสเกลเลอร์

PS2	PS2	PS2	อัตราส่วนของปรีสเกลเลอร์	
			เมื่อทำงานร่วมกับ TMRO	เมื่อทำงานร่วมกับ WDT
0	0	0	1:2	1:1
0	0	1	1:4	1:2
0	1	0	1:8	1:4
0	1	1	1:16	1:8
1	0	0	1:32	1:16
1	0	1	1:64	1:32
1	1	0	1:128	1:64
1	1	1	1:256	1:128

2.3.7.3 รีจีสเตอร์ PCON

เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้ในการแจงสถานะของการรีเซตที่เกิดขึ้นของ PIC16F87x มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x8E มี บิตใช้งานเพียง 2 บิต ดังนี้

	บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
PCON	-	-	-	-	-	-	$\overline{\text{POR}}$	$\overline{\text{BOR}}$
							R/W - 0	R/W - 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 2-7 ไม่ใช้งาน อ่านค่าได้เป็น “0”

POR (Power-on reset status bit) : บิตแสดงสถานะการเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต

“0” - มีเหตุการณ์เพาเวอร์ออนรีเซตเกิดขึ้น

“1” - ไม่มีเหตุการณ์เพาเวอร์ออนรีเซตเกิดขึ้น

หลังจากที่มีเหตุการณ์เพาเวอร์ออนรีเซตเกิดขึ้น จะต้องเซ็ตบิตนี้ให้เป็น “1” ทันทีด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

BOR (Brown-out reset status bit) : บิตแสดงสถานะการเกิดบราวเอาต์รีเซต

“0” - มีเหตุการณ์บราวเอาต์รีเซ็ตเกิดขึ้น

“1” - ไม่มีเหตุการณ์บราวเอาต์รีเซ็ตเกิดขึ้น

หลังจากที่มีเหตุการณ์บราวเอาต์รีเซ็ตเกิดขึ้น จะต้องเซตบิตนี้ให้เป็น “1” ทันทีด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

2.3.7.7 รีจีสเตอร์ W

เป็นรีจีสเตอร์ที่มีบทบาทสำคัญมากที่สุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เพราะไม่ว่าจะเป็นการประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก การเพิ่มหรือลดค่าต่าง ๆ ต้องกระทำผ่านรีจีสเตอร์ W นี้ทั้งสิ้น หรือ อาจกล่าวได้ว่า รีจีสเตอร์ W คือแอคคิวมูเลเตอร์ ในการเรียกใช้งานรีจีสเตอร์ตัวนี้สามารถกระทำได้ทันทีและ ตลอดเวลาโดยผ่านคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับรีจีสเตอร์ W ซึ่งสามารถสังเกตได้จากชื่อคำสั่ง หากคำสั่งใดมี ตัวอักษร W เข้าไปเป็นส่วนประกอบคำสั่งนั้น ๆ จะต้องติดต่อกับรีจีสเตอร์ W อย่างแน่นอน

2.3.7.8 โปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC)

เป็นรีจีสเตอร์พิเศษที่ทำหน้าที่ระบุแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมที่ซีพียูต้องไปอ่านข้อมูลเพื่อทำงาน โปรแกรมเคาน์เตอร์มีขนาด 13 บิต สำหรับใน PIC16F84 ซึ่งมีขนาดหน่วยความจำโปรแกรม 1 กิโลเวิร์ดจะใช้เพียง 10 บิต แต่สำหรับ PIC16F873/876 ซึ่งมีขนาดหน่วยความจำ 4 กิโลเวิร์ด จะใช้โปรแกรมเคาน์เตอร์จำนวน 12 บิต และ PIC16F874/877 ใช้ครบทั้ง 13 บิต

โปรแกรมเคาน์เตอร์แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกมีขนาด 8 บิต เป็นข้อมูลในไบต์ต่ำ (บิต 0-7) เรียกว่า รีจีสเตอร์ PCL มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x02 อีกส่วนหนึ่งมีขนาด 5 บิตเป็นข้อมูลในไบต์สูง (บิต 8-12) เรียกว่า รีจีสเตอร์ PCH สำหรับรีจีสเตอร์ PCH ไม่สามารถเข้าถึงได้โดยตรง การปรับปรุงข้อมูลใน PCH ต้อง กระทำผ่านรีจีสเตอร์ PCLATH ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ 0x0A

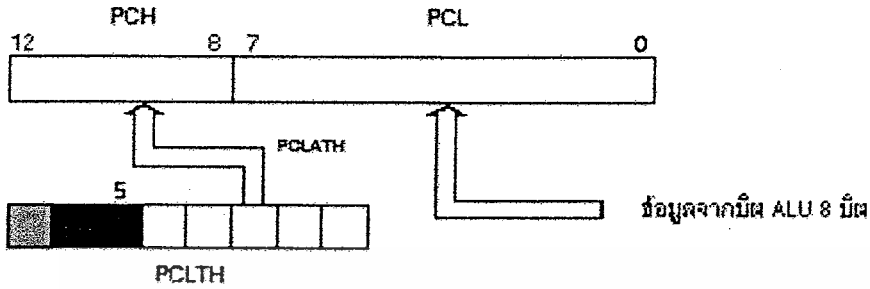
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.11 แสดงการกำหนดค่าลงในโปรแกรมเคาน์เตอร์ซึ่งอาจเกิดขึ้น 4 ลักษณะคือ จากในรูปที่ 2.11(ก) เป็นการกำหนดค่า PC หลังจากการกระทำคำสั่งทั่วไป โดยข้อมูลแอดเดรส 8 บิตใน PCL จะ ได้มาจากหน่ วยประมวลผลทางคณิ ตศาสตร์ (ALU) ส่วนอีก 5 บิตจะผ่านมาทางรี จีสเตอร์ PCLATH ลักษณะที่สอง เมื่อซีพียูกระทำคำสั่ง GOTO ออปโคด 11 บิตแรก (บิต 0-10) ซึ่ง เป็นค่าของแอดเดรส ปลายทางจะเก็บไว้ใน PCL 8 บิต รวมกับอีก 3 บิตล่างของ PCH จะได้ข้ อมูลมาจากบิต 3 และ 4 ของ รีจีสเตอร์ PCLATH ดังในภาพที่ 2.11 (ข)

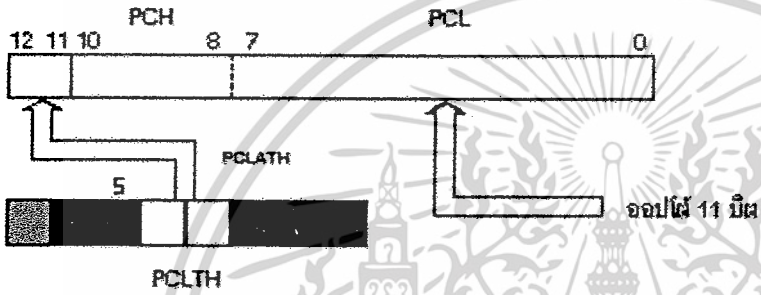
ลักษณะที่สาม เมื่อซีพียูกระทำคำสั่ง CALL ค่าของ PC เดิมทั้ง 13 บิตจะนำค่าไปเก็บ ไวในสแต็ก เรียกกระบวนการนี้ว่า Push จากนั้นค่าของ PC จะเปลี่ยนแปลงตามค่าของแอดเดรสที่ ต้องกระโดดไปทำงาน โดยค่าของ PC ใน 2 บิตบนจะได้มาจากบิต 3 และ 4 ของ PCLATH ดังใน ภาพที่ 2.11 (ค)

ลักษณะที่สี่ หลังจากที่ซีพียูกระทำคำสั่ง RETURN, RETFIE หรือRETLW จะทำการ โหลดค่า PC ที่เก็บไว้ในสแต็กกลับมา เรียกกระบวนการนี้ว่าPOP ดังนั้นการกำหนดค่าของ PC ใน ลักษณะนี้จึงไม่ต้องใช้ PCLATH ในการกำหนดค่าแต่อย่างใด ดังในภาพที่ 2.11 (ง)

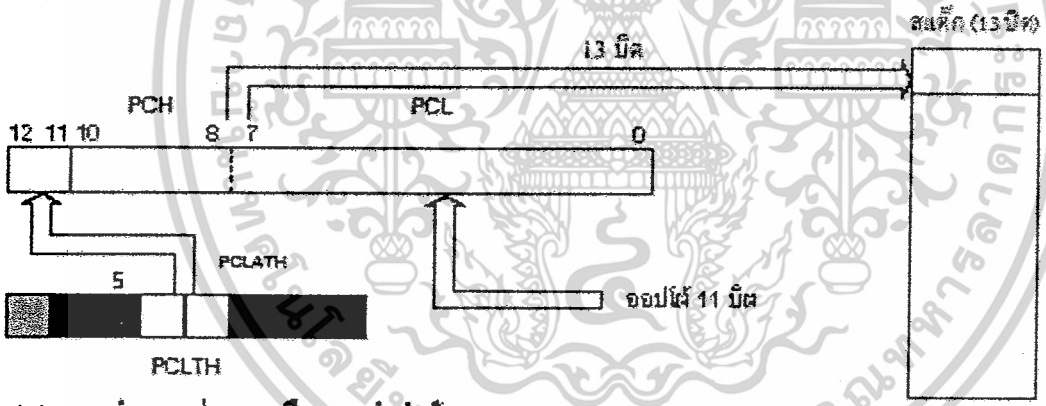
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



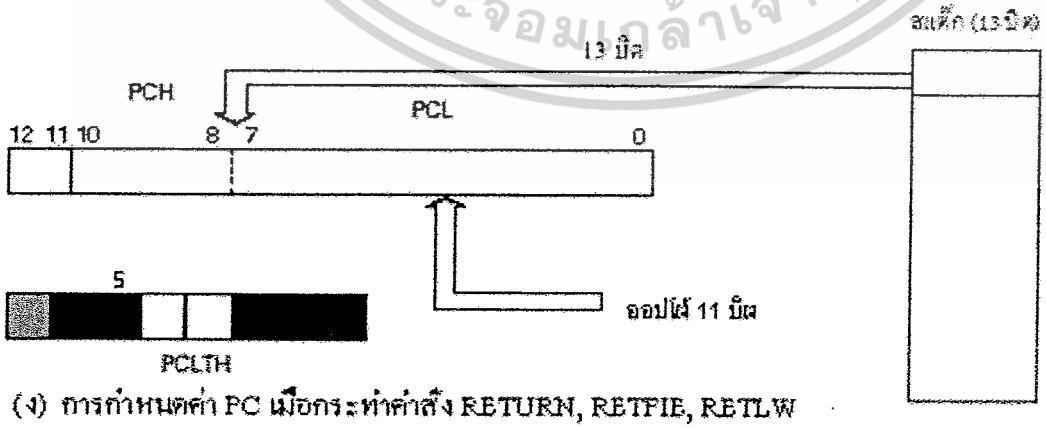
(ก) การกำหนดค่า PC ด้วยคำสั่งปกติ



(ข) การกำหนดค่า PC เมื่อกระทำคำสั่ง GOTO



(ค) การกำหนดค่า PC เมื่อกระทำคำสั่ง CALL



(ง) การกำหนดค่า PC เมื่อกระทำคำสั่ง RETURN, RETFIE, RETLW

รูปที่ 2.11 แสดงกลไกการทำงานของโปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) (ที่มาจาก [4])

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

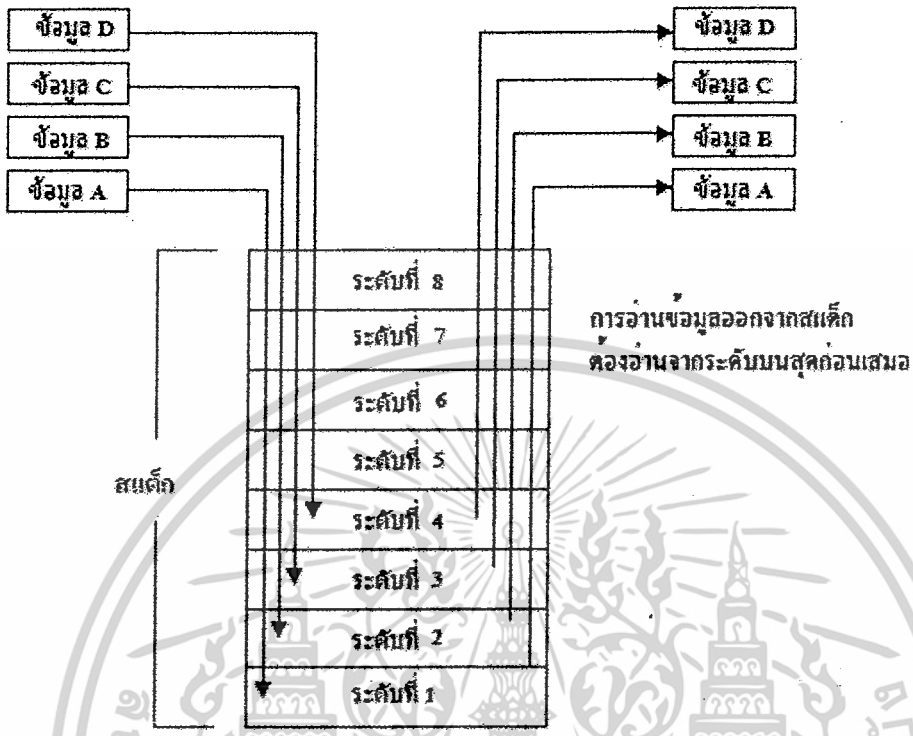
2.3.7.6 สแต็ก (Stack)

ใน PIC16F87x มีหน่วยความจำสำรองสำหรับเก็บค่าของโปรแกรมเคานเตอร์ (PC) ชั่วคราวขนาด 13 บิต หรือเรียกว่า สแต็ก หน้าที่ของมันคือ เก็บข้อมูลที่ยังต้องการอยู่ของรีจีสเตอร์ และเมื่อข้อมูลนั้นถูกนำมาเก็บไว้ในสแต็กแล้ว ก็สามารถที่จะเปลี่ยนข้อมูลในรีจีสเตอร์ตัวนั้น ๆ ได้ทันที หลังจากที่ทำงาน เรียบร้อยจึงกลับมาอ่านข้อมูลเดิมกลับจากสแต็ก ดังมีกระบวนการทำงานแสดงในภาพที่ 2.13 การเก็บ ข้อมูลของ สแต็กจะมีลักษณะเป็นระดับหรือเป็นชั้น ข้อมูลที่เก็บเข้ามาก่อนจะต้องอ่านออกทีหลังหรือเป็นแบบ FILO (First In Last Out) จำนวนระดับจำกัดไวที่ 8 ระดับ โดยพื้นที่ของสแต็กนั้นจะจัดสรรแยกไว้ต่างหาก ไม่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ของหน่วยความจำแต่อย่างใด

ตัวชี้ตำแหน่งของสแต็กหรือ สแต็กพอยน์เตอร์ (Stack pointer) ผู้ใช้งานไม่สามารถทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลได้โดยค่าของสแต็กพอยน์เตอร์จะเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติจากการกระทำค่าส่ง CALL, RETURN, RETLW และ RETFIE การเก็บค่าของสแต็กจะต่อเนื่องกันเป็นวงกลม สามารถเก็บข้อมูลได้ 8 ค่า เมื่อมีการเก็บข้อมูลครั้งที่ 9 เข้ามา ข้อมูลนั้นจะไปทับในสแต็กของข้อมูลครั้งแรกวนเช่นนี้ไปตลอด ดังนั้นในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จึงไม่มีการแจงเหตุการณ์สแต็กเกิน (Stack Overflow)

นอกจากนั้นการเก็บหรืออ่านค่าในสแต็กของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จะเกิดขึ้นเมื่อมีการกระทำคำสั่ง CALL, RETURN, RETLW และ RETFIE หรือเกิดการอินเตอร์รัปเท่านั้น ไม่มีคำสั่ง PUSH หรือPOP เพื่อติดต่อกับสแต็กเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.12 กลไกการทำงานของสแต็กอย่างง่าย (ที่มาจาก [4])

2.4 การติดต่อกับพอร์ตอนุกรม (Series Port) (อภิชาติ ภู่พลับ, 2546: 157-166)

ในการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อนั้น ได้มีการใช้งานพอร์ตคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อไม่ว่าจะเป็น พอร์ตขนานหรือเรียกกันทั่วไปว่าพอร์ตปริ้นเตอร์ ซึ่งติดตั้งอยู่บนเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องอยู่แล้ว นอกจากนี้ก็ยังมีอีกพอร์ตหนึ่งที่สามารถใช้งานทางด้านนี้เช่นกัน นั้นคือพอร์ตอนุกรม ซึ่งประกอบด้วย รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรม

ถึงแม้ว่าการสื่อสารแบบอนุกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น จะมีความเร็วในการสื่อสารช้ากว่าแบบขนาน ทั้งนี้ก็เพราะว่าการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่พอร์ตขนาน นั้นสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละหลาย ๆ บิตพร้อมกัน ส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมมีความเร็วต่ำกว่า แบบขนาน

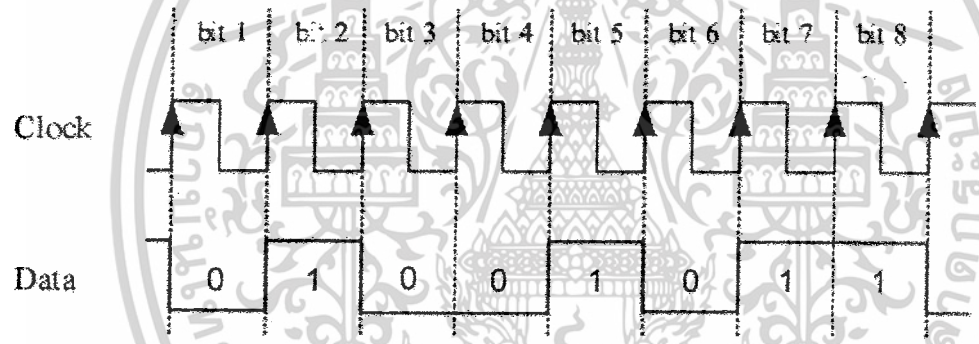
แต่ว่าการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นมีข้อที่เหนือกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานคือ การสามารถส่ง ข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลกว่าแบบขนาน อีกทั้งสายสัญญาณที่ใช้ยังมีน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานอีกด้วย การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Simplex สามารถส่งข้อมูลได้อย่างเดียวเป็นการสื่อสารแบบทางเดียว
2. Half – Duplex สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางและสามารถรับข้อมูลจากปลายทางได้ แต่ไม่สามารถทำการส่งและรับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน
3. Full – Duplex สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

นอกจากนี้แล้วยังสามารถแบ่งประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรมตามลักษณะสัญญาณในการส่งได้อีก 2 แบบ

1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) สำหรับการสื่อสารแบบซิงโครนัสนี้จะใช้สัญญาณ นาฬิกาควบคุมการรับส่งสัญญาณ เช่น สายคีบอร์ดคอมพิวเตอร์ โดยจะมีสายสัญญาณเส้นหนึ่งเป็น สายสัญญาณนาฬิกา ส่วนอีกเส้นหนึ่งเป็นสายของข้อมูล (และมักมีสายกราวด์ด้วย)

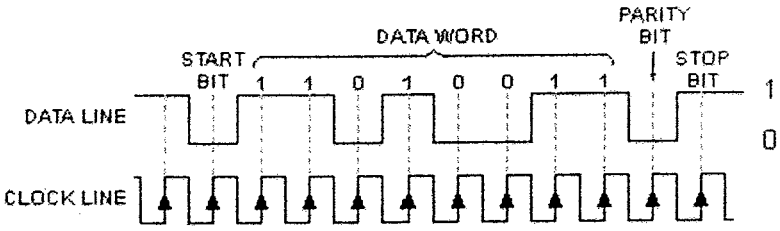


รูปที่ 2.13 ลักษณะสัญญาณของการสื่อสารแบบซิงโครนัส (ที่มาจาก [5])

สำหรับการสื่อสารแบบซิงโครนัสนี้เหมาะสำหรับการทำงานในระยะใกล้ ข้อมูลที่จะส่งมีไม่มากนัก เพราะถ้าระยะทางไกลขึ้นจะทำให้สัญญาณนาฬิกามีปัญหา อีกทั้งต้องมีสายหลายเส้นทำให้สิ้นเปลืองมากขึ้น

2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสสำหรับการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสนั้น จะใช้สายข้อมูล เพียงตัวเดียว แต่จะใช้รูปแบบการส่งข้อมูลหรือBit Pattern เป็นตัวกำหนดว่าส่วนไหนเป็นส่วนเริ่มต้นข้อมูล ส่วนไหนเป็นตัวข้อมูล ส่วนไหนจะเป็นส่วนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และส่วนไหนเป็น ส่วนปิดท้ายของข้อมูลโดยต้องกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาเท่ากันทั้งภาคส่งและภาครับ ซึ่งจะมีอุปกรณ์ พิเศษที่ชื่อว่า UART หรือ Universal Asynchronous Receiver / Transmitter คอยควบคุมการรับและส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ลักษณะสัญญาณของการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (ที่มาจาก [5])

แต่สำหรับมาตรฐานของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมอีกแบบ ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันโดยใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งการสื่อสารและการควบคุมทางอุตสาหกรรม นั้นก็คือมาตรฐาน RS-232C

2.4.2 มาตรฐาน RS-232C

มาตรฐาน RS-232C เป็นมาตรฐานที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์ต่อพ่วงจากผู้ผลิต ต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดได้รับการออกแบบขึ้นมา แต่มาตรฐานที่ได้รับความ นิยมและใช้กันกว้างขวาง คือ มาตรฐาน RS-232C ซึ่งถูกประกาศใช้ในปี 1969โดยสมาคมอุตสาหกรรม อิเลกทรอนิกส์ ในยุคแรกการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232C ถูกออก
แบบสำหรับเชื่อมต่อเทอร์มินอลกับโมเด็ม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลบนสายเส้นเดียวกัน

มาตรฐาน RS-232C ได้แบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองประเภทนี้ก็คือ

1. อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล (เอาต์พุต)
2. อุปกรณ์ DCE (Data Communication Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูล (อินพุต)

ตามมาตรฐาน RS-232C แล้วคอนเนกเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเนกเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งคอนเนกเตอร์ที่นิยมใช้กันอยู่จะเป็นชนิด D-Type แบบ 9 ขา และแบบ 25 ขา โดยจะติดตั้งอยู่หลังเครื่อง คอมพิวเตอร์ ระดับแรงดันจะมีค่าระหว่าง –3V ถึง –15V

สำหรับลอจิก High และลอจิก Low จะมีระดับแรงดันระหว่าง +3V ถึง +15V สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุด 50 ฟุต หรือ 150 เมตร แต่ถ้าต้องการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นที่อยู่ห่างกันมาก ๆ จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อื่น ๆ เข้าช่วย เช่น การใช้โมเด็ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ลักษณะของคอนเนกเตอร์แบบ D-Type

หัวต่อแบบ D-Type ที่ใช้ในการสื่อสารแบบอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ แบบ 9 ขา และแบบ 25 ขา บางครั้งเรียกว่า DB9 และ DB25 ซึ่งหัวต่อทั้งสองชนิดจะมีลักษณะการ ทำงานของสัญญาณเหมือนกัน แต่การจัดเรียงไม่เหมือนกัน

รูปที่ 2.15 ลักษณะของหัวต่อแบบ DB25 และ DB9 (ที่มาจาก [5])

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดของสายสัญญาณขาๆงหัวต่อแบบ DB25 และ DB9

D-Type 25 Pins	D-Type 9 Pins	สัญลักษณ์	ชื่อสัญญาณ
Pin 2	Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request To Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	Pin 9	RI	Ring Indicator

รายละเอียดของสายสัญญาณต่างๆประกอบไปด้วย

- Transmit Data : TD ใช้สำหรับส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์
- Receive Data : RD ใช้สำหรับรับข้อมูลอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์
- Request To Send : RTS ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ปลายทาง เพื่อร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมา
- Clear To Send : CTS ใช้สำหรับตรวจสอบว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อด้วย พร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะรับข้อมูลหรือไม่ โดยจะคอยรับสัญญาณ RTS เมื่ออย่างพร้อมก็จะทำการส่งข้อมูลออกทางขา RT

- Data Set Ready : DSR ใช้สำหรับตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง จะใช้คู่กับขา DTR
- Signal Ground : SG เป็นกราวด์ของระบบ
- Carrier Detect : CD ขานี้จะ Active เมื่อมีการส่งสัญญาณ Carrier จากโมเด็ม
- Data Terminal Ready : DTR ใช้สำหรับบอกให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องติดต่อด้วยโดยขา DTR นี้ ต้องเชื่อมต่อกับขา DSR อุปกรณ์ปลายทาง
- Ring Indicator : RI ขานี้จะ Active เมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณเรียกเข้าจาก สายโทรศัพท์

2.4.4 องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมที่นิยมใช้กับคอมพิวเตอร์นั้น เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นคือ ต้องใช้สายสัญญาณเส้นเดียวทำหน้าที่ทั้งส่งส่วนที่เป็นข้อมูล และส่วนที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูล ดังนั้น ข้อมูลที่อ่านได้แต่ละบิตจากการส่งแบบอนุกรม จึงต้องถูกแยกแยะว่าใช้สำหรับวัตถุประสงค์ใด ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ส่วนคือ

1. Start Bit ขนาด 1 บิต
2. บิตขอมูล ขนาด 7 หรือ 8 บิต
3. Parity Bit ขนาด 1 บิต
4. Stop Bit ขนาด 1 หรือ 2 บิต

แต่ละตัวอักษรที่ถูกส่งออกไปเป็นกลุ่มจะประกอบไปด้วยบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตพาริตี้ (จะมีหรือไม่ก็ได้) และบิตจบ ซึ่งพอจะสรุปหน้าที่ของแต่ละส่วนได้ดังนี้

- Start Bit หรือบิตเริ่มต้นจะใส่ที่จุดเริ่มต้นเสมอ เพื่อเตือนอุปกรณ์ฝ่ายรับว่าข้อมูลกำลังจะมาถึง
- Data Character หรือบิตข้อมูล การส่งบิตข้อมูลจะส่งเป็นกลม ๆ โดยทั่วไปจะส่งเป็น 7หรือ 8 บิต ซึ่งเพียงพอสำหรับการส่ง Ascii Word

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

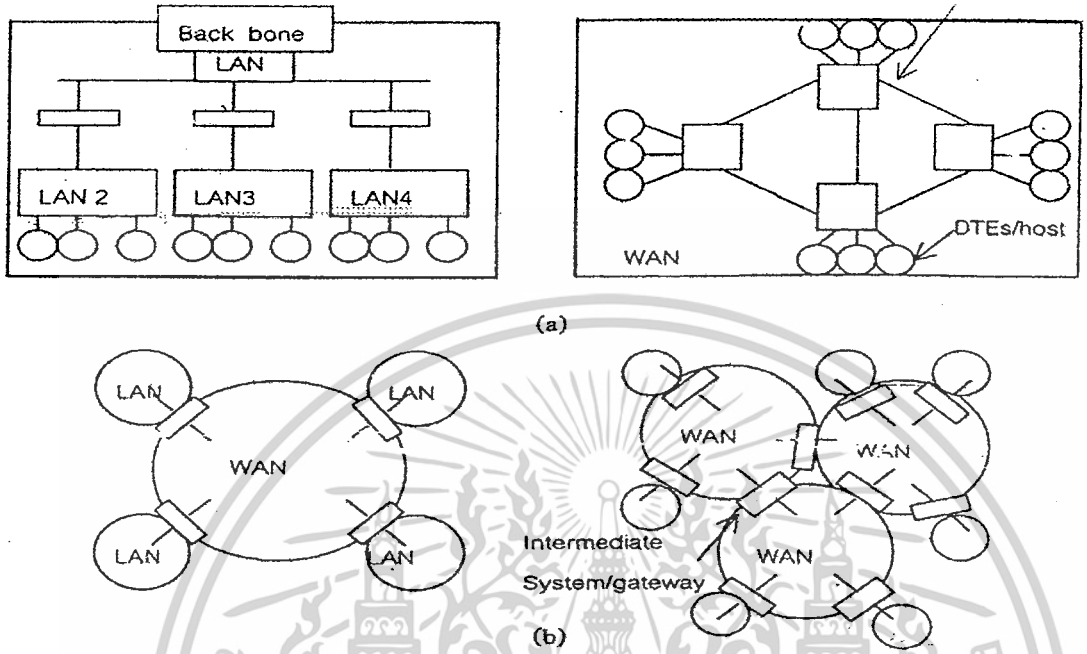
- Parity Bit หรือบิตพาริตี้ ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง โดยจะใส่บิต พาริตี้เข้าไป แต่ทั้งตัวรับและตัวส่งจะต้องรู้กันว่าใช้พาริตี้แบบไหนในการส่งข้อมูลซึ่งหลักการในการกำหนดบิตพาริตี้มีหลายแบบดังนี้
  - พารีตี้คู่ ค่าของบิตพาริตี้นี้เมื่อรวมกับทุก ๆบิตของข้อมูลแล้ว จะต้อง มีจำนวนบิตที่ เป็นเลข 1 เป็นเลขคู่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 1 ทั้งหมด 3 ตัว ดังนั้นบิตพาริตี้จะเป็น 0
  - พาริตี้คี่ ค่าของบิตพาริตี้นี้เมื่อรวมกับทุก ๆ บิตของข้อมูลแล้ว จะต้องมีจำนวนบิตที่ เป็นเลข 1 เป็นเลขคี่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 1 ทั้งหมด 3 ตัว ดังนั้นบิตพาริตี้ จะเป็น 1
  - ไม่มีพารีตี้ ถ้าตั้งบิตพาริตี้เป็น None ทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีการตรวจสอบบิตนี้
- Stop Bit หรือบิตจบ เป็นบิตที่ส่งมาปิดท้ายข้อมูล

2.5 เครือข่ายอินเตอร์เน็ต

อินเตอร์เน็ต (internet) คือ การที่เครือข่ายสองเครือข่ายหรือมากกว่า เชื่อมต่อเข้าด้วยกันและการทำงานเสมือนเป็นเครือข่ายเดียวกัน โยงเน็ตเวิร์คที่เป็นส่วนประกอบของอินเตอร์เน็ตคือ Subnetwork (subnet) ซึ่งอาจเป็นเครือข่าย Local Area Network(LAN) หรือ Wide Area Network(WAN) อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อสองเครือข่ายเข้าด้วยกันก็คือ Intermediate System (IS) หรือ Internetworking (IWU) การเชื่อมโยงระหว่างระบบที่แตกต่างกัน จำเป็นต้องมีมาตรฐานการติดต่อกัน ซึ่งเรียกเป็นศัพท์เฉพาะว่าโพรโตคอล (Protocal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 สถาปัตยกรรมอินเตอร์เน็ต (Internet Architectures)



รูปที่ 2.16 แสดงสถาปัตยกรรมของ Internet (ที่มาจาก [6])

(a) Single LAN and WAN

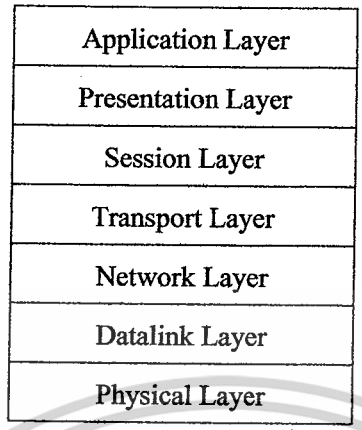
(b) Interconnected LAN/WAN

ในรูป (a) แสดงตัวอย่าง 2 ตัวอย่างของเครือข่ายเดี่ยว (Single Network) ซึ่ง อย่างแรกเป็น Site-wide LAN ซึ่งประกอบขึ้นจากชุดของแลนซึ่งถูกต่อเข้ากับเครือข่ายหลัก (backbone) อุปกรณ์ที่ใช้ต่อแลนกับเครือข่ายหลัก ถ้าแลนทุกเครือข่ายใช้ระบบเดียวกันก็จะใช้ Bridge ถ้าต่างชนิดกันก็จะใช้ Router ตัวอย่างที่ 2 เป็นตัวอย่างของ WAN เดี่ยวๆในรูป (b) แสดงถึงเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งประกอบด้วย Network ทั้ง 2 ชนิดข้างต้น

2.5.2 OSI โมเดล

องค์ประกอบมาตรฐานสากล ISO (International Organization for Standardization) ได้กำหนดมาตรฐานของเครือข่าย โดยจัดแบ่งตามกิจกรรมของเครือข่าย ออกเป็นงานย่อยๆ และกำหนดโมเดลแบ่งเป็นชั้นๆ ตามลำดับ เรียกว่ามาตรฐาน OSI (Open System Interconnection) โดยที่จะแบ่งกิจกรรมที่ซับซ้อนในเครือข่ายออกเป็นงานย่อยๆ ซึ่งช่วยให้การออกแบบ ในการใช้งานเครือข่ายรวมถึงการเชื่อมโยงกันเป็นไปได้ด้วยความสะดวกและมีวิธีการทำงานอยู่ในกรอบเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงการแบ่งเครือข่ายออกเป็น OSI Model

ในแต่ละชั้นของ OSI Model จะมีการติดต่อสื่อสารเป็นชั้นๆ ตามลำดับลงมาเช่น Application Layer ก็จะสื่อสารกับ Presentation Layer ตามลำดับจนไปถึงขั้นล่างสุด คือ Physical Layer

Application Layer เป็นชั้นบนสุดของ โมเดล เป็นส่วนที่ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างเครือข่ายกับผู้ใช้เป็นไปตามต้องการ ตัวอย่าง แอปพลิเคชั่นของเครือข่ายเช่น ระบบ e-mail, File Transfer, การขอเข้าใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย เป็นต้น Presentation Layer มีการกำหนดหน้าที่ไม่ชัดเจน และมีการนำไปใช้ไม่มาก ซึ่งหน้าที่หลักก็คือ เป็นส่วนที่จัดรูปและนำเสนอข้อมูลให้เป็นไปตามต้องการ รวมถึงการแปลงข้อมูล ในรูปมาตรฐาน ASCII หรือ EBCDIC การลดขนาดข้อมูล(Data Compression) การเข้ารหัสหรือ session ให้ระบบ คอมพิวเตอร์ทั้งสองฝั่งโดยทำหน้าที่ตั้งแต่เริ่มการติดต่อ ดูแลการส่งข้อมูลในการติดต่อครั้งนั้นๆ เป็นไปโดยไม่เกิดปัญหา จนถึงเลิกการติดต่อเมื่อเสร็จงาน

Transport Layer ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณ และรายละเอียดการรับส่งข้อมูล ให้เป็นไปตามกำหนดที่ตั้งไว้ และจัดการให้การเชื่อมโยงเครือข่ายเป็นไปด้วยความราบรื่น Transport Layer จะเป็นชั้นสุดท้ายที่จัดการเรื่องเส้นทางในการรับส่งข้อมูล และจัดการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งส่วนของ TCP (Transmission Control Portocol) ในโพรโตคอล TCP/IP ทำงานในระดับนี้

Network Layer ทำหน้าที่ควบคุมวิธีการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครือข่ายให้ถูกต้อง และเป็นไปตามเส้นทางที่กำหนดโดยจะจัดส่งผ่าน Package ข้อมูลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ไปยังเครือข่ายย่อยได้อย่างถูกต้องตามที่ต้องการ นอกจากนี้ยังจัดการดูแลเส้นทางในการส่งข้อมูล (Routing Table) และกลั่นกรอง Package ข้อมูลที่ส่งไปยังเครือข่ายเดียวกันไม่ให้ข้ามไปยังเครือข่ายอื่น ซึ่งจะช่วยลดปริมาณข้อมูลที่วิ่งบนเครือข่ายได้ส่วนหนึ่ง โพรโตคอล IP, TCP/IP และ IPX เป็นโพรโตคอลที่ทำงานอยู่ในเลเยอร์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Link Layer ทำหน้าที่เรียกใช้หรือกำหนดช่องทางในการรับส่งข้อมูลที่ถูกต้อง เช่น Ethernet, Tokenring หรือ FDDI เป็นต้น รวมถึงลำดับและอัตราการรับส่งข้อมูลหรือ Flow Control และสถานที่ที่จะส่งข้อมูลไป (Address) ทั้งนี้ Data Link Layer จะเป็นชั้นแรกที่จัดการแปลงข้อมูลจากบิตให้เป็นแพ็คเก็จ โดยจะมีการเพิ่มข้อมูลเพื่อตรวจสอบผ่าน Checksum เพื่อดูว่าข้อมูลที่ได้รับมาถูกต้องครบถ้วน และถ้าได้รับแพ็คเก็จข้อมูลที่ไม่ถูกต้องก็จะเอาข้อมูลนั้นมาใช้งาน และบอกต้นทางส่งข้อมูลเดิมมาใหม่

Physical Layer รับผิดชอบดูแลในรายละเอียดในการส่งข้อมูลในด้านฮาร์ดแวร์ เช่นการควบคุม Network Interface Card การส่งสัญญาณแบบต่างๆ การเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายต่างๆ โดยใช้ Physical Layer จะจัดสร้างสัญญาณทางไฟฟ้า หรือสัญญาณเสียง หรือสัญญาณที่จำเป็นในการสื่อสารโดยตรง

เนื่องจาก Network Layer ในแต่ละ End System (ES) จะเป็นตัวจัดการติดต่อแบบ end-to-end ของการบริการ Inter wide ไปยังผู้ใช้บริการ (NS-User)

โดย ISO ได้จัด Network Layer เป็น 3 โพรโตคอล (Sub Layer) ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อให้บริการใน Network Layer ได้แก่

- Sub Network Independent Convergence Protocol (SNICP)
- Sub Network Dependent Convergence Protocol (SNDCP)
- Sub Network Dependent Access Protocol (SNDAP)

โดยที่ SNICP จะเป็นตัวสนับสนุนการจัดการให้ผู้ใช้บริการ (NS-User) สามารถอินเตอร์เฟสกับอินเตอร์เน็ต ซึ่งมันจะมีหน้าที่เป็นตัวประสานฟังก์ชั่นต่างๆ ที่จำเป็นในการเลือกเส้นทางและการถ่ายข้อมูลของผู้ใช้ข้ามอินเตอร์เน็ต ซึ่งการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะของเครือข่ายย่อย (subnet)

SNDAP จะเป็นโพรโตคอลที่ติดต่อกับเครือข่าย (subnet) ที่มีลักษณะเฉพาะในอินเตอร์เน็ต เช่น X.25 Packet Layer Protocol สำหรับเครือข่าย X.25 ซึ่งใช้บ่อยใน LAN เพราะว่าการบริการและการทำงาน SNDAP แตกต่างจากเน็ตเวิร์คแบบอื่นๆ sublayer ที่อยู่ตรงกลางคือ SNDCP จะเป็นตัวจัดการระหว่าง SNICP และ SNDAP

2.5.3 รูปแบบมาตรฐานโพรโตคอลของอินเตอร์เน็ต (Internet Protocol Standards)

อินเตอร์เน็ตโพรโตคอลที่ถูกใช้ในอินเตอร์เน็ต คือ TCP/IP (Transfer Control Protocol / Internet Protocol) ซึ่งรวมถึง Transport และ Application โพรโตคอล ซึ่งทั้งหมดของ TCP/IP จะกำหนด ให้เหมาะสมกับการใช้เชิงสาธารณะ ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปแสดงดังรูปที่ 2.4 โดย IP เป็น

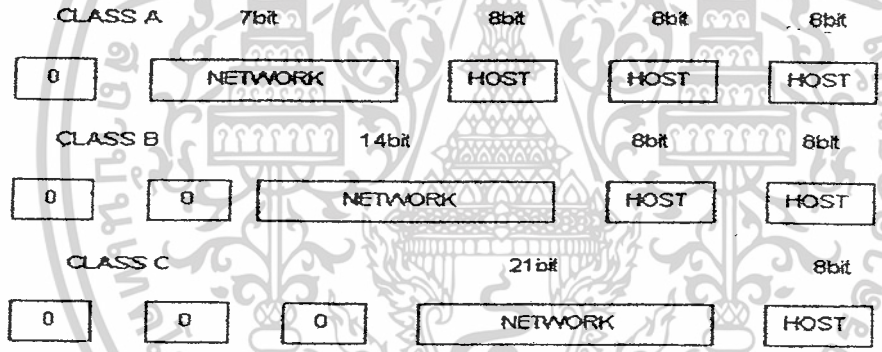
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Internetwide Portocol ซึ่งทำให้สอง Transport Protocol ที่ต่างสถานที่กันและต่าง Ess/Hosts กัน สามารถแบกเปลี่ยนหน่วยข้อมูล (NSDUS) กันได้ ซึ่งหมายถึงว่าหลายๆ Network/Subnet และ ISO/Gateway ที่แตกต่างกันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างสมบูรณ์

2.5.4 Internet IP

2.5.4.1 Address Structure

ในศัพท์ของ ISO เมื่อ 2 Network ติดต่อกันด้วย host/ES ที่ติดกับอินเตอร์เน็ต Network เหล่านี้ ติดต่อกันโดยใช้ Network Service Access Point (NSAP) Address และ Subnet Point of Attachment(SNPA) สำหรับใน TCP/IP ก็จะมี IP Address และ NPA Address ตามลำดับ โดย NPA Address จะแตกต่างกันในแต่ละชนิดของ Network/Subnet และ IP Address ตามลำดับ โดย NPA Address จะเป็นรูปแบบเดียวกัน โครงสร้าง IP Address ดังรูป



รูปที่ 2.18 โครงสร้าง Address ที่ใช้ใน Class ต่างๆของเครือข่ายโดยมีทั้งหมด 32 bit [6]

IP Address นี้มีการจัดแบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 ระดับ (Class) แต่ที่ใช้งานทั่วๆไปจะมีเพียง 3 ระดับ โดยคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมจ่ออยู่มาก จะมีหมายเลขอยู่ใน Class A และลดหลั่นกันมาใน Class B และ Class C จามลำดับ

จากรูปจะเห็นว่าหมายเลข IP ของ Class A มีตัวแรกเป็น 0 และหมายเลขเครือข่าย (Network Number) ขนาด 7 bit และมีหมายเลขเครื่องคอมพิวเตอร์ (Host Number) ขนาด 24 bit ทำให้ในหนึ่งเครือข่ายของ Class A สามารถ มีคอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายถึง 234 = 16 ล้านเครื่อง แต่ใน Class A จะมีหมายเลขเครือข่ายได้ 128 เครือข่ายแบบนี้เพียง 128 เครือข่ายเท่านั้น

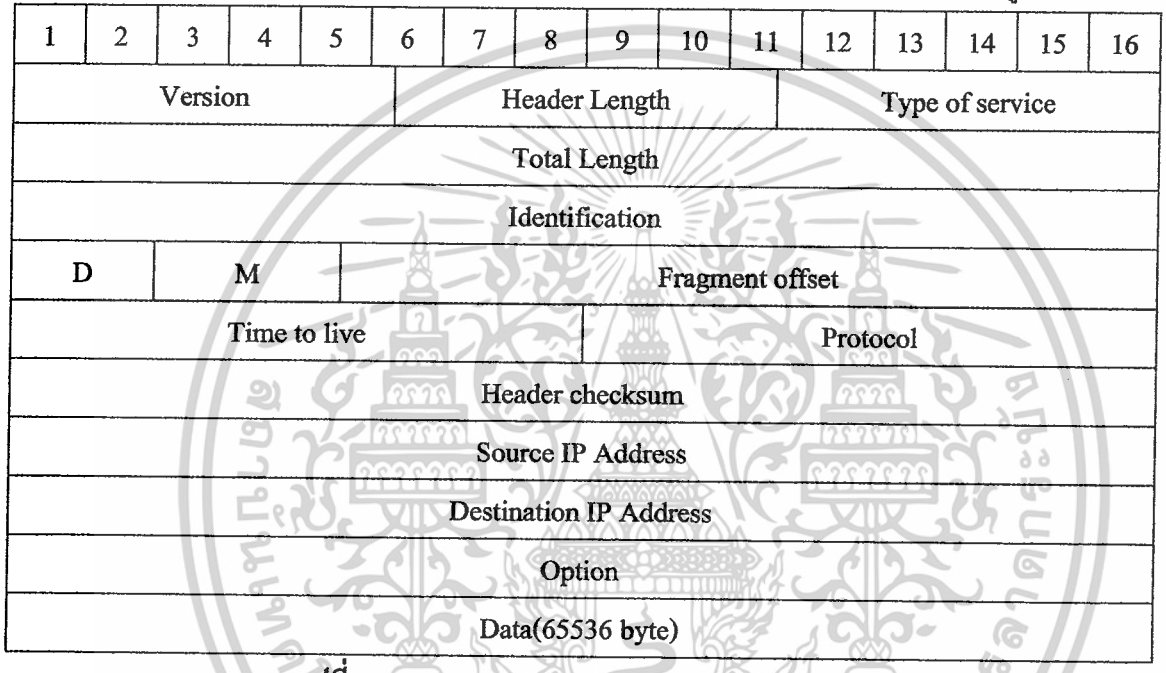
สำหรับ Class B จะมีหมายเลขเครือข่ายแบบเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ 16 bit โดย 2 bit แรกบังคับว่าต้องเป็น 10 (ในเลขฐาน 10) จึงทำให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายแบบนี้ได้ 64K เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าเมื่อเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่ออยู่ในอินเตอร์เน็ต มีหมายเลข IP Address ให้ใช้อ้างอิงได้ไม่ซ้ำกัน และมีความหมายให้ทราบถึงขนาดเครือข่าย และการติดต่อส่งผ่านข้อมูลจึงกระทำได้โดยไม่สับสน

2.5.4.2 รูปแบบของข้อมูล (Datagram)

รูปแบบของ IP data unit ก็คือ Datagram ซึ่งโครงสร้างของ Datagram เป็นดังรูป



รูปที่ 2.19 Internet Datagram Format and Contents

หน่วยข้อมูล IP (IP Datagram) แต่ละหน่วยจะประกอบด้วย ส่วนของข้อมูลที่รับมาจากส่วนของงาน TCP/IP หรือ UDP และส่วนของข้อมูลนำทาง (Header) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Version	รุ่นของข้อกำหนด IP
Header Length	ความยาวของข้อมูลนำทาง
Type of Service	วิธีการจัดเก็บข้อมูล
Total Length	ความยาวของหน่วยข้อมูล
Identification, Flags และ Fragment Offset	รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งย่อยข้อมูล ซึ่งจะถูกใช้ในการรวบรวมข้อมูล
Time to live	เวลาสูงสุดที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งกำหนดมาจากต้นทาง โดยเวลาจะลดลงเรื่อยๆระหว่างทาง ถ้าลดลงถึง 0 หน่วยข้อมูลนั้นจะถูกกำจัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Protocol	ชนิดของข้อมูล UDP หรือ TCP
Header Checksum	ค่าตรวจสอบข้อมูลนำทาง
IP Address	หมายเลข Internetwide IP (NSP) ของเครื่องต้นทางและปลายทาง
Option	ข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย บันทึกเส้นทางเดินของข้อมูล เวลาที่ข้อมูลนั้นมาถึง เป็นต้น

2.5.5 การแบ่งส่วนของข้อมูลและการประกอบขึ้นใหม่ (Fragmentation and Reassemble)

ขนาดของข้อมูลของผู้ใช้ซึ่งอ้างอิง NSDU มีความจุได้ถึง 64K หรือ 65536 byte ต่อขนาดของหน่วยข้อมูล (Packet size) ที่สามารถติดต่อกันในระบบที่ต่างกันสามารถที่ได้ตั้งแต่ 128 byte สำหรับระบบ X.25 Packet Switching จนถึง 8000 byte สำหรับบาง LAN ดังนั้นกระบวนการ Fragmentation และReassemble จึงถูกนำมาใช้เพื่อ ทำให้ขนาดของข้อมูลเล็กลง และสามารถส่งไปในระบบได้ และเมื่อถึงปลายทางไอพีก็จะทำการประกอบข้อมูล(Reassemble) ขึ้นมาใหม่ก่อนที่จะส่งผ่านไปยังผู้ใช้

อันดับแรกไอพีในโอสต์ต้นทางจะแยกข้อมูลของผู้ใช้ (NS-User),NSDU เป็น Datagram ซึ่งมี แอดเดรสไปยังไอพีในเกตเวย์ตัวแรกโดยไอพีในเกตเวย์จะไม่ Reassemble NSDU แต่จะปรับปรุงในขอบเขตที่เหมาะสม และส่ง Datagram ที่ได้รับไปยังเน็ตเวิร์คที่สอง (ถ้าเน็ตเวิร์คที่ลองสามารถรองรับขนาดของ Datagram นี้) หรือทำการ Fragment Datagram ให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกทำซ้ำที่ เกตเวย์ตัวต่อไปเน็ตเวิร์คตัวสุดท้ายสามารถรองรับขนาดของแพ็คเก็จมากกว่าแพ็คเก็จที่มันได้รับข้อมูล จึงถูกส่งได้โดยตรง โดยที่จะมีการปรับปรุงในบางส่วน Header ของ Datagram เท่านั้น จากนั้นไอพีในโฮสต์ปลายทางจะทำการประกอบข้อมูล(Reassemble)ที่ได้รับขึ้นมาใหม่และส่งผลที่ได้ (NSDU) ไปยังผู้ใช้ (NS-User)

ในการคิดค่าเวลาสูงสุดที่โฮสต์ต้นทางกำหนดให้เกตเวย์รอ Datagram (NSDU) ระหว่างการ Reassemble ซึ่งก็คือ Time to live ซึ่งจะถูกต้องโดยค่า IP ใน Host ต้นทาง ซึ่งจะมีค่าลดลงเรื่อยๆในแต่ละขั้นตอนของการ Process Datagram ตัวใหม่ ถ้ามันมีค่าถึง 0 ที่จุดใดๆระหว่างการ Process ในเกตเวย์หรือโฮสต์การ Reassemble ก็จะล้มเหลว และทุกๆการ Fragment ที่เกี่ยวกับ NSDU ก็จะถูกตัดทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Time to live ในแต่ละ Datagram จะเป็นจำนวนเท่าของวินาที โดยที่จำนวนของมันจะถูกลดลงโดยแต่ละไอพีซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าเวลาจริงในการส่งถ่ายข้อมูลของเน็ตเวิร์คที่ติดต่อด้วย

2.5.6 การเลือกเส้นทาง (Routing)

ในแต่ละเน็ตเวิร์ค (Subnet) ในอินเตอร์เน็ตจะมีชนิดของ PA Address ที่แตกต่างกัน ซึ่งระบบ (System Host) หรือเกตเวย์ที่ถูกต่อเข้ากับเน็ตเวิร์คจะสามารถส่ง Datagram ไปยังระบบอื่นได้โดยตรงเฉพาะเน็ตเวิร์ค ที่เหมือนกันเท่านั้น ในการเลือกเส้นทาง (Routing) ให้ Datagram ข้ามไปยังหลายๆ Network IP ในแต่ละ Internetwide Gateway ต้องรู้ PA Address ของโฮสต์ปลายทาง

ซึ่งมี 2 วิธีการพื้นฐานที่ถูกใช้ในการหาเส้นทางภายในอินเตอร์เน็ตคือ Centralized และ Distributed ด้วยวิธีการ Centralized Routing ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกเส้นทางที่เกี่ยวข้องกับแต่ละเกตเวย์จะถูกดาวน์โหลดจาก Site ส่วนกลางโดยใช้ข้อมูล Network และ Special Network Management จะพยายามตรวจสอบเน็ตเวิร์คและโฮสต์ที่ถูกเพิ่มเข้า และถอดออกและข้อบกพร่องที่ถูกวินิฉัยจะถูกถอดออก ในขณะที่ถูกตรวจสอบ

ด้วยวิธีการ Distributed Routing ทุกๆโฮสต์ และเกตเวย์จะร่วมกันในการแบ่งปัน ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกเส้นทางที่จะถูกจดจำไว้โดยแต่ละระบบ ในรูปของ Routing Table ซึ่งจะมี NPA Address ไว้ในการส่งแต่ละ Datagram ซึ่งอินเตอร์เน็ตจะใช้วิธีการแบบนี้

ขั้นตอนการ Routing ที่เกี่ยวกับไอพีขั้นแรกจะอ่าน IP Address (NSAP) ปลายทางจากภายใน Datagram และใช้มันในการหาการตอบสนอง PA Address ของโฮสต์หรือเกตเวย์จาก Routing Table ในส่วนที่เพิ่มเติมชุดของ Routing Protocol จะถูกใช้เพิ่มและรักษาส่วนที่อยู่ในแต่ละ Routing Table ในแบบของ Distributed ซึ่งรูปแบบทั่วไปถูกใช้ภายใน Host IP

2.6 ระบบการมองเห็นภาพ(Vision System)

กลไกระบบการมองเห็นภาพ (Vision System) นั้น จะมีความหมายที่รวมไปถึงทุกสิ่งที่จำเป็นที่สามารถแปลงภาพนั้นๆ เป็นรหัสดิจิตอลเพื่อที่จะเอามาใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ได้ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลและการนำเสนอภาพที่ได้มาหลังจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลแล้ว ความยุ่งยากของระบบการมองเห็นภาพนี้จะขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญได้ดังนี้

2.6.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

2.6.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

2.6.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันนี้ได้มีการประยุกต์ใช้งานระบบการมองเห็นอยู่มากมาย เช่น การใช้บาร์โค้ด การพิมพ์ สิ่งพิมพ์ต่างๆ และการประยุกต์ใช้งานในโรงงาน เป็นต้น

2.6.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

การได้ซึ่งภาพ หมายถึงการแปลงภาพในลักษณะทางกายภาพให้เป็นเซตของข้อมูลทางดิจิตอลซึ่งเซตของข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลต่อไป ฟังก์ชั่นของการได้มาซึ่งภาพนี้จะแบ่งออกเป็น 4 เฟสได้แก่

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

การส่องสว่างเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสัญญาณอินพุท (Input signal) ที่จะส่งต่อให้กับระบบการมองเห็นภาพ ดังนั้นเราจึงต้องออกแบบให้มีการส่องสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยที่ชนิดและวิธีการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง จะมีผลต่อกำลังงานของแสงที่ส่งออกมา ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการประมวลผลภาพและผลของสัญญาณที่ได้รับ

2.6.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ คือ การสร้างภาพใหม่โดยการแยกส่วนของข้อมูลที่เราสนใจกับสิ่งรบกวน (Noise) ออกจากันโดยการทำงานพื้นฐานของการประมวลผล คือ การกำจัดสิ่งรบกวนของภาพ (Noise elimination) การปรับแต่งขอบภาพให้ดีขึ้น (Edge enhancement) การกรองภาพ (Filtering) การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่าระดับเกรย์ (Gray scale modification) โดยทั่วไปแล้วจะใช้ฮาร์ดแวร์ในการประมวลผลภาพ แต่ถ้ามีการประมวลผลที่ซับซ้อนขึ้น ก็จะใช้ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ ซึ่งความซับซ้อนของการประมวลผลจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน และจะมีวิธีการประมวลผล 3 อย่างคือ

1. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพเดียวกัน (Point by Point in one image) คือ การสร้างภาพใหม่โดยการเปลี่ยนค่าแบบจุดต่อจุด โดยจุดหนึ่ง คือ จุดในรูปภาพเดิม และอีกจุดหนึ่ง คือ จุดในรูปภาพใหม่ที่ได้รับ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากรูปภาพเดิมแล้ว เช่น การแปลงภาพในระบบเลขฐานสอง จากจุดที่มีค่าเป็น 0 ถูกเปลี่ยนเป็น 1 และจากค่า 1 ถูกเปลี่ยนกลับเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพที่แตกต่างกัน (Using corresponding point on different images) คือ การสร้างภาพใหม่โดยการจับคู่แต่ละจุดจากแหล่งภาพ 2 แหล่ง หรือมากกว่า จุดของรูปภาพที่แตกต่างกันนี้ จะนำมาลบกันเพื่อหาค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อมูลของจุดในภาพใหม่จะเกิดจากการรวมกันของตัวเลขที่แตกต่างกันของภาพ

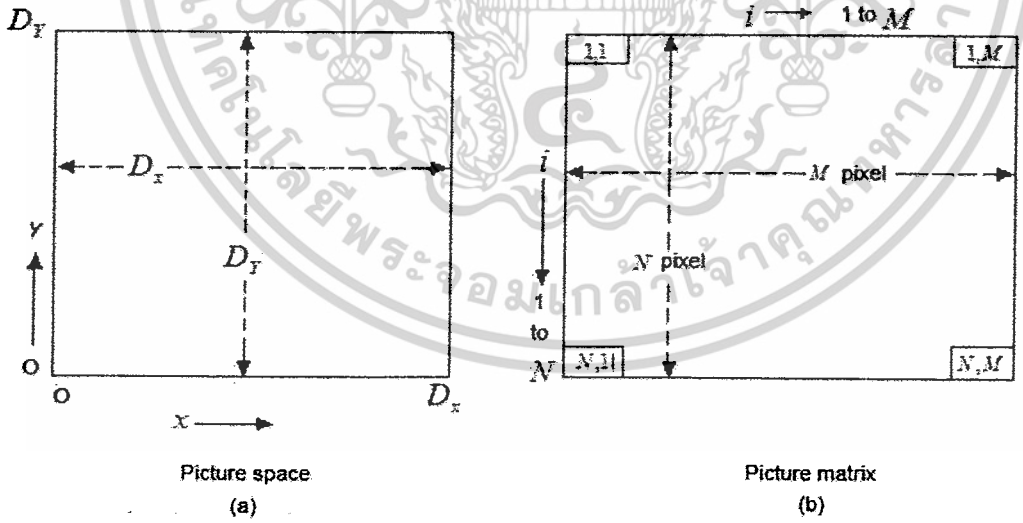
3. ที่บริเวณจุดนั้นในภาพนั้น (Using regional points in one image) คือ การสร้างภาพใหม่โดยการหาค่าเฉลี่ยรอบๆ จุดนั้นในภาพนั้น ค่าของจุดในภาพใหม่ คือ ค่าเฉลี่ยของจุดในภาพนั้นเป็นอันเดิม

2.6.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

รูปแบบของการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับว่า จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ต่อในลักษณะใด หรือแสดงผลอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เช่น การแสดงผลโดยการพิมพ์ การแสดงผลผ่านหน้าจอ และการแสดงผลในรูปแบบของสัญญาณควบคุม เป็นต้น

2.7 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ (Image Processing Fundamentals)

2.7.1 พิกเซล (Pixel)



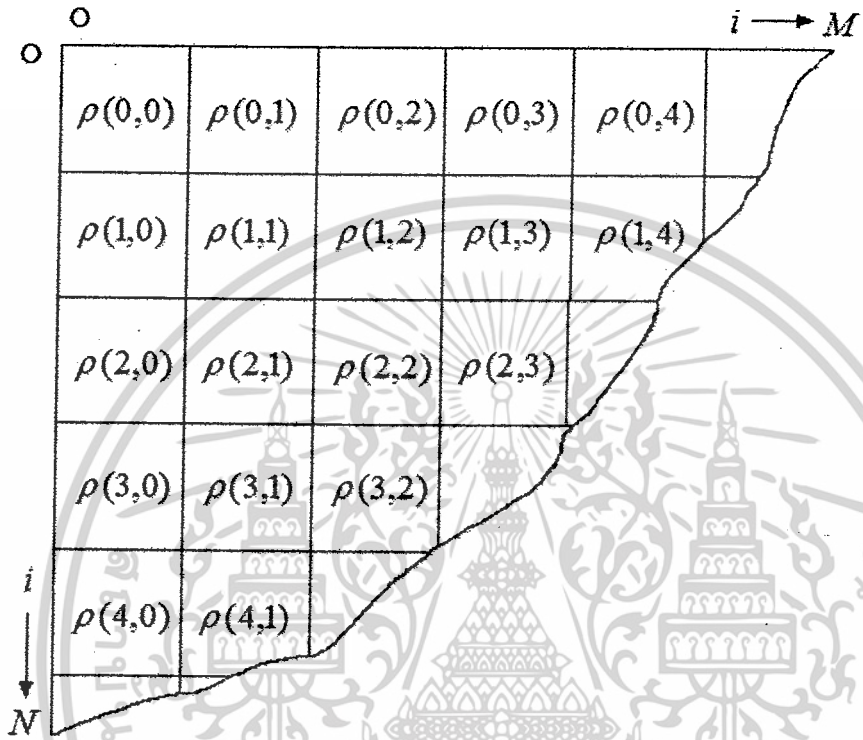
รูปที่ 2.20 พิกเซล (ที่มาจาก [7])

(a) แสดงลักษณะของภาพ

(b) แสดงลักษณะของตำแหน่งพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาพหนึ่งๆ เราสามารถอธิบายได้ด้วยเมทริกซ์ของจุดพิกเซลขนาด NxM โดยใช้คู่ลำดับ p (i, j) แทนค่าของจุดแต่ละจุด โดย i และ j ต้องไม่เป็นจำนวนสเกล่าร์ลบ และ p (i, j) นี้จะบ่งชี้ความเข้มของแสงที่จุดนั้นๆของภาพ



รูปที่ 2.21 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมทริกซ์ภาพๆหนึ่ง (ที่มาจาก [7])

ค่าที่กำกับแต่ละพิกเซลจะแสดงถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในภาพที่จุดพิกเซลนั้นแทนอยู่ โดยที่ค่าของพิกเซลนี้จะเขียนแทนด้วย P_{ij} ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1

2.7.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)

ในภาพหนึ่งๆ นั้น เราสามารถแทนอาเรย์(Array) NxM และค่าในแต่ละจุดพิกเซล จะหมายถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงที่ตกกระทบถึงภาพที่จุดพิกเซลนั้น ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 2.3 เป็นภาพขนาด 10 x 10 นิ้ว ถ้าไม่มีแสงตกกระทบบริเวณด้านบนของภาพ แต่มีแสงตกกระทบมากที่บริเวณส่วนล่างของภาพ เราจะใช้ระบบเลขฐานสอง แทนค่าความเข้มของการส่องสว่าง คือ 0 แทนบริเวณที่ไม่ถูกแสงเลย และ 1 แทนบริเวณที่มีความเข้มของแสงมากที่สุด ในรูปที่ 2.3 นี้ เป็นภาพที่ถูกเขียนแทนด้วยเมทริกซ์ขนาด 5 x 4 แต่ละองค์ประกอบของภาพมีขนาด 2.5 x 2.0 นิ้ว และค่าในแต่ละองค์ประกอบของภาพนี้จะขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบเฉลี่ยบนพื้นที่นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณองค์ประกอบที่มีขนาด 2.5 x 2.0 นิ้ว ตรงส่วนมุมบนซ้ายของภาพ จะถูกแทนด้วยตำแหน่ง (1, 1) ซึ่งในเมทริกซ์ 5 x 4 มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าไม่มีแสงมาตกกระทบ

บริเวณองค์ประกอบที่มีขนาด 2.5 x 2.0 นิ้ว ตรงส่วนมุมบนขวาของภาพ จะถูกแทนด้วยตำแหน่ง (5, 4) ที่มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีความเข้มของการส่องสว่างสูงสุด

ถ้าใช้ระบบ 16 ระดับเกรย์ (16 Gray level systems) แทนระบบเลขฐานสอง จะได้ว่าที่จุดพิกเซล (1, 1) จะมีค่าเท่ากับ 0 และที่จุดพิกเซล (5, 4) จะมีค่าเท่ากับ 15

ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดค่าเทรชโฮล (Threshold value) ของความเข้มของการส่องสว่างที่จะใช้ เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนระดับจาก 0 เป็น 1

2.8 ระดับเกรย์ (Gray scale)

หากเราต้องการค่าของข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น จะต้องเพิ่มจำนวนบิตในการแสดงค่าของแต่ละพิกเซล เช่น ถ้าต้องการแบ่งความเข้มของการส่องสว่างให้มี 4 ระดับ ก็ต้องใช้เลขฐาน 2 บิต, 4 บิต สำหรับ 16 ระดับ และ 8 บิต สำหรับ 256 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับที่ใช้ในระดับเกรย์นี้มักจะเป็นเลขยกกำลังของ 2 ส่วนค่าต่ำสุด คือ 0 ถูกกำหนดให้เป็นสีดำ และ 1 หรือตัวเลขที่น้อยกว่าค่าสูงสุดของระดับเกรย์อยู่ 1 (เช่น 15 สำหรับระดับเกรย์ 16 ระดับ) ถูกกำหนดให้เป็นสีขาว ค่าที่กำหนดให้ในแต่ละพิกเซลมักเป็นจำนวนเต็ม

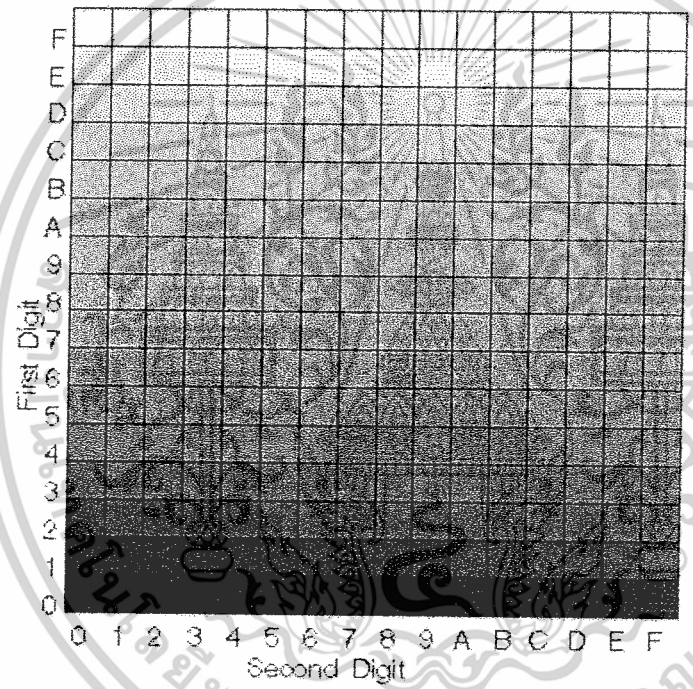
Gray Scale	Gray Value Range
$2^1 = 2$ values	0,1
$2^3 = 8$ values	0 to 7
$2^4 = 16$ values	0 to 15
$2^8 = 256$ values	0 to 255

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า Gray Scale และ Gray Value Range

ในยุคแรกๆ ของระบบการมองเห็นภาพ (Vision System) จะใช้ระบบเลขฐานสอง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีของไมโครโปรเซสเซอร์(Microprocessors) เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งในไมโครโปรเซสเซอร์จะมีหน่วยความจำอย่างน้อย 8 บิต ดังนั้นการแบ่งระดับเป็น 16 , 64 หรือ 256 จึงเป็นเรื่องธรรมดา และ ในตอนนี้กำลังจะมีมากกว่า 256 ระดับ แต่ในการมองเห็นของมนุษย์สามารถแยกความแตกต่างได้เพียง 10 ถึง 15 ระดับเท่านั้น ดังนั้นการแบ่งโดยละเอียดเป็น 64 หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

256 ระดับ จะส่งผลทำให้มนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ จึงนำไปประยุกต์ใช้กับงานประมวลผลภาพ หรือ ใช้ในขบวนการทางอุตสาหกรรมต่างๆ จึงอาจกล่าวได้ว่าจำนวนระดับเกรย์เป็นตัวจำกัดรายละเอียดของภาพ ยิ่งแบ่งระดับเกรย์เป็นหลายระดับก็จะยิ่งเพิ่มคุณภาพของภาพนั้นด้วย และการเพิ่มจำนวนพิกเซล เช่น จาก 32 x 32 เป็น 250 x 250 ก็จะเป็นการเพิ่มความละเอียดของภาพ (Resolution) และรายละเอียด (Detail) ของภาพซึ่งจะแตกต่างกับการขยายภาพ (Zoom) เพราะการขยายภาพเป็นการเพิ่มขยายของแต่ละพิกเซลให้ใหญ่ขึ้น ไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวนพิกเซล ในขณะที่การแบ่งระดับเกรย์เป็นการเพิ่มจำนวนของพิกเซล



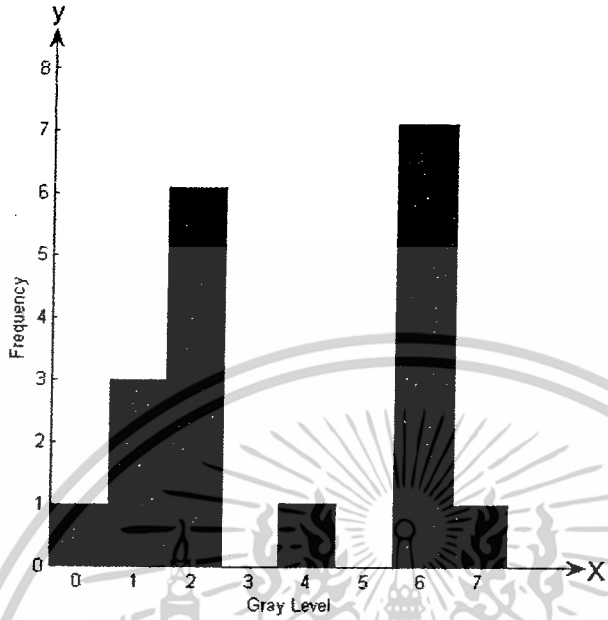
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างของระดับเกรย์ (Gray Scales) (ที่มาจาก [7])

2.9 ฮีสโตรแกรม (Histogram)

ฮีสโตรแกรมเป็นการแสดงให้เห็นถึงความถี่ของการนับจำนวนพิกเซลที่มีค่าความเข้มแต่ละค่าในถาพระดับเกรย์ จากรูป 2.4 แกน x ในกราฟจะแสดงค่าระดับเกรย์ และแกน y จะแสดงค่าจำนวนพิกเซลในระดับเกรย์นั้น โดยฮีสโตรแกรมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ทำการดิจิไตซ์ (Digitizing) ภาพ
2. นับจุดพิกเซลในแต่ละระดับเกรย์
3. พลอตกราฟระหว่างจำนวนจุดกับระดับเกรย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 ฮีสโตรแกรมของ 8 ระดับเกรย์ จากเมทริกซ์ 4 x 5 (ที่มาจาก [7])

รูปร่างของฮีสโตรแกรม สามารถบอกลักษณะบางประการของภาพได้ เช่น ถ้าฮีสโตรแกรมมีลักษณะที่แคบจะหมายถึงการคอนทราสต์(Contrast) หรือการแยกแยะความผิดแปลกของสีในภาพนั้น

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

2.10 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)

ในการแปลงระดับเกรย์นั้นจะมีวิธีดังต่อไปนี้

1) การเปลี่ยนแปลงความสว่าง (Global Alternative in brightness)

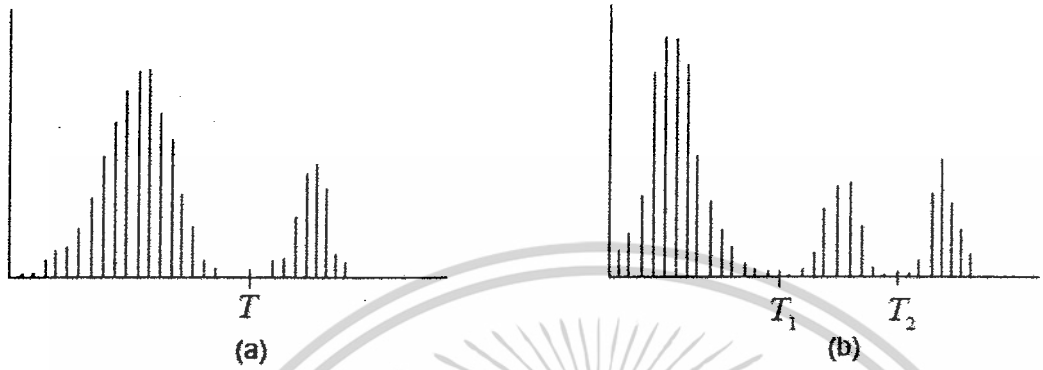
เป็นการใช้ค่าคงที่บวกหรือลบออกจากทุกพิกเซลของภาพเพื่อเพิ่มหรือลดความสว่างของภาพ

2) การทำเทรชโฮล (Threshold)

เป็นการเปลี่ยนแปลงหรือหาแนวโน้มของค่าระดับเกรย์ในภาพเพื่อทำให้เป็นดิสครีท (Discreet) มากขึ้น โดยจะนำภาพมาทำฮีสโตแกรมแล้วกำหนดค่าระดับเกรย์ที่แน่นอนขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่จะเป็นจุดตัดทำเทรชโฮล จากนั้นจะทำการตัดหรือปัดส่วนของระดับเกรย์ที่เราไม่ต้องการออกไป ดังรูปที่2.24



รูปที่ 2.24 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์ (ที่มาจาก [7])
(a) ใช้เทรชโฮล 1 จุด (Single Threshold)
(b) ใช้เทรชโฮลหลายจุด (Multiple Threshold)

ประโยชน์ของเทรชโฮล ได้แก่ การทำให้เป็นภาพแบบไบนารี หากดูจากรูปที่ 2.24 (a) จุดที่อยู่ ในช่วงทางซ้ายมือทั้งหมดของจุดตัดเทรชโฮล (T) จะถูกทำเป็นสีขาว และจุดในช่วงทางขวามือทั้งหมดจะถูกทำให้เป็นสีดำ คือ เป็นการช่วยให้หาขอบของภาพได้ง่ายขึ้น เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก็เป็นการยากที่จะกำหนดจุดตัดเทรชโฮลที่ดีที่สุดหรือที่เหมาะสมที่สุดออกมาได้

3) บันช์ชิ่ง (Bunching) และการควอนไตซ์ (Quantize)

ในบางครั้งการบันช์ชิ่ง จะหมายรวมถึง การควอนไตซ์ด้วย หรือ ใช้การลดระดับเกรย์ของภาพที่เราไม่ต้องการลง

การควอนไตซ์เป็นการประมาณค่าระดับเกรย์ให้เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจะเป็นไปตามกฎ คือ ถ้าเป็นจุดทศนิยมให้ปัดขึ้นทั้งหมด และการปัดขึ้นนี้ก็คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4) สปลิทติ้ง (Splitting)

เป็นการเพิ่มความแตกต่างระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่มของระดับเกรย์ เช่น ถ้าเรามีตัวอักษรเขียนอยู่บนฉาก โดยตัวเลขมีระดับเกรย์ที่ 98 และฉากมีระดับเกรย์ที่ 99 ซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างในระดับนี้ได้ และจะได้ฮีสโตแกรมที่มีลักษณะแบน ดังนั้นจึงต้องแก้ปัญหาด้วยการสปลิทฮีสโตแกรม โดยการทำการดึงค่า 99 ขึ้นเป็น 120 และดึงค่า 98 เป็น 80 ซึ่งจะทำให้ระหว่างตัวเลขและตัวอักษรมีความแตกต่างกันมากขึ้นจนสามารถสังเกตเห็นและแยกแยะได้

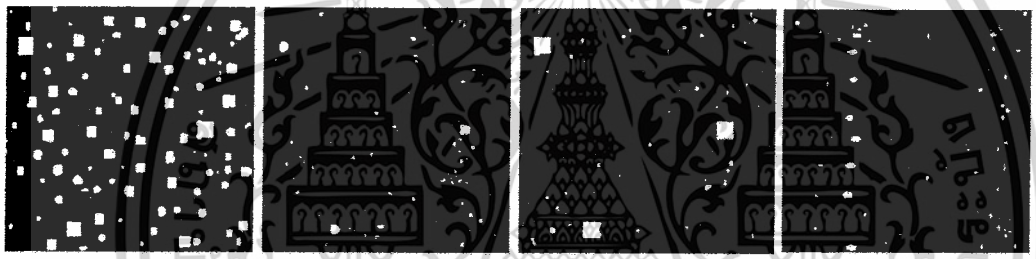
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคนี้จะมีประโยชน์มาก ในกรณีที่เราต้องการดึงเอาเฉพาะบางส่วนของภาพออกมา

2.11 ทฤษฎีมอโฟโลจิคัลในการแยกส่วนของใบหน้า

มอร์โฟโลจิคัล (Morphology) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพเกี่ยวกับรูปร่างที่เราต้องการโดยพิจารณาที่พื้นสีส่วนของภาพทั้งหมด แล้วทำการแยกเอาบริเวณที่เราสนใจออกมาจาภาพนั้น

ในโครงงานนี้จะใช้ตัวดำเนินการของมอโฟโลจิคัล ได้แก่ การขยายกลุ่มของพิกเซล (Dilation) การหดตัวของกลุ่มพิกเซล (Erosion) และการอุดรูของกลุ่มพิกเซล (Filling Holes Regions) โดยกระบวนการเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการตัดสีผิวออกจากภาพรวม เพื่อที่จะแยกส่วนของใบหน้ามาทำการรู้จำในกระบวนการหนึ่ง



(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 2.25 ตัวอย่างการทำมอร์โฟโลจิคัล (ที่มาจาก [7])

(ก) ภาพที่กลุ่มพิกเซลรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1,3,5,7,9 และ 15 พิกเซล

(ข) ผลจากการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล ด้วยโครงสร้างองค์ประกอบ (Structure element) ขนาด 13 พิกเซล

(ค) ผลการขยายกลุ่มของพิกเซลให้มีขนาดเท่ากับภาพ (ก)

(ง) ผลจากการอุดรูของกลุ่มของพิกเซล

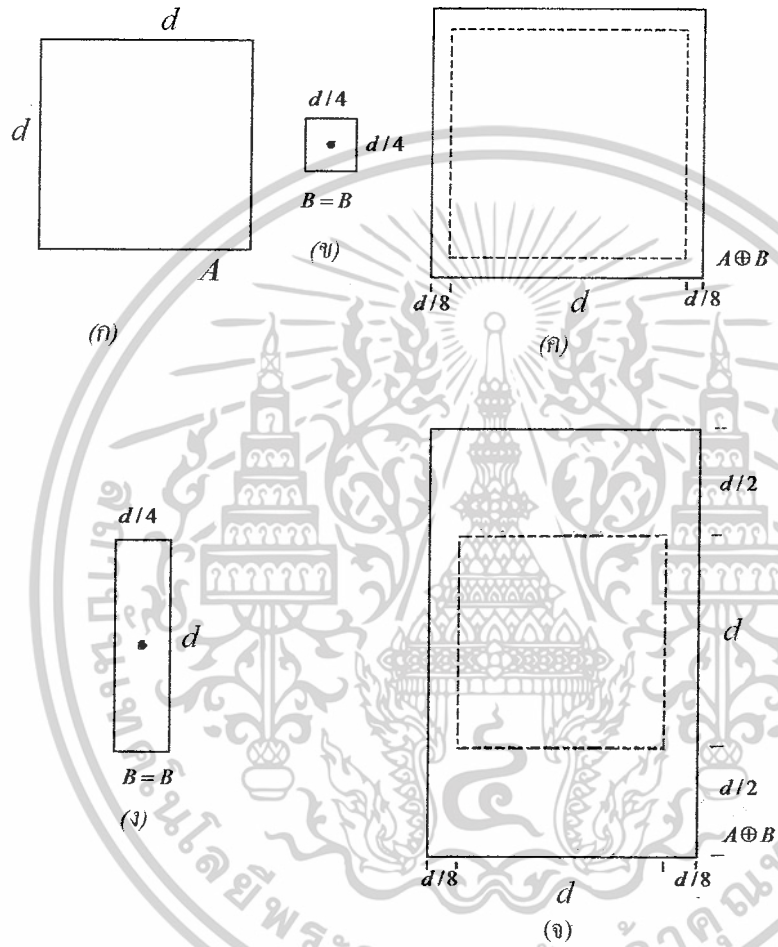
2.11.1 การขยายกลุ่มของพิกเซล

ในการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลนี้เป็นพื้นฐานของการประมวลผลของมอโฟโลจิคัล โดยถ้ากำหนดให้ A และ B เป็นกลุ่มของพิกเซลที่มีขนาดพื้นที่เป็น 2 มิติที่มีความกว้างและยาว

ในการดำเนินการนี้ กลุ่มของพิกเซล B นี้ใช้อ้างถึงโครงสร้างองค์ประกอบ (Structure Element) ของตัวดำเนินการในการขยายกลุ่มของพิกเซล เมื่อ B เป็นหน้ากากคอนโวลูชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Convolution Mask) โดยค่าในกลุ่มพิกเซลจะพิจารณาเป็นเมทริกซ์ที่มีสมาชิกเป็นค่าของพิกเซลนั้นๆ และจะทำการคอนโวลูชั่นกับกลุ่มพิกเซลAที่เราต้องการดำเนินการขยายขอบออกไป ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 ลักษณะของการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซล (ที่มาจาก [7])

(ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่ต้องการดำเนินการขยายขอบภาพ

(ข) โครงสร้างองค์ประกอบเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีจุดที่ตรงกลาง

(ค) ผลของการขยายกลุ่มของพิกเซล A

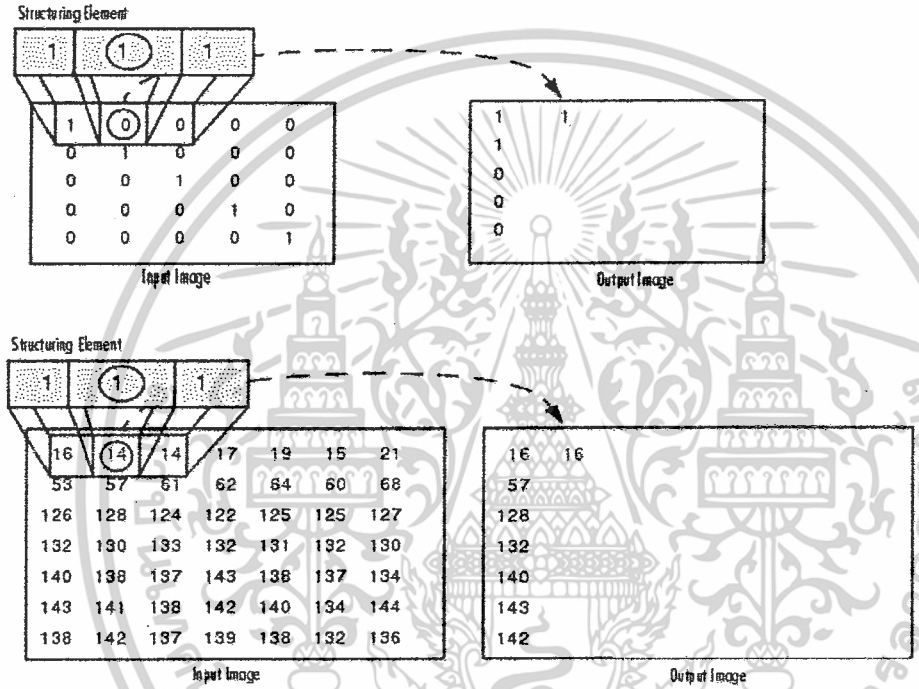
(ง) เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบให้ยาวขึ้น

(จ) ผลของการขยายกลุ่มของพิกเซล A เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ

จากรูปจะเห็นได้ว่า รูปที่ 2.26(ค) และ (จ) เป็นผลการขยายกลุ่มของพิกเซลโดยการคอนโวลูชั่น ที่เส้นประของรูปทั้งสองนั้น แสดงถึงขนาดของกลุ่มพิกเซลเดิมก่อนการขยายขอบออกไป

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งผลของการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลจะให้ผที่ถูกต้องแม่นยำกับภาพขาวดำ (Binary Image) ส่วนภาพที่เป็นภาพระดับสีเทา (Gray-Scale Image) นั้นต้องทำการเทรชโฮลด์ ก่อนแล้วจึงแปลงกลับไปในรูปแบบของไบนารี ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.27 (ก)



รูปที่ 2.27 แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพ (ที่มาจาก [7])

(ก) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพระดับสีเทา

(ข) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพขาวดำ

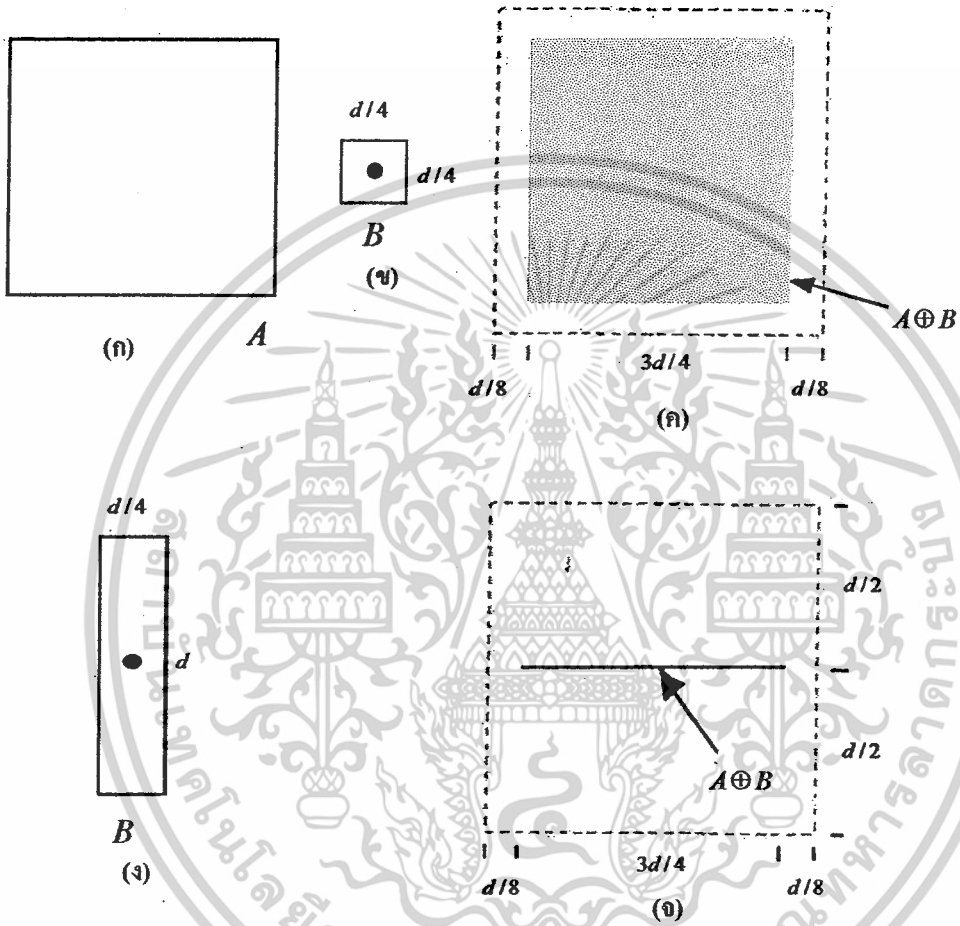
2.11.2 การหดตัวของกลุ่มพิกเซล

ในการดำเนินการหดของกลุ่มพิกเซลนี้ เป็นไปในทางตรงข้ามกับการขยายตัวของกลุ่มพิกเซลโดยถ้ากำหนดให้ Aและ B เป็นกลุ่มของพิกเซลที่มีขนาดพื้นที่เป็น 2 มิติที่มีความกว้างและความยาว

จากรูปที 2.28 (ค) ก็จะเห็นได้ว่าเส้นประนั้นคือขนาดของกลุ่มพิกเซล A ก่อนการหดตัวของกลุ่มพิกเซล และในส่วนที่เป็นสีเทานั้นเป็นจอบเขตที่ได้จำกัดด้วยการเคลื่อนตัวหดเข้ามาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดกำเนิดของ B เมื่อทำการคอนโวลูชั่น และเมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ B ให้ยาวขึ้นดังรูปที่ 2.28(ง) จะเห็นว่ากลุ่มพิกเซล A จะหดตัวเหลือเป็นเส้นในแนวนอน



รูปที่ 2.28 ลักษณะการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล (ที่มาจาก [7])

(ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่ต้องการดำเนินการลดขนาดขอบภาพ

(ข) โครงสร้างองค์ประกอบเป็นสี่เหลี่มจัตุรัสมีจุดตรงกลาง

(ค) ผลการหดของกลุ่มพิกเซล A

(ง) เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบให้ยาวขึ้น

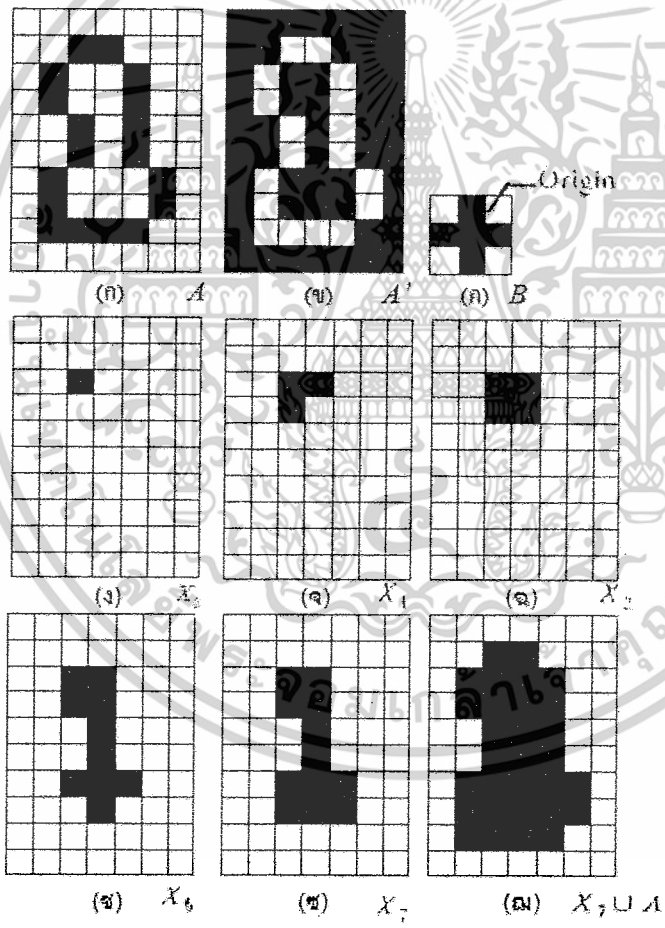
(จ) ผลการหดของกลุ่มพิกเซล A เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 การอุดรูของกลุ่มพิกเซล

จากพื้นฐานของการขยายกลุ่มของพิกเซลได้นำมาพัฒนาอัลกอริทึมให้เป็นการอุดรูของกลุ่มพิกเซลของส่วนเติมเต็มและการอินเตอร์เซ็คชั่น (Intersection) ของเซต

จากรูปที่ 2.29(ก) เป็นภาพกลุ่มของพิกเซล A ที่เป็นขอบเขต (Boundary) และการคอนโวลูชั่น โดย B จะเป็นขั้นของ X_k และสุดท้ายจะอินเตอร์เซ็คชั่นกับ A โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นการอุดรูของกลุ่มพิกเซลที่เป็นขอบเขต ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.30



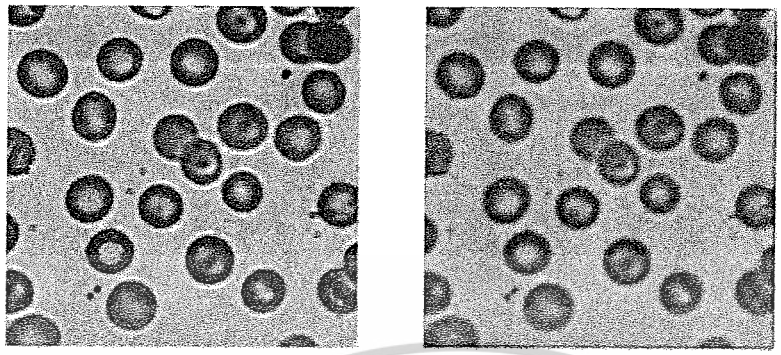
รูปที่ 2.29 ลักษณะการดำเนินการอุดรูของกลุ่มพิกเซล (ที่มาจาก [7])

(ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่เป็นเส้นขอบเขต (ข) คอมพลีเมนต์ของ A

(ค) โครงสร้างองค์ประกอบของ B (ง) จุดพิกเซลเริ่มต้นภายในเส้นขอบเขต

(จ)– (ซ) ขั้นตอนต่างๆ ของสมการ X_k (ฌ) ผลของการยูเนี่ยนเป็นพิกเซลที่ได้อุดรูแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 แสดงภาพก่อน – หลังการอุดรูของภาพ (ที่มาจาก [8])

(ก) แสดงภาพก่อนทำการอุดรูของภาพระดับสีเทา

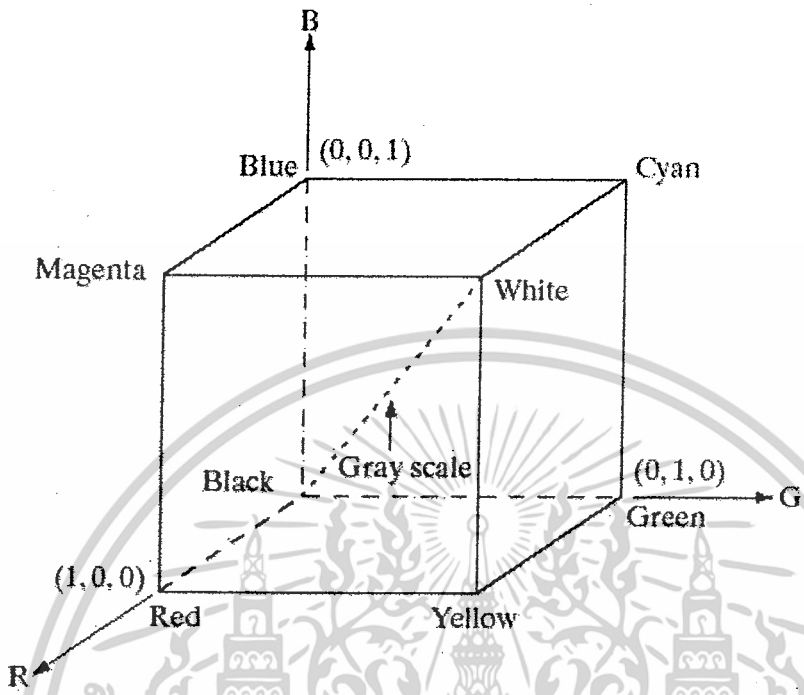
(ข) แสดงผลของการอุดรูของถาพระดับสีเทา

2.12 พื้นฐานและระบบของสีโมเดล RGB (Red, Green, Blue)

ในโมเดลนี้ สีแต่ละสีจะอยู่ในรูปของสีปฐมภูมิ(แดง, เขียว, น้ำเงิน) โมเดลนี้มีโครงสร้างอยู่ในระบบของพิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian coordinate) มีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์ ดังรูปที่ 2.12 ค่าสีแดง,เขียว, น้ำเงิน จะอยู่ที่มุมทั้งสาม บนเส้นทแยงมุมตรงข้ามกัน และค่าสีคราม, มาเกน , เหลือง จะอยู่ที่มุมทั้งสามในลักษณะเดียวกัน ส่วนสีดำจะอยู่ที่จุดกำเนิด สีขาวอยู่ที่มุมที่มีระยะทางไกลที่สุดจากแหล่งกำเนิด ค่าของระดับสีเทา (Gray Scale) จะอยู่บนเส้นที่เชื่อมระหว่างสีดำกับสีขาว ค่าสี คือจุดที่อยู่บนผิวหรือในลูกบาศก์ถูกกำหนดค่าโดยเวกเตอร์ที่ชี้ออกจากจุดกำเนิด เพื่อความสะดวกเราจะสมมุติให้ค่าสีถูกนอมอลไลซ์ (Normallize) ทั้งสามสี โดยให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ลูกบาศก์ที่แสดงในรูปที่ 2.31 นี้ จึงเป็นลูกบาศก์หนึ่งหน่วย

ภาพในโมเดล RGB ประกอบด้วยภาพสามระนาบที่เป็นอิสระจากกัน สำหรับแต่ละสีปฐมภูมิเมื่อป้อนเข้าไปในมอนิเตอร์ (moniter) ที่เป็นแบบ RGB ภาพทั้งสามสีจะรวมตัวกันที่จอภาพกลายเป็นภาพสีผสม ดังนั้นการใช้โมเดล RGB ในการประมวลผลภาพนั้นจะสมเหตุสมผลเมื่อภาพถูกแยกออกโดยธรรมชาติให้อยู่ในเทอมของทั้งสามสี กล้องภาพสีส่วนใหญ่ที่ให้ภาพดิจิตอล จะอยู่ในรูปแบบของโมเดล RGB ดังนั้นโมเดลนี้จึงเป็นโมเดลที่สำคัญมากในการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แสดงโมเดลสี RGB (ที่มาจาก [8])

2.13 บิตแมป (Bitmaps)

บิตแมปเป็นอาร์เรย์ของบิตเพื่อแสดงลักษณะของจุดพิกเซล (Pixel) ในที่นี้จะกล่าวถึงรูปแบบข้อมูลบิตแมปบนวินโดวส์ (window) อย่างง่าย ซึ่งมีด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ GDI bitmaps และ DIB bitmaps

ในส่วนของ GDI bitmaps นั้นถูกนำเสนอโดย Microsoft Foundation Class Library version 2.0 Cbitmap Class ตัวบิตแมปออปเจคจะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลของวินโดวส์ ซึ่งถูกจัดการภายใต้โมดูลวินโดวส์ GDI นั่นแสดงให้เห็นว่ามันขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ในโปรแกรมเราสามารถทำสำเนาข้อมูลบิตแมป แต่การจัดเรียงตัวของแต่ละบิตนั้น จะขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์ที่ใช้งาน GDI bitmaps จะถูกรับส่งอย่างอิสระระหว่างโปรแกรมประยุกต์ภายในคอมพิวเตอร์เครื่องๆหนึ่งได้ แต่ด้วยลักษณะที่ขึ้นกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ดังนั้นการส่งผ่านโมเด็มหรือดิสก์จึงไม่เหมาะสม

DIB bitmaps เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของข้อมูลบิตแมปซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาในส่วนของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน คอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ตามที่ใช้งานวินโดวส์สามารถที่จะประมวลผล DIB ได้ ซึ่งโดยทั่วไปมักเก็บอยู่ในไฟล์ฟอร์แมต BMP เมื่อไฟล์ BMP ถูกอ่านขึ้นจากดิสก์ มันจะทำการแปลงให้เป็น GDI bitmap แต่โปรแกรมสามารถทำงานโดยตรงกับรูปแบบ DIB ได้เลยถ้าจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 ความสว่าง (Brightness)

ความสว่างเป็นคุณสมบัติของแสงที่มนุษย์เป็นผู้กำหนดให้ระหว่างความสว่างมากที่สุดกับความมืด ความสว่างเป็นสิ่งที่รับรู้ได้แต่ไม่สามารถสัมผัสได้ ความสว่างสามารถรับรู้ได้เมื่อมีแสงตกกระทบกับเรตินารูปแท่งและรูปกรวยภายในตาของคนเรา ซึ่งจะก่อให้เกิดการตอบสนองที่ไม่เป็นเชิงเส้นและสลับซับซ้อน ความไวในการรับแสงของคนเราจะลดลงเมื่อแสงมีขนาดใหญ่มากขึ้น สำหรับความสว่างที่อยู่ในรูปภาพนั้น สามารถแสดงได้โดย Brightness Histogram ซึ่งเป็นกราฟการกระจายตัวของกลุ่มตัวเลข ในกราฟนี้จะแสดงถึงระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลที่อยู่ในรูปภาพ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการแสดงให้เห็นถึงจำนวนของพิกเซลในรูปภาพที่อยู่ในแต่ละระดับของสีเทาว่ามีอยู่เป็นจำนวนเท่าไร

2.15 ชนิดของรูปภาพของโปรแกรมแมทแลป

เครื่องมือในการประมวลผลรูปภาพรองรับรูปแบบพื้นฐาน 4 อย่างของรูปภาพ คือ

- ดัชนีรูปภาพ (Index images)
- ความหนาแน่นของรูปภาพ (Intensity images)
- ไบนารีของรูปภาพ (Binary images)
- อาร์จีบีของรูปภาพ (RGB images)

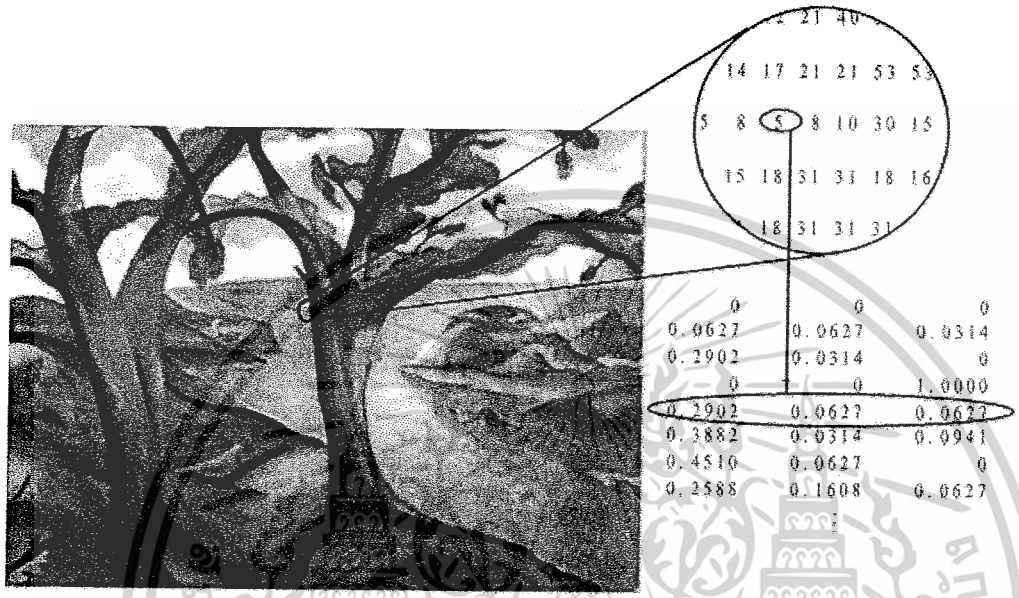
2.15.1 ดัชนีรูปภาพ

ดัชนีรูปภาพประกอบไปด้วยเมทริกซ์ของข้อมูล X และเมทริกซ์ของสีที่จะนำไปเทียบเคียงในส่วนเมทริกซ์ของข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นคลาสของ uint8, uint16, หรือ double ส่วนเมทริกซ์ของสีนั้น จะเป็นอาร์เรย์ขนาด mX3 ของคลาส double ที่ประกอบด้วยเลขทศนิยมที่อยู่ในช่วง {0,1} แต่ละแถวของการเทียบเคียงนั้นจะระบุคอมโพเนนท์ สีแดง, สีเขียว, และสีน้ำเงินของแต่ละสีนั้น ดัชนีรูปภาพจะใช้การเทียบเคียงโดยตรงของแต่ละค่าในพิกเซลนั้นไปยังค่าเทียบเคียงสี สีในแต่ละพิกเซลบนรูปภาพนั้นจะถูกกำหนดโดยใช้ค่าที่มีลักษณะเดียวกันกับ X เป็นดัชนีในการเทียบเคียง ค่าของจุดแรกแทนเอาแถวแรกในการเทียบเคียง ค่าของจุดที่สองแทนแถวที่สอง และเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

การเทียบเคียงสีมักจะถูกเก็บด้วยดัชนีรูปภาพและจะถูกนำมาใช้อย่างอัตโนมัติกับรูปภาพเมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน imread อย่างไรก็ตามในการใช้งานนั้น ไม่ได้ถูกจำกัดการใช้งานเฉพาะค่าพื้นฐานของการเทียบเคียงสีเท่านั้น แต่ยังสามารถเรียกใช้งานค่าใดๆ ในการเทียบเคียงสีได้ รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังต่อไปนี้แสดงถึงโครงสร้างของดัชนีรูปภาพ พิกเซลที่อยู่ในรูปภาพจะถูกแสดงด้วยเลขจำนวนเต็ม ซึ่งจะชี้ไปยังค่าของสีที่เก็บอยู่ในการเทียบเคียงสีนั้น



รูปที่ 2.32 ค่าของพิกเซลชี้ไปยังค่าเทียบเคียงสีในดัชนีรูปภาพ (ที่มาจาก [8])

- **คลาสและค่าออฟเซตของการเทียบเคียงสี**

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อยู่ในเมทริกซ์รูปภาพกับค่าในการเทียบเคียงสีนั้นขึ้นอยู่กับคลาสของเมทริกซ์รูปภาพ ถ้าเมทริกซ์รูปภาพเป็นคลาสของ double ค่าของจุดแรกจะชี้ไปยังแถวแรกของการเทียบเคียง ค่าของจุดที่สองจะชี้ไปยังแถวที่สอง ค่าของจุด 0 จะชี้ไปยังแถวแรกของการเทียบเคียงสี ค่าของจุดที่หนึ่งจะชี้ไปยังแถวที่สอง และเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

ค่าออฟเซตมักจะถูกใช้ในไฟล์ที่มีรูปแบบเป็นกราฟฟิกเพื่อจะทำให้จำนวนของสีที่สามารถรองรับได้มีมากที่สุด จากภาพข้างบนนี้ เมทริกซ์รูปภาพเป็นคลาส double เพราะมันไม่มีออฟเซต ดังนั้นค่าของจุดที่ห้าจะชี้ไปยังแถวที่ห้าของการเทียบเคียง

- **ข้อจำกัดของการใช้ uint16**

ในกล่องเครื่องมือนั้นจะมีข้อจำกัดของการใช้ดัชนีรูปภาพที่เป็นคลาส uint16 เราสามารถที่จะอ่านรูปภาพนี้เข้าไปยังโปรแกรมแมทแลป และแสดงมันได้ แต่ก่อนที่จะทำกระบวนการของดัชนี

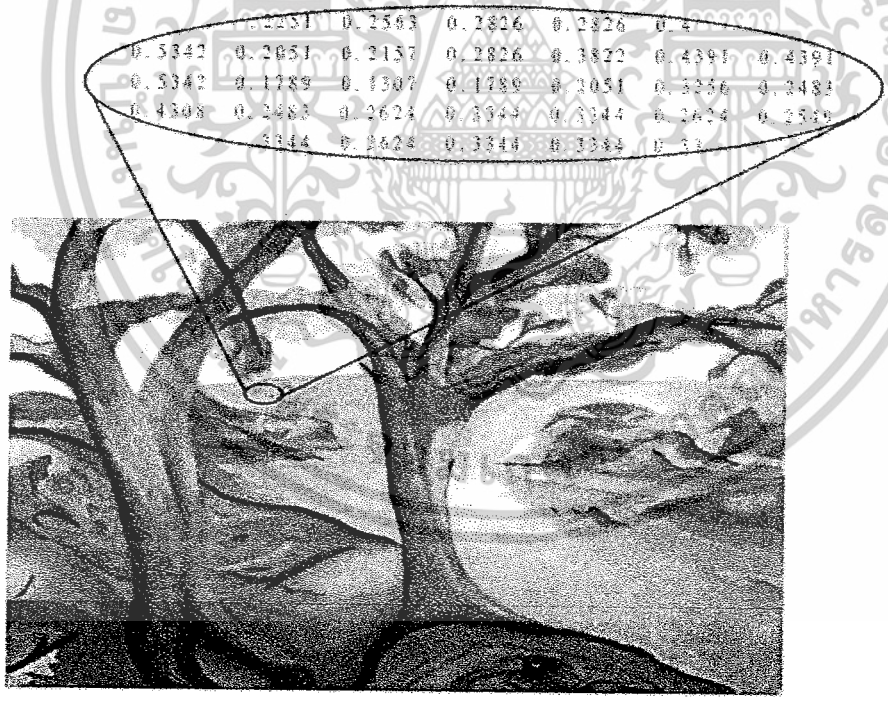
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพแบบ Uint16จะต้องทำการเปลี่ยนให้เป็น double หรือ uint8เสียก่อน ในการที่จะเปลี่ยนเป็น double ให้เรียกใช้ im2double เพื่อที่จะลดรูปภาพไปเป็น 256 สีหรือน้อยกว่านั้น (uint8) เรียก imapprox

2.15.2 ความหนาแน่นของรูปภาพ

ความหนาแน่นของรูปภาพ คือ เมทริกซ์ข้อมูล I ซึ่งค่าของมันนั้นจะแทนความหนาแน่นภายในระยะหนึ่งๆ โปรแกรมแมทแลปจะเก็บค่าความหนาแน่นของรูปภาพเป็นเมทริกซ์เดี่ยว โดยที่แต่ละค่าในเมทริกซ์ นั้นจะมีลักษณะเช่นเดียวกับหนึ่งพิกเซลในรูปภาพ เมทริกซ์สามารถเป็นคลาสของ double, uint8 หรือ uint16

ค่าที่อยู่ในเมทริกซ์ความหนาแน่นจะแทนความหนาแน่นที่หลากหลาย หรือระดับของสีเทา (Gray levels) โดยค่าความหนาแน่น 0 มักจะแทนด้วยสีดำ และค่าความหนาแน่น 1, 255 หรือ 65535 มักแทนด้วยสีขาว



รูปที่ 2.33 ค่าพิกเซลในความหนาแน่นของรูปภาพกำหนดระดับของสีเทา (ที่มาจาก [8])

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.3 ไบนารีของรูปภาพ

ในไบนารีของรูปภาพ แต่ละพิกเซลจะสมมติให้เป็นหนึ่งในสองค่าที่ไม่ต่อเนื่อง ค่าสองค่านี้จะเป็นลักษณะของ เปิดหรือปิด ไบนารีของรูปภาพจะถูกเก็บในเมทริกซ์สองมิติของ 0 (ปิดพิกเซล) และ 1 (เปิดพิกเซล)

ไบนารีของรูปภาพถูกพิจารณาเป็นชนิดพิเศษของความหนาแน่นของรูปภาพ ซึ่งประกอบด้วยสีขาวและดำเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เราสามารถคิดถึงไบนารีของรูปภาพเป็นลักษณะของดัชนีรูปภาพที่มีเพียงสองสีเท่านั้นก็ได้

ไบนารีของรูปภาพจะถูกเก็บเป็นอาร์เรย์ของคลาส double หรือ unit8 (ในกล่องเครื่องมือไม่รองรับไบนารีของรูปภาพที่เป็นคลาส unit16 อาร์เรย์ของคลาส unit8 โดยทั่วไปแล้วจะถูกนำมาใช้มากกว่าอาร์เรย์ของคลาส double เพราะ unit8 ใช้หน่วยความจำน้อยกว่ามาก ในกล่องเครื่องมือการประมวลรูปภาพ ฟังก์ชั่นใดๆที่คืนค่ากลับมาเป็นไบนารีของรูปภาพจะคืนค่ากลับมาเป็นอาร์เรย์ของ unit8 ถ้าแฟลกเปิดใช้งานอยู่ ระยะของข้อมูลจะเป็น {0,1} ถ้าแฟลกเปิดใช้งาน ระยะข้อมูลเป็น {0,255}

รูปที่ 2.34 พิกเซลในไบนารีของรูปภาพมีค่าที่เป็นไปได้สองค่าคือ 0 หรือ 1 (ที่มาจาก [8])

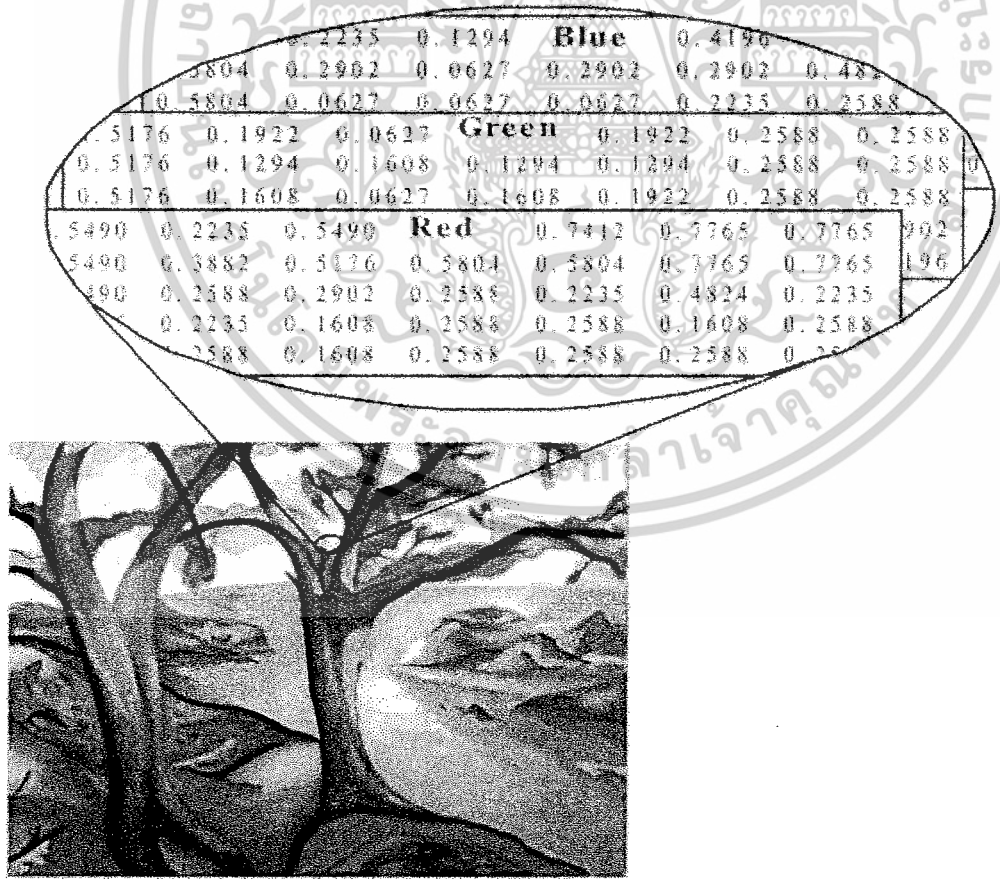
2.15.4 อาร์จีบีของรูปภาพ

อาร์จีบีของรูปภาพ หรืออาจเรียกเป็น สีที่แท้จริงของรูปภาพ (truecolor image) จะถูกเก็บในโปรแกรมแมทแลป เป็นอาร์เรย์ mXnX3 ซึ่งจะกำหนดคอมโพเนนท์สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแต่ละพิกเซล อาร์จีบีของรูปภาพไม่ได้ใช้แพทเลตของสี สีในแต่ละพิกเซลจะถูกกำหนดโดยการรวมกันของความหนาแน่นของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินที่เก็บอยู่ในแต่ละระนาบของสีที่ตำแหน่งของแต่ละพิกเซลรูปแบบไฟล์กราฟฟิกจะเก็บอาร์จีบีของรูปภาพเป็น 24 ชนิด ซึ่งแต่ละคอมโพเนนท์ของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินจะมีขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำให้เกิดจำนวนของสีที่เป็นไปได้ 16 ล้านสี เนื่องจากความละเอียดนี้เองเราจึงสามารถแทนรูปภาพต่างๆ ที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงด้วยรูปภาพแบบสีแท้จริง

อาร์เรย์อาร์จีบีใน MATLAB สามารถแบ่งเป็นคลาสของ double,unit8 หรือ unit16 ในอาร์เรย์อาร์จีบีที่เป็นคลาส double แต่ละคอมโพเนนท์ของสีจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 พิกเซลที่มีค่าคอมโพเนนท์ของสีเป็น (0,0,0) จะแสดงเป็นสีดำ และพิกเซลที่มีค่าคอมโพเนนท์ของสีเป็น (1,1,1) จะแสดงเป็นสีขาว คอมโพเนนท์ของสีทั้งสามสำหรับแต่ละพิกเซลนั้นจะถูกเก็บเป็นอาร์เรย์ขนาดสามมิติ ตัวอย่างเช่น คอมโพเนนท์ของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของพิกเซล (10,5) จะถูกเก็บในอาร์จีบี (10,5,1) อาร์จีบี (10,5,2) และอาร์จีบี (10,5,3) ตามลำดับ

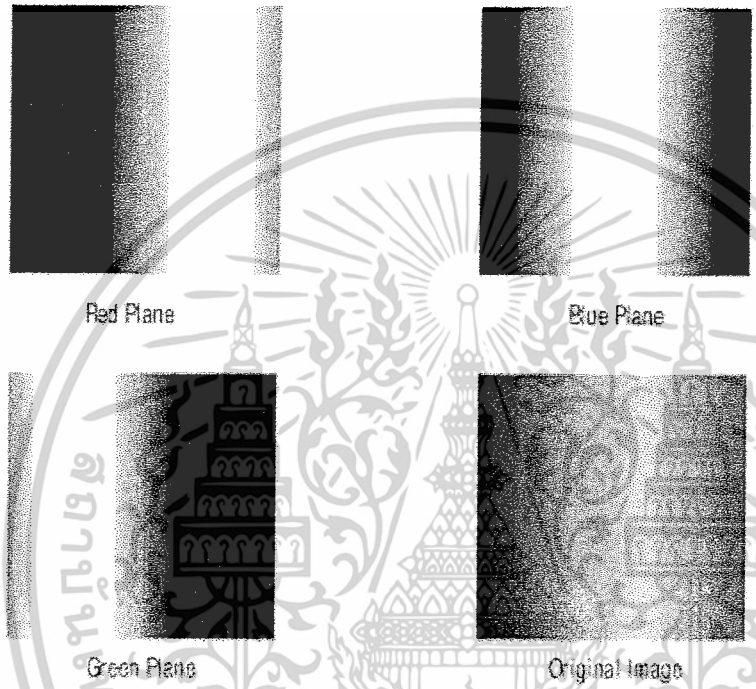


รูปที่ 2.35 ระนาบสีของรูปภาพอาร์จีบี (ที่มาจาก [8])

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกำหนดสีของพิกเซลที่จุด (2,3) จะต้องดูที่อาร์จีบีที่เก็บใน (2,3,1:3) สมมติว่า (2,3,1) ประกอบไปด้วยค่า 0.5176 (2,3,2) ประกอบไปด้วยค่า 0.1608 และ (2,3,3) ประกอบไปด้วยค่า 0.0627 ดังนั้นสีของพิกเซลที่จุด (2,3) คือ

0.1576 0.1608 0.0627



รูปที่ 2.36 ระนาบสีแยกจากกันของรูปอาร์จีบี (ที่มาจาก [8])

ในแต่ละสีระนาบที่แยกจากกันในรูปภาพประกอบไปด้วยพื้นที่ของสีขาว สีขาวนี้จะแสดงถึงค่าสูงสุดของแต่ละสีที่แยกจากกัน ตัวอย่างเช่น ในรูปภาพที่เป็นระนาบของสีแดง สีขาวจะแสดงถึงค่าสูงสุดของสีแดง ในขณะที่สีแดงถูกผสมด้วยสีเขียวหรือสีน้ำเงิน พิกเซลที่เป็นสีเทาจะปรากฏออกมา ส่วนพื้นที่ที่เป็นสีดำในรูปภาพนั้นจะแสดงค่าของพิกเซลที่ไม่มีค่าของสีแดงอยู่เลย เช่น R=0

2.16 เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์

2.16.1 ความหมายของไบโอเมทริกซ์

ไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) เกิดจากการประสมกันของคำสองคำคือ bio หมายถึง "ชีวิต" และ metrics ซึ่งหมายถึง "ที่สามารถวัดค่าหรือปริมาณได้" ได้มีการบันทึกไว้ว่าชาวอียิปต์โบราณมีการใช้ไบโอเมทริกซ์เป็นกลุ่มแรกเพื่อใช้ตรวจสอบ การใช้อุปกรณ์ไบโอเมทริกซ์สมัยใหม่เมื่อประมาณ 20 ปีมาแล้วเป็นเครื่องวัดความยาวของนิ้วมือ เพื่อตรวจสอบเวลาทำงานแทนเครื่องตอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัตร หลังจากนั้นจึง มีการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับแยกแยะลักษณะมือเป็นจำนวนมากมาช่วยทำงานในระบบรักษาความปลอดภัย

2.16.2 ลักษณะการทำงาน

การทำงานจะเป็นการตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) และลักษณะทางพฤติกรรม (Behaviore) ที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของบุคคลนั้นๆ มาปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลก่อนหน้านี้ เพื่อแยกแยะบุคคลนั้นจากบุคคลอื่นๆ ในงานด้านต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพื่อตรวจสอบกลุ่มผู้ต้องสงสัย เพื่อหาตัวผู้กระทำผิดได้อีกด้วย

ไบโอเมทริกซ์สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายประเภท เช่น

- *งานควบคุมการเข้าออกสถานที่ / หรือการใช้ตรวจสอบเวลาทำงาน*

การเข้าออกสถาที่หวงห้ามในปัจจุบัน มักจะใช้บัตรผ่าน หรือใช้รหัสผ่าน หรือแม้แต่การใช้ยามเฝ้า ซึ่งการป้องกันแบบนี้สามารถถูกลักลอบได้ง่าย เช่นบัตรผ่าน หรือรหัสผ่าน อาจหาย ลืม หรือแม้แต่ให้คนอื่นยืมใช้ได้ ส่วนยามเฝ้าก็ขึ้นอยู่กับความเข้มงวดของยามแต่ละคน ความบกพร่องของระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจึงมีอยู่มาก การนำเอาไปโอเมทริกซ์มาช่วยเช่น การผ่านเข้าออกโดยใช้ลายนิ้วมือ ใช้การตรวจสอบรูปหน้า หรือแม้แต่การใช้การตรวจสอบลักษณะของเรตินาภายในดวงตา จึงเป็นทางออกที่ดีกว่าการใช้งานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ระบบที่มีการใช้งานคล้ายกับการควบคุมการเข้าออกสถานที่ก็คือ การตรวจสอบเวลาทำงานของพนักงาน ซึ่งระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันคือ การเซ็นชื่อ การใช้บัตรตอกลงเวลา และการใช้บัตรแถบแม่เหล็ก

- *ระบบใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์และภายในระบบเครือข่าย*

เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Notebook หลายๆรุ่น มีการนำเอาเทคโนโลยี Biometrics เช่น การใช้ลายนิ้วมือมาช่วยในการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับบุคคลที่ต้องการความปลอดภัยในการรักษาข้อมูล เพราะถึงแม้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกขโมย แต่ผู้ที่ขโมยไปก็ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ โดยการใช้ลายนิ้วมือมาช่วยมีอยู่หลักๆ สองประเภท คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook ที่มีตัวตรวจจับลายนิ้วมืออยู่ในตัวเครื่องอยู่แล้ว และประเภทที่ใช้ PC Card ที่มีตัวตรวจจับลายนิ้วมืออยู่ ใส่เข้าไปในช่อง PC Card ของเครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook โดยที่ลายนิ้วมือจะเป็นการใช้ทดแทนการใช้รหัสผ่าน (Password)

นอกจากนี้การใช้งานคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่าย จะต้องให้ผู้ใช้ใส่รหัสผ่านก่อนการใช้งานทุกครั้ง แต่เนื่องจากรหัสผ่านสามารถถูกคาดเดา หรือขโมย หรือถูกยืมไปใช้ได้ง่าย ดังนั้นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ Biometrics มาเป็นตัวจัดการเริ่มเข้ามาใช้งานของผู้ใช้ระบบเครือข่าย จึงเป็นสิ่งที่สามารถยืนยันได้อย่างแท้จริงว่า ผู้ที่ใช้งานเครือข่ายอยู่คือผู้ที่มีสิทธิในการใช้งานได้จริง เทคโนโลยีที่ใช้ได้กับด้านนี้นอกจากการใช้ลายนิ้วมือแล้ว วิธีที่เหมาะสมต่อการใช้งานมากอย่างหนึ่งคือ การใช้ Keystroke dynamics หรือการตรวจสอบบุคคลโดยลักษณะของการพิมพ์ ทั้งนี้เพราะการเข้าไปใช้งานระบบเครือข่าย ผู้ใช้ต้องทำการพิมพ์ชื่อและรหัสอยู่แล้ว การตรวจสอบบุคคลโดยใช้ลักษณะของการพิมพ์จึงเป็นสิ่งที่ไม่ต้องให้ผู้ใช้ทำอะไรเพิ่มเติม (เช่นไม่ต้องตรวจสอบลายนิ้วมือ) อีกทั้งวิธีการตรวจสอบแบบนี้ยังไม่ต้องการอุปกรณ์เพิ่มเติมใดๆ

- *การใช้งานของสถาบันการเงิน*

การตรวจสอบตัวบุคคล เป็นสิ่งที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการทำธุรกิจของสถาบันการเงิน การใช้การตรวจสอบลายเซ็น ลายนิ้วมือ บัตรประจำตัว หรือแม้แต่รหัสผ่าน ล้วนแต่เป็นสิ่งที่ง่ายต่อการปลอมแปลง และเป็นปัญหาที่สถาบันการเงินประสบเรื่อยมาตั้งแต่เริ่มมีธุรกิจการเงิน เมื่อมีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านไบโอเมทริกซ์มาเป็นองค์ประกอบเพิ่มเติมในการตรวจสอบตัวบุคคล จึงเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากสถาบันการเงิน ทั้งทางด้านการช่วยในการเบิกถอนเงินทั้งที่ผ่านทางเคาร์เตอร์ และทั้งที่ผ่านทางเครื่อง ATM นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ในการตรวจสอบผู้ใช้บัตรเครดิต ก็จะเป็นการช่วยลดการปลอมแปลง หรือการลักลอบใช้บัตรเครดิตของผู้อื่น รวมถึงช่วยลดอัตราการปฏิเสธความรับผิดชอบของผู้ใช้ เพราะมีหลักฐานที่แน่นอนในการระบุตัวบุคคลที่เชื่อถือได้

- *การใช้งานด้านการระบุตัวอาชญากร*

หนึ่งในแนวทางการสืบหาอาชญากรที่ทำมาในอดีตคือการตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งในปัจจุบันสามารถนำเทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ มาช่วยในการค้นหาลายนิ้วมือโดยอัตโนมัติหรือเรียกว่า ระบบ AFIS (Automated Fingerprint Identification System) ซึ่งระบบ AFIS นี้นอกจากจะช่วยตำรวจค้นหาและเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่พบในที่เกิดเหตุกับฐานข้อมูลอาชญากรแล้ว ระบบยังสามารถเป็นแหล่งข้อมูลให้กับองค์กรเอกชน สำหรับค้นหาประวัติการกระทำผิดกฎหมายของผู้สมัครงานหรือบุคคลากรภายในองค์กรได้อีกด้วย นอกจากการใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องมือในการตรวจจับอาชญากรแล้ว ยังมีการใช้เทคโลโนยีทางด้านการระบุตัวบุคคลด้วยการตรวจสอบใบหน้า (Facial Recognition) ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในคาสิโนหลายแห่งในประเทศอเมริกา ถ้ามีบุคคลที่เหมือนกัน ระบบจะทำการส่งรูปของผู้ต้องสงสัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกทีหนึ่ง โดยขั้นตอนทั้งหมดนี้ ใช้เวลาดำเนินการเพียงไม่กี่นาทีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะทางกายภาพของคนเรานั้นส่วนใหญ่จะกินเวลาในการเปลี่ยนแปลงสภาพเดิมมากกว่า คุณลักษณะทางพฤติกรรมที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วกว่า ความสามารถในการยืนยันตน จึงมีความน่าเชื่อถือที่น้อยกว่า ทำให้การพิสูจน์บุคคลโดยวิธีพิจารณาลักษณะทางกายภาพนั้น มีความน่าเชื่อถือขณะใช้งานมากว่าลักษณะทางพฤติกรรม ตัวอย่างของคุณลักษณะทางกายภาพที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ ลายนิ้วมือ ม่านตา ช่องตาดำ ฝ่ามือ และรูปหน้า เป็นต้น

ในส่วนของเสียงพูด การลงลายมือชื่อ การใช้แป้นพิมพ์ ซึ่งจัดเป็นการใช้คุณลักษณะทางพฤติกรรมของบุคคลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลาและการเรียนรู้ของเจ้าของ แต่ข้อดีของการใช้ ไบโอเมริทกซ์ประเภทนี้ก็คือ สะดวก เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ และมีอัตราการเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่ำ เนื่องจากไม่ต้องนำอวัยวะที่ไวต่อการติดเชื้อ(เช่น ดวงตา) ไปสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูล

2.16.3 ไบโอเมทริกซ์ประเภทต่างๆ

- **การรู้จำใบหน้า (Facial recognition)**

ไบโอเมทริกซ์โดยใช้ใบหน้า ได้รับการพิจารณาและยอรับกันอย่างกว้างขวาง ว่าเป็นวิธีที่เป็นกลางในการพิสูจน์ตัวบุคคล

เทคโนโลยีนี้มีความสามารถที่น่าสนใจอยู่ 2 อย่างคือ การรู้จำใบหน้า (Facial recognition) และสร้างหน้าใหม่ (Face reconstruction)

- สามารถใช้กับลักษณะที่ซับซ้อนได้
- ใช้ได้กับรูปร่างลักษณะหลายชนิด
- สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำและใช้ข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบขนาดเล็ก
- ข้อมูลที่ใช้สามารถทำให้อยู่ในรูปข้อมูลทางสถิติได้

- **การรู้จำม่านตา (Iris recognition)**

การรู้จำม่านตา ทำงานได้โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสเครื่องมือ และง่ายต่อการใช้งาน ในขณะที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัยสูง กลายเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับอย่างมาก

- มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง
- รวดเร็ว มีระบบการตรวจสอบที่ง่าย และไม่ต้องมีการสัมผัสกับอุปกรณ์
- ม่านตาของมนุษย์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามอายุขัย
- ความเหมือนกันของข้อมูลมีน้อย ทำให้มีความสับสนกันน้อย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การรู้จำลายนิ้วมือ (Fingerprint recognition)**

การรู้จำลายนิ้วมือมีการทดลอง ทดสอบ และการทำงานด้านความปลอดภัยในการพิสูจน์บุคคลมีการใช้กับงานต่างๆ กันในหลายจำพวก การรู้จำลายนิ้วมือมีข้อได้เปรียบดังต่อไปนี้

- ทนทาน และสามารถเชื่อถือได้
- ใช้งานง่าย
- ใช้กันอย่างกว้างขวาง และยอมรับกันโดยทั่วไป
- ได้รับการพิสูจน์แล้ว ว่าใช้งานได้จริง
- ความหลายหลายของการไปประยุกต์ใช้

- **การรู้จำเสียง (Voice recognition)**

เทคโนโลยี ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง เพื่อการยืนยันตัวบุคคลด้วยเสียงของตัวเอง เสียงพูดเป็นสิ่งที่มีติดตัวกันทุกคน และสะดวกในการใช้งานในสถานที่ต่างๆ โดยเฉพาะการใช้งานแบบไร้สัมผัส

- เป็นการทำงานที่มีประสิทธิภาพ และความถูกต้องมาก
- ยืนยันตัวตน เอกลักษณ์ของบุคคลได้จากเสียงของเขาทั้งหลายเอง
- กระบวนการง่ายๆ สามารถฝังตัวรวมกับระบบต่างๆได้หลากหลาย
- เทคโนโลยีนี้ นำไปใช้กับระบบที่ต้องใช้บัตร หรือไม่ต้องใช้บัตรก็ได้
- มีความยืดหยุ่นสำหรับการนำไปใช้ในระบบจริง

2.17 คำจำกัดความและขอบเขตของการรู้จำรูปแบบ (Definition and scope of pattern recognition)

เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่จำกัดการออกแบบ pattern recognition จึงทำให้การวิจัยในเรื่องนี้เป็นไปได้ยาก แต่ถ้าเราไม่เข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์เราก็ไม่สามารถที่จะทำสำเร็จได้

การรู้จำรูปแบบ (Pattern recognition) ต้องอาศัยการรับรู้และการจำก่อน รวมทั้งประสบการณ์ในอดีตกับปัจจุบันสัมพันธ์กัน ตัวอย่างเช่น มีรูปสุนัขที่ไม่ชัดเจนและบิดเบือนอยู่รูปหนึ่ง ถ้ามีคนที่ไม่เคยได้รับรู้หรือมีประสบการณ์กัยรูปนี้มาก่อนก็จะไม่สามารถตอบได้ว่ารูปนี้เป็นรูปอะไร แต่ถ้ามีคนเคยศึกษาหรือมีประสบการณ์มาก่อนก็จะสามารถตอบคำถามของรูปนี้ได้ถูกต้อง

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ และความก้าวหน้าใน pattern recognition และ artificial intelligence สูง การแยกภาพของมนุษย์ที่สมบูรณ์ยังคงเป็นหนทางที่ยาวไกล อย่างไรก็ตามก็ไม่สามารถขัดขวางความพยายามของนักวิจัยได้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเทคนิคพื้นฐานจำนวนมากที่ใช้กับ Pattern recognition เกือบทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นภาพวัตถุ หรือ 1-D time-vary signal เช่น คำพูด เทคนิคพื้นฐานได้แสดงไว้ดังนี้

วิธีการในการรู้จำภาพใบหน้าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีแนวคิดในด้านการพิจารณามองเห็นใบหน้า และวิธีการในการตัดสินใจรู้จำใบหน้าที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มการวิจัย คือ

- การเทียบเทมเพลต (Template Matching)
- ลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical Feature)
- การเทียบกราฟ (Graph Matching)
- ไอเกนเฟซ (Eigenface)
- โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)
- ภาพ 3 มิติ

- **การเทียบเทมเพรต (Template Matching)**

วิธีการเทียบเทมเพรต [1] นี้ทำงานโดยการหาสหสัมพันธ์ของภาพ 2 ภาพ โดยตรงให้ผลอย่างมีประสิทธิภาพโดยมีอัตราในการรู้จำเป็น 100% เมื่อภาพมีขนาดเดียวกัน มีการวางอยู่ตรงกันและมีการส่องสว่างของแสงเดียวกัน ถ้าภาพที่เข้ามาทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ต้องมีการประมวลผลก่อน (Preprocessing) เพื่อทำให้ภาพเข้าสู่ตำแหน่งหรือการส่องสว่างใกล้เคียงกัน

- **ลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical Features)**

มีนักวิจัยจำนวนมากที่เบือกรู้จำใบหน้าในลักษณะทางเรขาคณิต คืออาศัยอัตราส่วนหรือสัดส่วนของระยะทางจากตาซ้ายตาขวา จากตาไปจมูก จากจมูกไปปาก รูปร่างของปาก รูปร่างของตา และจากรูปร่างของคาง ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของใบหน้า ดังมีรายละเอียดของการวิจัย เช่น

- ใช้อัตราของระยะทาง (Ratios of Distance) โดยมีผลการรรู้จำอยู่ระหว่าง 45-75 % ของฐานข้อมูลภาพ 20 คน
- ใช้การคำนวณเซตของลักษณะทางเรขาคณิต เช่นความกว้างของจมูก ตำแหน่งของปากบนใบหน้า และรูปร่างของคาง
- ใช้เทคนิคระยะทางผสม(Mixture Distance)

ระบบการรู้จำใบหน้าแบบที่มีการพิจารณาลักษณะทางเรขาคณิตนี้จะสามารถนำไปใช้เป็นระบบที่มีประโยชน์และเป็นไปได้ในทางปฏิบัติในการค้นหาในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้ถ้ามีการวัดระยะทางจากจุดที่เป็นลักษณะเด่นได้อย่างถูกต้องเที่ยงตรง ทั้งนี้เพราะข้อมูลที่ได้จะมีจำนวน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยมากเมื่อเทียบกับการพิจารณาแบบอื่น จึงใช้เวลาน้อยกว่าแบบอื่นๆ ในการค้นหา ดังนั้นจึงมีการสร้างระบบฐานข้อมูลมาสนับสนุนวิธีการแบบนี้ ซึ่งฐานข้อมูลดังกล่าวเรียกว่าฐานข้อมูลภาพหลายด้าน (Mugshot Database) ทั้งนี้เพราะถ้าเรามีภาพด้านข้างด้วยจะเป็นการช่วยหาจุดที่เป็นลักษณะเด่นได้เที่ยงตรงแม่นยำมากขึ้น แต่ทั้งนี้ความเที่ยงตรงในการวัดยังขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมที่ใช้ด้วย ดังนั้นในปัจจุบันการทำงานอย่างอัตโนมัติก็ยังไม่ค่อยมีความเที่ยงตรงนัก จึงต้องรอกันต่อไปสำหรับวิธีการแบบนี้

- **การเทียบกราฟ (Graph Matching)**

เป็นการมองใบหน้าในลักษณะที่เป็นเวกเตอร์ของกราฟซึ่งมีจุดและเส้นในการเชื่อมต่อเป็นโครงร่างที่ฟิตไปบนในหน้าบนลักษณะเด่นที่พิจารณา เช่น รูปร่างกราฟของตา ปาก คางคกับหู และคิ้ว เป็นต้น

- **ไอเกนเฟซ (Eigenface)**

MIT ได้ริเริ่มและเสนอวิธีการในการรู้จำใบหน้าโดยการทำการฉาย (Projection) ภาพใบหน้าไปยังองค์ประกอบหลัก (Principal Components) โดยเรียกภาพใบหน้าดังกล่าวนั้นว่าไอเกนเฟซ (Eigenface) โดยนำใบหน้าไอเกนดังกล่าวไปทำการค้นหาในฐานข้อมูลใบหน้าไอเกน โดยพวกเขาได้แสดงให้เห็นว่าโดยการทดสอบกับฐานข้อมูลใบหน้าไอเกน 16 คนที่มีการเลี่ยน การวางตำแหน่งศรีษะหลายๆลักษณะ มีการย่อขยายและการเปลี่ยนแปลงของแสง โดยการแทนใบหน้าไอเกนที่ใช้เทคนิคของพวกเขาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยระบบยังคงมีความสามารถในการรู้จำ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแสงมีความสามารถในการรู้จำ 96% มีการวางตำแหน่งศรีษะเปลี่ยนแปลงจะมีความสามารถในการรู้จำ 85% และมีการย่อขยายภาพมีความสามารถในการรู้จำ 64% โดยในการย่อขยายนั้นพวกเขาใช้อัลกอริทึมในการปรับศรีษะให้มีขนาดเดียวกับขนาดใบหน้าไอเกนโดยใช้การประมาณขนาดศรีษะ และนำส่วนกลางของใบหน้ามาใช้เท่านั้นเพื่อลดผลจากการเปลี่ยนแปลงของทรงผม และฉากด้านหลังที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

- **โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)**

จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการเสนอบทความที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการรู้จำใบหน้ามากมาย แต่ส่วนใหญ่แล้วน่าเสียดายที่วิธีการต่างๆ ที่เสนอนั้น มีการทดสอบกับฐานข้อมูลขนาดเล็กๆ ได้เท่านั้น (ต่ำกว่า 20 คน) จะมีที่ใช้ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ภาพ 3 มิติ**

การมองภาพใบหน้า 3 มิติ เป็นวิธีการชั้นสูงและเป็นวิธีการที่ดีมากในปัจจุบัน และมีการทำเป็นธุรกิจผลิตซอฟต์แวร์เพื่อเป็นการค้าเรียบร้อยแล้ว

FaceIt คือ ชื่อซอฟต์แวร์ทางการค้าของบริษัท Visionics Corporation ในการรู้จำใบหน้ารูปแบบ 3 มิติแบบเวลาจริงที่ไม่ต้องการฮาร์ดแวร์พิเศษในโลกแห่งความเป็นจริง

FaceIt ใช้การมองภาพในรูปแบบสเตอริโอของภาพ 3 มิติที่ประกอบด้วยบล็อกความสูงโดยเรียกว่า หัวไอเกน (Eigen Head) ที่เป็นตัวแสดงภาพ 3 มิติของศรีษะที่ได้มาจากข้อมูลเฉดสี (Shading Information) ของภาพ 2 มิติ ซึ่งหัวไอเกนนี้จะไม่ขึ้นกับแสงของการส่องสว่างและท่าทางการวางศรีษะ และมีการส่งภาพ 3 มิติที่มีการนอร์มอไลด์แล้วแปลงไปเป็นรหัสด้วยการวิเคราะห์ลักษณะเด่นแบบท้องถิ่น (Local Feature Analysis) เช่น จมูก ปาก แก้ม กระดูก และแนวขากรรไกร ซึ่งจะสร้างสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของบุคคลคนเดียวกันเรียกว่า พิมพ์ของใบหน้า (Faceprint) พิมพ์ของใบหน้านี้สามารถนำไปค้นหาฐานข้อมูลในแบบ real time และมีความรวดเร็วในการประมวลสูงมากจนกระทั่งสามารถทำกับภาพนิ่งและกับภาพวิดีโอได้ ซึ่งความสามารถจริงของระบบอยู่ที่ความเร็ว และการแก้ไขปัญหาเรื่องการขมวดคิ้ว การยิ้ม การกระพริบตา การใส่แว่น ปัญหาของแสง การย่อขยาย การวางตำแหน่งศรีษะ และการเอียงได้ทั้งหมด อีกทั้งยังเป็นแนวทางที่ใช้ลักษณะ 3 มิติที่เป็นลักษณะเด่นแบบท้องถิ่น คือ จมูก ปาก แก้ม กระดูก และแนวขากรรไกรที่สามารถจะพัฒนาเป็นการประมาณใบหน้าเมื่ออายุเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้อีกด้วย จึงเป็นสุดยอดแนวทางของการรู้จำใบหน้าอย่างแท้จริงที่สามารถใช้ในการค้นหาประวัติของเด็กหลงทางที่ไม่สามารถบอกบ้านหรือพ่อแม่ได้ หรือค้นหาคนที่หายไปหลายปีได้ว่าหน้าตาปัจจุบันเป็นอย่างไร

2.18 การหาองค์ประกอบสำคัญของภาพใบหน้า

การหาองค์ประกอบสำคัญของภาพใบหน้าสามารถแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

- **Appearance based method**

Appearance based method คือ การมองแต่ละจุดในภาพเป็นตัวแปร และแยกแยะความแตกต่างของภาพจากค่ากระจายตัวทางสถิติของค่าสีแต่ละพิกเซลทั้งหมดในภาพ ในวิธีนี้เราไม่จำเป็นต้องหาตำแหน่งของตา จมูก และปากภายในภาพ

- **Model based method**

Model based method คือ การมองภาพโดยรวม และแยกแยะใบหน้าของแต่ละคนจากตำแหน่งสำคัญๆบนในหน้า เช่น ตา หู จมูก ปาก ให้ได้ก่อน แล้วจึงหาความสัมพันธ์ของตำแหน่งต่างๆ เหล่านี้เพื่อแยกแยะใบหน้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานนี้ได้เลือกกระบวนการ Priciple component analysis (PCA) ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการแบบ Appearance based method โดยทำการฉายภาพใบหน้าไปยังแกนของความแปรปรวนร่วม (covariance) ที่มากที่สุด เพื่อให้หาความแตกต่างของภาพแต่ละภาพได้แม่นยำขึ้น และวิธีนี้ยังนำหลักการไอเกนเวกเตอร์ (eigenvector) ซึ่งจะเรียกว่าไอเกนเฟซ (eigenface) มาใช้เพื่อลดการคำนวณลงและทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.19 ทฤษฎีและวิธีการใช้ไอเกนเฟซ

2.19.1 วิธีของไอเกนเฟซ

จากการศึกษาก่อนหน้านี้ ของระบบจดจำใบหน้า โดยส่วนมากแล้วการทำงานของระบบนี้จะจดจำใบหน้าอย่างชี้เฉพาะเจาะจง โดยการวัดค่าจากตัวกำหนดที่สัมพันธ์กันและเหมาะสม จากข้างต้นนี้ได้ให้ข้อมูลกับพวกเราว่าการป้อนรหัสและถอดรหัสรูปใบหน้านั้น จะเน้นที่จุดหลักๆ คือ ลักษณะหน้าตา โดยทั่วไปแล้วบางทีลักษณะหน้าตาอาจจะไม่ตรงกับลักษณะใบหน้าที่แท้จริงในบางส่วน เช่น ตา จมูก ริมฝีปาก และ ผม

ใน ทฤษฎีของ Language of information เราต้องการที่จะคัดเลือกข้อมูลที่สัมพันธ์กันกับรูปหน้าตาเพื่อตั้งให้เป็นรหัสออกมาให้เหมือนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และเปรียบเทียบกับรูปหน้าที่ตั้งรหัสโดยใช้ฐานข้อมูลของรูปประพรรณสัณฐาน ขั้นตอนแรกที่จะคัดเลือกข้อมูลนี้ต้องประกอบด้วยรูปของใบหน้าที่ได้จากกลุ่มใบหน้าที่ได้ถ่ายมา โดยมีหลายรูปหน้า หน้าตาหลายๆ แบบ และใช้รูปภาพเหล่านี้มาตั้งใส่รหัสหลังจากนั้นมาเปรียบเทียบกับหน้าเป็นรายบุคคลไป

ในระบบทางคณิตศาสตร์นั้น เราต้องการที่จะหาองค์ประกอบที่สำคัญของส่วนประกอบใบหน้า หรือไอเกนเวกเตอร์ของโควาเรียนเมทริกซ์ ของรูปแบบใบหน้า ไอเกนเวกเตอร์สามารถคิดแยกรูปแบบลักษณะของรูปหน้าที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันออกเป็นชุดๆ ได้ ซึ่งในแต่ละรูปจะมีไอเกนเวกเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเราสามารถแสดงผลของไอเกนเวกเตอร์ออกมาอย่างร่างๆ หยาบๆ ได้ ที่เราเรียกกันว่า ไอเกนเฟซ

ในแต่ละรูปหน้านั้นสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบของการรวมตัวของเส้นตรงต่างๆ ของไอเกนเฟซ จำนวนหมายเลขที่ไอเกนเฟซจะเท่ากันจำนวนรูปของใบหน้าในชุดที่มี อย่างไรก็ตาม ใบหน้าเหล่านี้ก็สามารถประมาณหาไอเกนเฟซที่ดีที่สุดได้ ซึ่งนั่นจะมีคาไอเกนวาลู่ร์มากที่สุด ดังนั้นจะมีความสัมพันธ์ก็จะมากในรูปชุดนี้ด้วย เหตุผลหลักๆ ที่ใช้ไอเกนเฟซน้อยๆ เพื่อการคำนวณที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

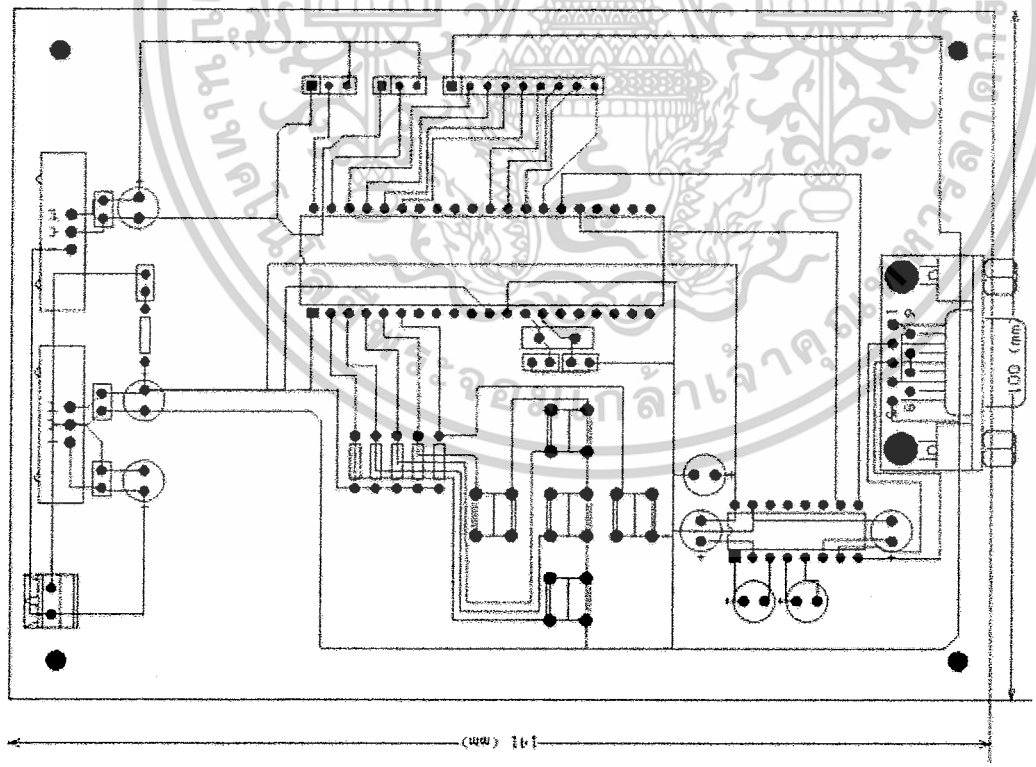
บทที่ 3
การออกแบบ

องค์ประกอบหลักของระบบ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือส่วนควบคุมกล้องผ่านอินเตอร์เน็ตและส่วนประมวลผลภาพระบุตัวบุคคล

3.1 ส่วนควบคุมกล้องผ่านอินเตอร์เน็ต

3.1.1 แผ่นวงจร

เป็นส่วนของวงจรเพื่อควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ เป็นตัวที่คอยตรวจสอบตำแหน่งและสร้างสัญญาณพัลส์(Pulse) เพื่อใช้ในการควบคุมโดยเลือกไมโครคอลโทรลเลอร์ตระกูล PIC รุ่น PIC16F877Aนี้ เพราะ สามารถที่จะ รับรู้ค่า อินเตอร์รัพต์ ได้ โดยรูปแบบของวงจรดังแสดงในภาพที่ 3.1

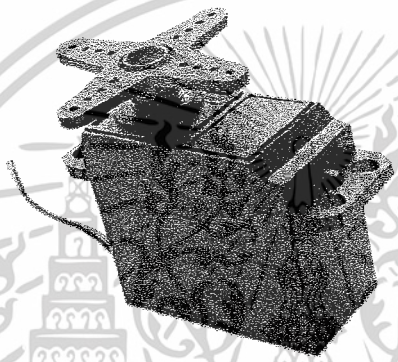


รูปที่ 3.1 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

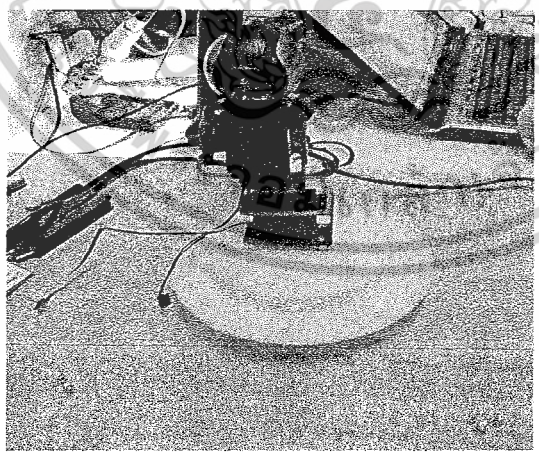
3.1.2 มอเตอร์ที่ใช้ควบคุมการหมุนของกล้อง

มอเตอร์ที่ใช้เป็นเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งเป็น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีสายแยกจากไฟเลี้ยง และกราวด์ เป็นสายใช้สำหรับการควบคุม ข้อดีในการเลือกใช้มอเตอร์ชนิดนี้คือ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา แรงบิดสูง กินพลังงานน้อย ต่อสัญญาณลอจิกที่เป็น TTL เลเวล (Level) ได้โดยตรงไม่ต้องมีการต่อวงจรไดร์ฟ (Drive)



รูปที่ 3.2 เซอร์โวมอเตอร์

3.1.3 ส่วนการออกแบบโครงสร้างฐานกล้อง



รูปที่ 3.3 ส่วนการออกแบบโครงสร้างฐานกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

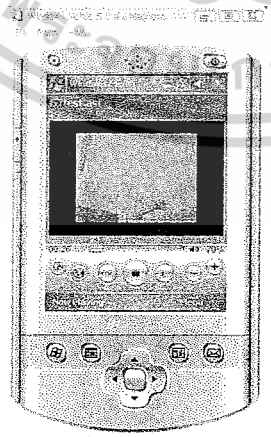
3.1.4 ส่วนของหน้าเว็บที่ใช้ควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต

ใช้ภาษา Visual Basic.Net สร้างหน้าเว็บติดต่อกับผู้ใช้งาน ให้สามารถเลือกควบคุมกล้องได้ผ่านทางอินเตอร์เน็ต

รูปที่ 3.4 หน้าเว็บที่ผู้ใช้งานควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต

3.1.5 ส่วนของการออกแบบการใช้งานผ่านโปรแกรมจำลองมือถือ

ใช้ Emulator Windows Mobile 5.0 ในการจำลองการใช้งาน



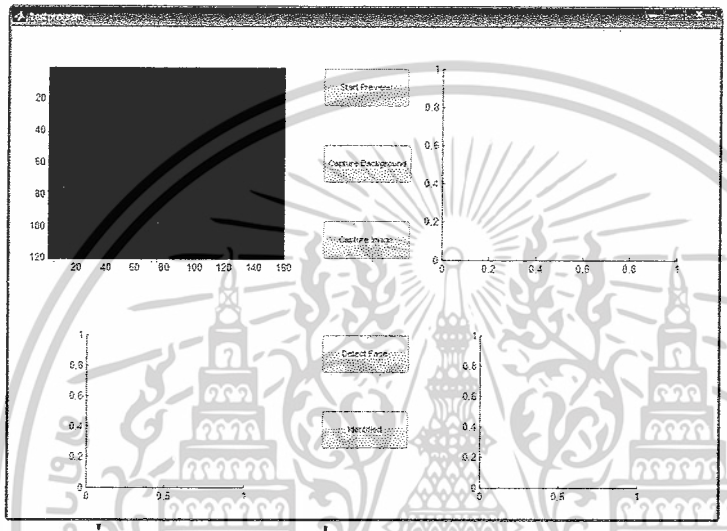
รูปที่ 3.5 โปรแกรมจำลองมือถือผ่านอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนประมวลผลภาพระบุตัวบุคคล

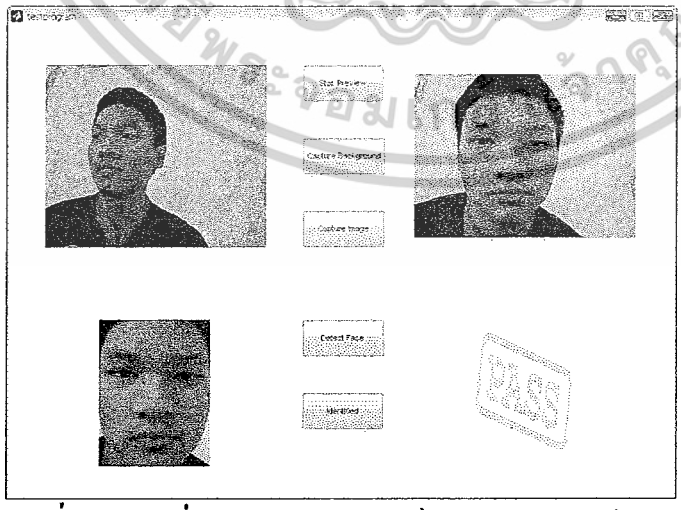
3.2.1 ภาพรวมโปรแกรมระบุใบหน้า

โปรแกรมที่ใช้ทำการทดลองนั้นสร้างขึ้นโดยใช้ MATLAB จะทำงานในส่วนของการระบุตัวบุคคล ดังรูปที่ 3.6 แสดงหน้าต่าง และตำแหน่งการวางปุ่มและภาพที่ทำการวิเคราะห์



รูปที่3.6 ภาพโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองระบุตัวบุคคล

ทำการทดลองถ่ายภาพบุคคลที่มีภาพอยู่ในฐานข้อมูล โปรแกรมก็จะสามารถระบุได้ว่าพบบุคคลนั้นในฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ภาพเมื่อโปรแกรมระบุว่าเป็นบุคคลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อทำการทดลองถ่ายภาพบุคคลที่ไม่มีภาพอยู่ในฐานข้อมูล โปรแกรมก็จะสามารถระบุได้ว่าไม่พบบุคคลนั้นในฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 ภาพเมื่อโปรแกรมระบุว่าไม่พบบุคคลนั้นในฐานข้อมูล

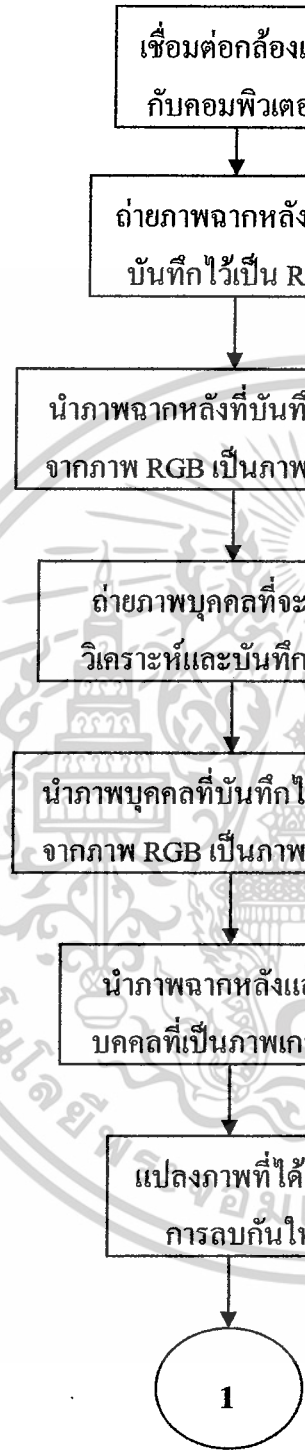
3.2.2 โปรแกรมในส่วนเก็บภาพใบหน้าคน

ในส่วนของโปรแกรมนี้เป็นส่วนที่ทำงานในส่วนการรับภาพและเตรียมภาพเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป โดยมีขั้นตอนหลัก คือ การเก็บภาพ และการตัดภาพใบหน้า หลังจากนั้นจึงนำภาพที่ได้ส่งไปยังส่วนต่อไป โดยขั้นตอนการทำงานเป็นดังรูปที่ 3.6

ขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้ ส่วนเก็บภาพจะทำการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมเข้ากับคอมพิวเตอร์และทำการเก็บภาพที่ต้องการ โดยภาพที่ต้องใช้จะมีสองภาพ คือ ภาพของฉากพื้นหลังและภาพของบุคคลที่ต้องการระบุ แล้วทำการแปลงภาพจากภาพสีเป็นเกรย์สเกล เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน จากนั้นจึงนำภาพฉากหลังลบด้วยภาพที่มีบุคคลอยู่ จะได้ภาพที่มีตำแหน่งของบุคคลอยู่ และนำภาพที่ได้ทำการตัดใบหน้าออกมา ภาพด้านล่างเป็นตัวอย่างที่เกิดในระหว่างการตัดรูปออกมา

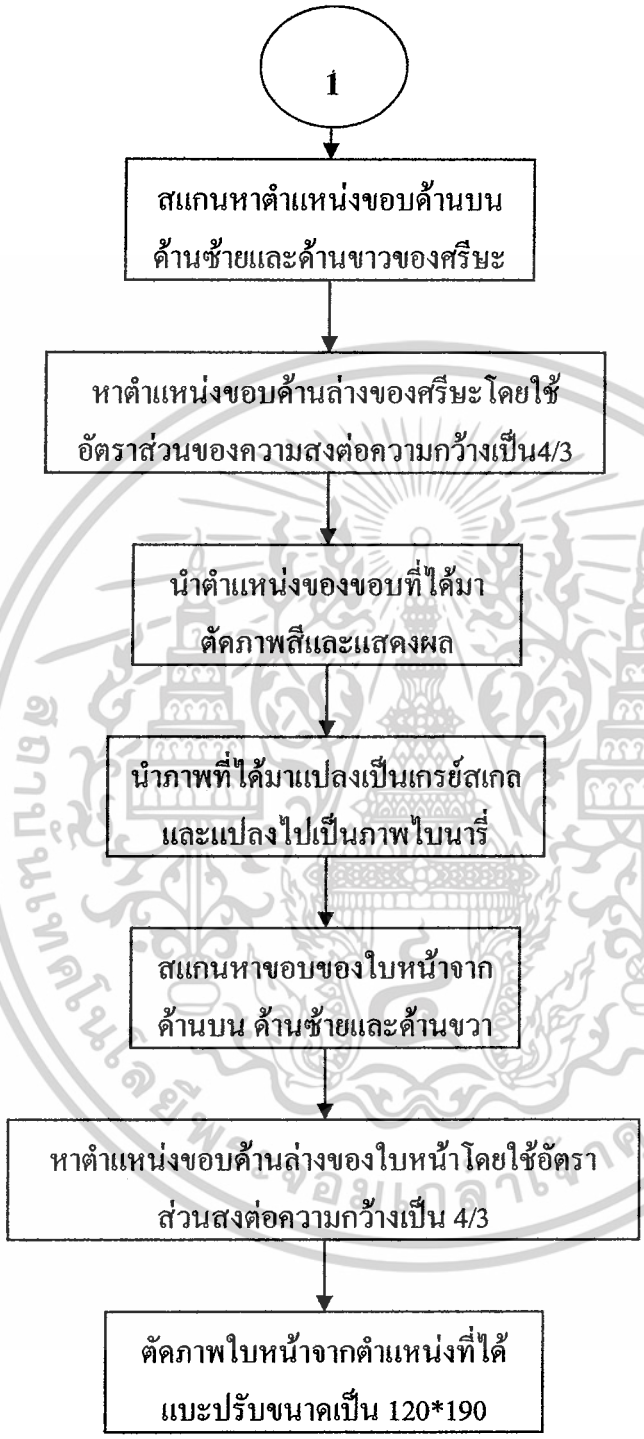
หลังจากได้ตำแหน่งของบุคคลอยู่ก็จะทำการตัดใบหน้าออกมา โดยจะทำการตัดสองครั้งเพื่อให้ได้ภาพของศรีษะออกก่อน ครั้งที่สองจึงได้ภาพของใบหน้าออกมา การตัดภาพทั้งสองครั้งจะเป็นการหาขอบเขตที่เป็นภาพไบนารี่ก่อน แล้วจึงตัดถาพสีออกมา เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป ขั้นตอนการทำงานเป็นดังแผนผังด้างล่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.9 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนเก็บใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

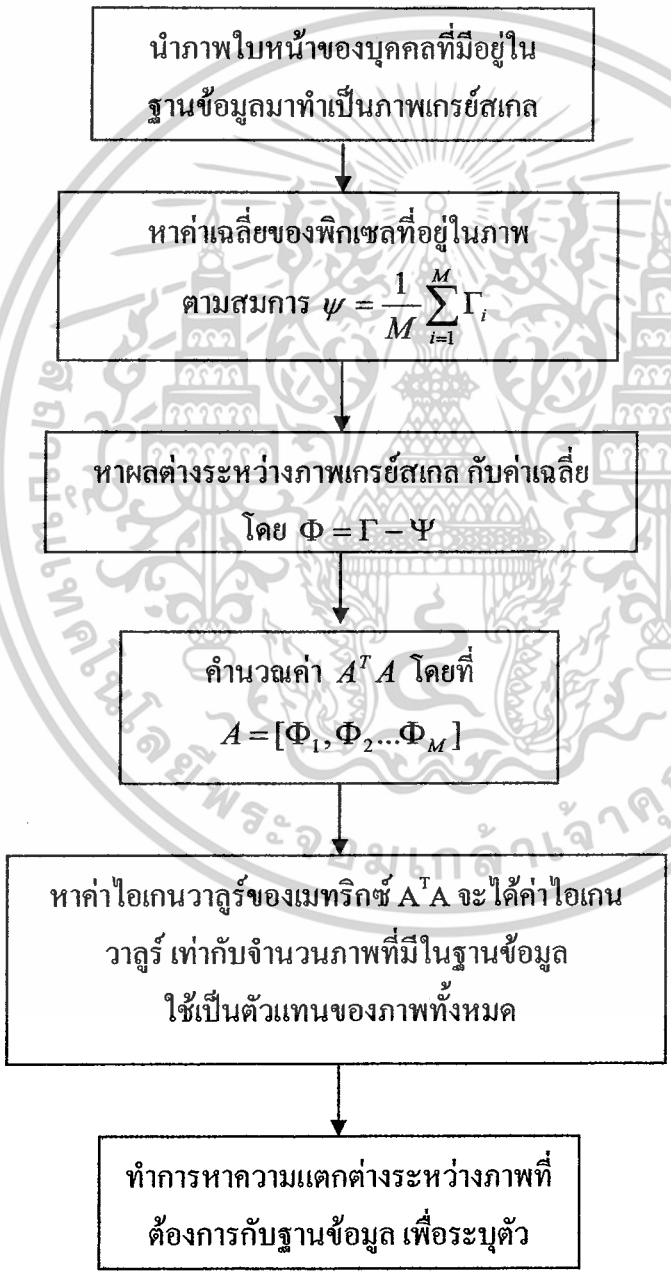


รูปที่3.10 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนเก็บภาพใบหน้า (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โปรแกรมส่วนประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบใบหน้า

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบภาพที่ต้องการกับภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยไอเกนเฟซ จากทฤษฎีไอเกนเฟซ โดยการทำงานจะเริ่มจากการหาค่าเฉลี่ยของใบหน้าที่มีทั้งหมด และค่าความแตกต่างของภาพระหว่างคนแต่ละคนกับค่าเฉลี่ยของใบหน้าทั้งหมด จะได้ค่าที่พร้อมใช้เปรียบเทียบกับหน้าที่ต้องการได้



รูปที่3.11 แผนผังการวิเคราะห์ใบหน้าด้วยไอเกนเฟซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

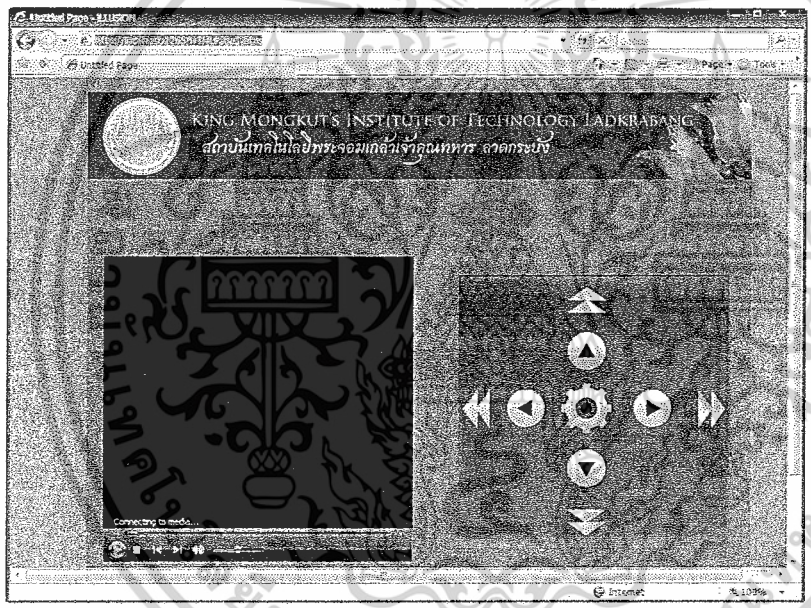
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1.1 ส่วนการควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

เมื่อผู้ใช้ต้องการควบคุมกล้องผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสามารถทำได้โดยการเรียกผ่านเว็บบราวเซอร์ แล้วพิมพ์ URL ที่ต้องการ



ปุ่มสั่งการไปยังเซอร์โวมอเตอร์เพื่อทำการควบคุมการหมุนของกล้องผ่านอินเตอร์เน็ต มีดังนี้

คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์กลับคืบตำแหน่งศูนย์กลาง

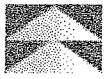
คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวาครั้งละ 23 องศา

คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้ายครั้งละ 23 องศา

คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนลงล่างครั้งละ 23 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนขึ้นบนครั้งละ 23 องศา


คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนขึ้นบนครั้งละ 90 องศา

คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนลงล่างครั้งละ 90 องศา

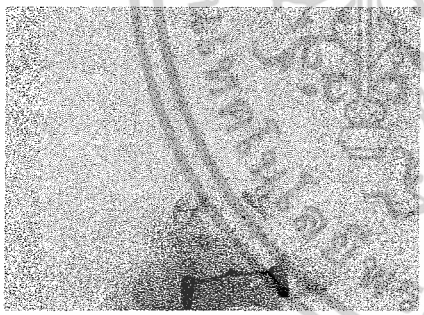
คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้ายครั้งละ 90 องศา

คือ ปุ่มคำสั่งในการสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวาครั้งละ 90 องศา

วิธีการทดลอง

ผู้ใช้งานทดลองควบคุมตำแหน่งกล้องตามต้องการ โดยอยู่ในช่วง 0 -180 องศา

ผลการทดลอง



ตำแหน่งที่ 90 องศา

ตำแหน่งที่ 180 องศา

4.1.2 ส่วนของการประมวลผลภาพเพื่อระบุตัวบุคคล

4.1.2.1 การทดลองระบุบุคคลโดยวิธีไอเกนเฟซ

ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าทดสอบที่มีลักษณะต่างๆที่แตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลไม่มากนัก

วิธีการทดลอง

จากการเก็บข้อมูล ของผู้อยู่อาศัย ลงใน Database หลายๆมุม นำมาเปรียบเทียบกับ ภาพใหม่ที่จะใช้เพื่อทดสอบการระบุตัวตน โดยเป็นภาพที่ถ่ายคนละครั้ง ที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวน 25 ครั้ง เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด โดยในที่นี้ จะทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง จะแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบคือ

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าตรง**

  ผลการทดลอง

  ตารางที่4.1 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าตรงที่ต่างจากภาพในฐานข้อมูล

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	20	80%	
2	25	17	68%	
3	25	16	64%	72%
4	25	17	68%	
5	25	20	80%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพหน้าตรงที่ต่างจากภาพในฐานข้อมูลมาทดสอบการระบุตัวบุคคลนั้นจะสามารถระบุได้ค่อนข้างดี แต่สภาวะแวดล้อมของภาพต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก ซึ่งค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย จึงสามารถระบุตุวบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.1

(ก) ภาพในฐานข้อมูล (ข) ภาพหน้าตรงที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.1 ภาพตัวอย่างของใบหน้าตรงที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้ายิ้ม**

ผลการทดลอง

ตารางที่4.2 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้ายิ้ม

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	20	80%	
2	25	18	72%	
3	25	19	76%	73.6%
4	25	17	68%	
5	25	18	72%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพใบหน้ายิ้มมาทดสอบ การระบุตัวบุคคลนั้นจะสามารถระบุได้ค่อนข้างดี แต่ต้องเป็นใบหน้าตรง และขึ้นกับลักษณะที่ยิ้มด้วย สภาวะแวดล้อมของภาพต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก ซึ่งค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย จึงสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.2

(ก) ภาพในฐานข้อมูล (ข) ภาพหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.2 ภาพตัวอย่างของใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าหลับตา**

ผลการทดลอง

ตารางที่4.3 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าหลับตา

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	20	80%	
2	25	17	68%	
3	25	17	68%	72.8%
4	25	18	72%	
5	25	19	76%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพใบหน้าหลับตามาทดสอบ การระบุตัวบุคคลนั้นจะสามารถระบุได้ค่อนข้างดี แต่ต้องเป็นใบหน้าตรง สภาวะแวดล้อมของภาพต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก ซึ่งค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมเล็กน้อย จึงสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ **4.3**

(ก) ภาพในฐานข้อมูล (ข) ภาพหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.3 ภาพตัวอย่างของใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าหลับตาและยิ้ม**

ผลการทดลอง

ตารางที่4.4 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าหลับตาและยิ้ม

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	18	72%	
2	25	19	76%	
3	25	18	72%	71.2%
4	25	17	68%	
5	25	17	68%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพใบหน้าหลับตาและยิ้มมาทดสอบ การระบุตัวบุคคลนั้นจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่ายิ้มหรือหลับตาอย่างเดียว แต่สภาวะแวดล้อมของภาพต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก จึงสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง ซึ่งค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมมากกว่าปกติ จึงสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.4

(ก) ภาพในฐานข้อมูล (ข) ภาพหน้าหลับตาและยิ้มที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.4 ภาพตัวอย่างของใบหน้าหลับตาและยิ้มที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าใส่แว่น**

ผลการทดลอง

ตารางที่4.5 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าใส่แว่น

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	18	72%	
2	25	17	68%	
3	25	19	76%	69.6%
4	25	16	64%	
5	25	17	68%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพใบหน้าใส่แว่นมาทดสอบ การระบุตัวบุคคลนั้นทำได้ดีพอสมควรแต่ต้องเป็นใบหน้าตรง และสภาวะแวดล้อมของภาพต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก จึงสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.5

(ก) ภาพในฐานข้อมูล (ข) ภาพหน้าใส่แว่นที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.5 ภาพตัวอย่างของใบหน้าใส่แว่นที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์นี้เกี่ยวกับความสะดวกของผู้ใช้ ที่จะสามารถป้องกันภัยจากผู้บุกรุก โดยการตรวจสอบการบุกรุกผ่านทางคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ โดยทำการติดตั้งกล้องไว้ที่สถานที่ที่ต้องการ สามารถเข้าถึงสถานที่นั้นๆได้ตลอดเวลา และ มีการ ระบุตัวบุคคล ของ ผู้ที่สามารถเข้าถึงสถานที่นั้นๆได้

จากการดำเนินงาน กล้องสามารถทำงานได้อัตโนมัติทั้งแกน X และแกน Y มีการถ่ายทอดสดภาพผ่านทางอินเตอร์เน็ตเราสามารถดูภาพได้ผ่านทางเว็บเซอร์เวอร์ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถเล่นเว็บได้ ถ่ายภาพได้ตามที่เราต้องการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าไปควบคุมถึงตัวกล้อง

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข

ปัญหา : ในส่วนการทำงาน ด้าน การประมวลผลภาพในส่วนนี้ ปัญหาหลักๆนั้นจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับ ความไม่ชำนาญในด้านคำสั่งที่ใช้เขียนการประมวลผลภาพ และเนื่องด้วยระยะเวลาอันจำกัดมาก จึงทำให้โครงงานชิ้นนี้ สำเร็จไปได้เพียงส่วนหนึ่ง แต่ยังสามารถนำไปดำเนินการพัฒนาต่อให้สมบูรณ์ในอนาคตข้างหน้าอีกต่อไป รวมทั้งยังมีปัญหาเกี่ยวกับตัวโปรเจคที่ใช้ร่วมในการทำงานมีขีดความสามารถที่จำกัดอีกด้วย

5.2 แนวทางพัฒนาต่อไป

โครงงานชิ้นนี้ เป็นโครงงานที่มีการวางแผนของระบบมาดีในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังมีข้อด้อยในหลายๆประการ ซึ่งควรที่จะนำไปศึกษาและพัฒนาต่อ อาจจะเป็นเกี่ยวกับการติดตั้งเสริม ระบบเสียง ให้สามารถติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายในสถานที่นั้นๆได้ด้วย หรือทำการรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคตข้างหน้า เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

[1] วัชรินทร์ เคารพ. 2546. **คู่มือการใช้ servo motor**. กรุงเทพฯ : อีทีที จำกัด.

[2] อดิศักดิ์ ชิณะวงศ์. 2543. **Microcontroller** [Online]. Available: http://www.adisak51.com/page21.html

[3] ศุภชัย บุศราทิจ. 2547. **สถาปัตยกรรมของ PIC16F877** [Online]. Available: http://www.ett.co.th/article/pic/pic009.html

[4] ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **ปฏิบัติการไมโครคอนดทรลเลอร์ PIC 16F87x**. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

[5] อภิชาติ ภู่พลับ. 2546. **เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อ และควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic.** นนทบุรี : อินโฟเพรส

[6] วุฒิพร ฉลวยศร และคนอื่นๆ. 2548. **การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเตอร์เน็ต**. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[7] รศ. ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์. **การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจากไอแกนเฟส**

ภาษาอังกฤษ

[8] Matlab **Image Processing Toolbox** [Online]. Accessed 2 December 2008. Available : http://www.scribd.com/doc/7145436/Image-Processing-Toolbox

[9] Pearson, Donald Edwin, ed.1991. **Image processing**. London : McGraw-Hill

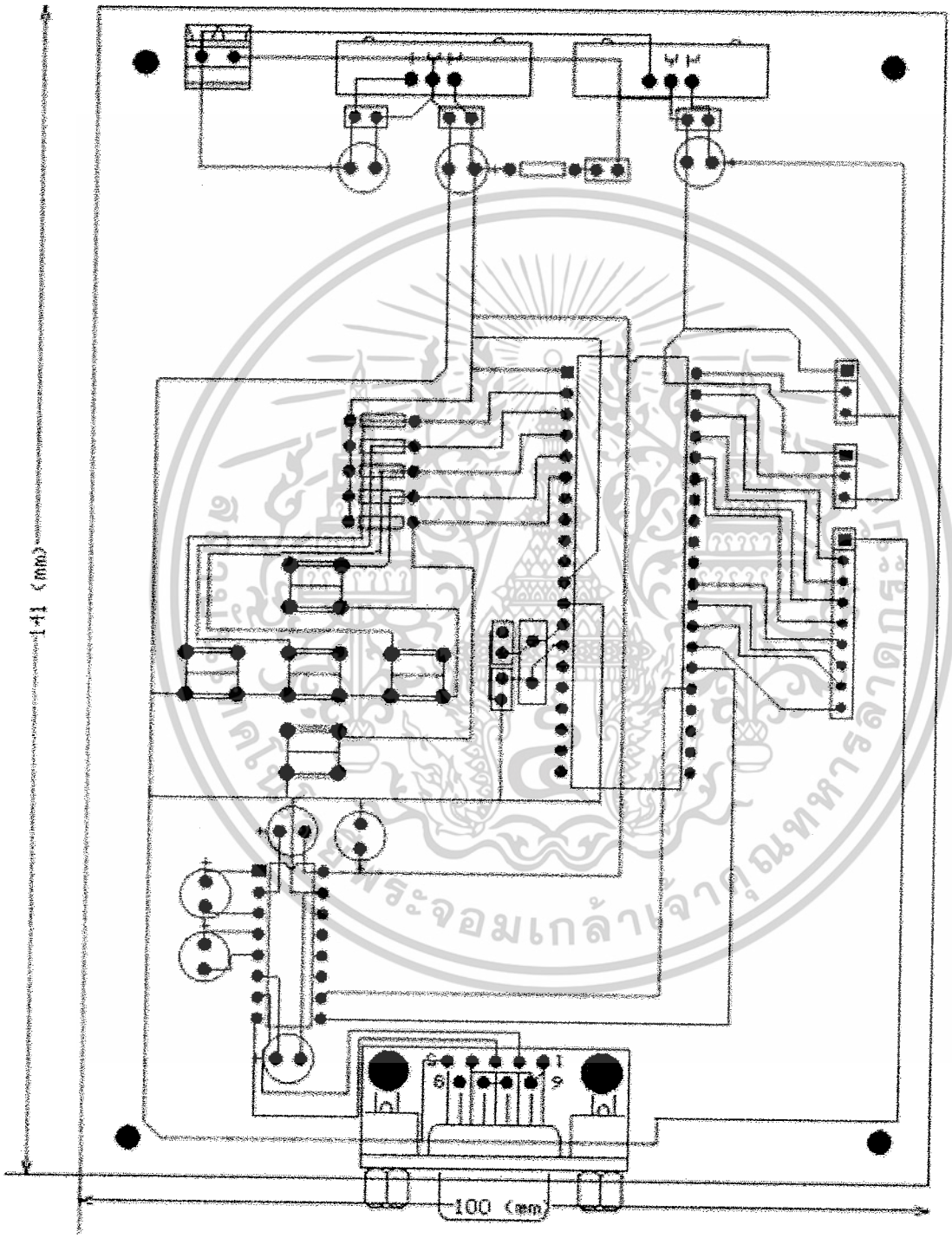
[10] Prof Dr. Chuchart Pintavirooj. **Principle Component Analysis from Eigen-Face.** Department of Electronics, Faculty of Engineering : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.รูปแบบการออกแบบลายวงจร



2. โปรแกรมส่วนควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
#include <16F877A.h>
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#use delay(clock=20000000)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)
#include <stdlib.h>
#include "input.c"

char a;                  //   (5)
short int RX=0;
#define SERVO_PIN        PIN_b7
#define SERVO_PIN2       pin_b6
#define   PULSE_LEFT4    2350
#define   PULSE_LEFT3    2175
#define   PULSE_LEFT2    1950
#define   PULSE_LEFT1    1725

#define PULSE_RIGHT4     675
#define PULSE_RIGHT3     900
#define PULSE_RIGHT2     1100
#define PULSE_RIGHT1     1300

#define   PULSE_STOP     1500
#define PULSE_LOW        20

#INT_RDA                 //                  (6)
void RxD_ISR(void)
{
   a = getc();

   RX = 1;
}
void servo_left1(void)
{
   output_high(SERVO_PIN);
   delay_us(PULSE_LEFT1);
   output_low(SERVO_PIN);
   delay_ms(PULSE_LOW);
}
void servo_left2(void)
{
   output_high(SERVO_PIN);
   delay_us(PULSE_LEFT2);
   output_low(SERVO_PIN);
   delay_ms(PULSE_LOW);
}
void servo_left3(void)
{
   output_high(SERVO_PIN);
   delay_us(PULSE_LEFT3);
   output_low(SERVO_PIN);
   delay_ms(PULSE_LOW);
}
void servo_left4(void)
{
   output_high(SERVO_PIN);
   delay_us(PULSE_LEFT4);
   output_low(SERVO_PIN);
   delay_ms(PULSE_LOW);
}
void servo_right1(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    output_high(SERVO_PIN);
    delay_us(PULSE_RIGHT1);
    output_low(SERVO_PIN);
    delay_ms(PULSE_LOW);
  }
  void servo_right2(void)
  {
    output_high(SERVO_PIN);
    delay_us(PULSE_RIGHT2);
    output_low(SERVO_PIN);
    delay_ms(PULSE_LOW);
  }
  void servo_right3(void)
  {
    output_high(SERVO_PIN);
    delay_us(PULSE_RIGHT3);
    output_low(SERVO_PIN);
    delay_ms(PULSE_LOW);
  }
  void servo_right4(void)
  {
    output_high(SERVO_PIN);
    delay_us(PULSE_RIGHT4);
    output_low(SERVO_PIN);
    delay_ms(PULSE_LOW);
  }
  void servo_stop(void)
  {
    output_high(SERVO_PIN);
    delay_us(PULSE_STOP);
    output_low(SERVO_PIN);
    delay_ms(PULSE_LOW);
  }
  void servo_up1(void)
  {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_LEFT1);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
  }

  void servo_up2(void)
  {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_LEFT2);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
  }

 void servo_up3(void)
 {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_LEFT3);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
 }

 void servo_up4(void)
 {
    output_high(SERVO_PIN2);
```

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    delay_us(PULSE_LEFT4);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
 }

 void servo_down1(void)
 {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_RIGHT1);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
 }

 void servo_down2(void)
 {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_RIGHT2);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
 }

 void servo_down3(void)
 {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_RIGHT3);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
 }

 void servo_down4(void)
 {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_RIGHT4);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
 }

 void servo_stop2(void)
 {
    output_high(SERVO_PIN2);
    delay_us(PULSE_STOP);
    output_low(SERVO_PIN2);
    delay_ms(PULSE_LOW);
 }

int c=5,d=5;

void main()
{
  int i;

  enable_interrupts(INT_RDA);
   enable_interrupts(GLOBAL);
   set_tris_b(0x00);
   set_tris_a(0xff);


  while (TRUE)
  {
    if (RX)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
    if(a=='1')
   {
     c=c+1;
     if(c>9)
     {c=9;}
   }

     if(a=='2')
   {
     c=c-1;
     if(c<1)
     {c=1;}
   }

    if(a=='3')
   {
     c=5;
     d=5;

   }

  if(a=='4')
  {
    d=d+1;
    if(d>9)
    {d=9;}
  }

 if(a=='5')
  {
    d=d-1;
    if(d<1)
    {d=1;}
  }

   if(a=='6')
  {
    d=9;

  }
  if(a=='7')
  {
    d=1;

  }

   if(a=='8')
  {
    c=9;

  }
  if(a=='9')
  {
    c=1;
  }

   RX = 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 if(!input(pin_a3))
   {
       d=d+1;
       if(d>9)
       {d=9;
       }
   }

 if(!input(pin_a4))
   {
       d=d-1;
       if(d<1)
       {d=1;
       }
 }

if(!input(pin_a0))
   {
       c=c+1;
       if(c>9)
       {c=9;
       }
   }
 if(!input(pin_a2))
{
       c=c-1;
       if(c<1)
       {c=1;
       }
}

if(!input(pin_a1))
{
 {

  c=5;
    d=5;
 }
}

  if(c==1)
  { for (i=0;i<10;i++)
      servo_right4();
  }

  if(c==2)
  { for (i=0;i<10;i++)
      servo_right3();
  }

  if(c==3)
  { for (i=0;i<10;i++)
      servo_right2();
  }

  if(c==4)
  { for (i=0;i<10;i++)
      servo_right1();
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if(c==5)
    { for (i=0;i<10;i++)
        servo_stop();
    }

   if(c==6)
    { for (i=0;i<10;i++)
        servo_left1();
    }

  if(c==7)
    { for (i=0;i<10;i++)
        servo_left2();
    }

   if(c==8)
    { for (i=0;i<10;i++)
        servo_left3();
    }


  if(c==9)
    { for (i=0;i<10;i++)
        servo_left4();
    }

     if(d==1)
   { for (i=0;i<7;i++)
        servo_down4();
   }

   if(d==2)
   { for (i=0;i<7;i++)
        servo_down3();
   }

   if(d==3)
   { for (i=0;i<7;i++)
        servo_down2();
   }

   if(d==4)
   { for (i=0;i<7;i++)
        servo_down1();
   }

   if(d==5)
   { for (i=0;i<7;i++)
        servo_stop2();
   }

  if(d==6)
   { for (i=0;i<7;i++)
        servo_up1();
   }

 if(d==7)
   { for (i=0;i<7;i++)
        servo_up2();
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if(d==8)
     { for (i=0;i<7;i++)
         servo_up3();
     }


    if(d==9)
     { for (i=0;i<10;i++)
         servo_up4();
     }
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.โปรแกรมตรวจจับใบหน้า

```
function varargout = testprogram(varargin)
% TESTPROGRAM M-file for testprogram.fig


% Edit the above text to modify the response to help testprogram

% Last Modified by GUIDE v2.5 10-Oct-2006 17:35:35

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @testprogram_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @testprogram_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT


% --- Executes just before testprogram is made visible.
function testprogram_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to testprogram (see VARARGIN)

handles.obj = videoinput('winvideo', 1);
start(handles.obj);
objRes = get(handles.obj, 'VideoResolution');
nBands = get(handles.obj, 'NumberOfBands');
hImage = image( zeros(objRes(2), objRes(1), nBands) );
handles.image = hImage;

% Choose default command line output for testprogram
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes testprogram wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);


% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = testprogram_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;


% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)

button = get(handles.pushbutton1,'String');
if  strcmp(button, 'Start Preview')
    set(handles.pushbutton1,'String','Stop Preview');
    preview(handles.obj, handles.image);
elseif strcmp(button, 'Stop Preview')
    set(handles.pushbutton1,'String','Continue Preview');
    stoppreview(handles.obj);
else
    set(handles.pushbutton1,'String','Stop Preview');
    preview(handles.obj);
end


% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)

frame = getsnapshot(handles.obj);
axes(handles.capture);
imshow(frame);
imwrite(frame,'background.jpg','jpg');

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)

frame = getsnapshot(handles.obj);
axes(handles.capture);
imshow(frame);
imwrite(frame,'image.jpg','jpg');

% --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)

output = facedetect('background.jpg','image.jpg');
axes(handles.detect);
imshow(output);

% --- Executes on button press in pushbutton6.
function pushbutton6_Callback(hObject, eventdata, handles)

[person , check] = cmpbyEigen('face.jpg');
axes(handles.face);
imshow(person);
% if (check == 1)
%     s = serial('COM5');
%     fopen(s);
%     s.DataTerminalReady = 'on';
%     a = 0;
%     while (a == 0)
%         st = s.PinStatus.CarrierDetect
%         if strcmp(st, 'off')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%           a = 1;
%       end
%    end
%    while (a == 1)
%       st = s.PinStatus.CarrierDetect
%       if strcmp(st, 'on')
%          a = 2;
%       end
%    end
%    s.DataTerminalReady = 'off';
%    fclose(s);
%    delete(s);
%    clear s
% end
%
```

ส่วนตรวจจับใบหน้า

```
%-------------------------------------------------%
%          Funtion Detect Face From Image         %
%-------------------------------------------------%

function face = facedetect(background,image);

%-------- Read image and compare with background --------%
a = imread(background);

A = .2989*a(:,:,1)...
   +.5870*a(:,:,2)...
   +.1140*a(:,:,3);

b = imread(image);

B = .2989*b(:,:,1)...
   +.5870*b(:,:,2)...
   +.1140*b(:,:,3);

c = A-B;
e = im2bw(c,0.35);

%---------- Scan find face in image ----------%
[row col] = size(e);
row2_3 = round((2/3)*row);
col2_3 = round((2/3)*col);
col1_3 = round((1/3)*col);

%----upper----%
uprow = row2_3;
upcol = col;
upx = uprow;
for i = 1:uprow
   for j = 1:upcol
      if ((e(i,j) == 1) && (i < upx))
         upx = i;
         upy = j;
      end
   end
end

%----left side----%
lrow = row2_3;
lcol = col2_3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 ly = lcol;
 for i = 1:lrow
    for j = 1:lcol
       if ((e(i,j) == 1) && (j < ly))
          lx = i;
          ly = j;
       end
    end
 end

 %----right side----%
 rrow = row2_3;
 rcol = col1_3;
 ry = 1;
 for i = 1:rrow
    for j = rcol:col
       if ((e(i,j) == 1) && (j > ry))
          rx = i;
          ry = j;
       end
    end
 end

 %----lower----%
 width = ry-ly;
 high = width*(4/3);
 high = round(high);

 %-------------------------------------------------%
 out = imcrop(b,[ly upx width high]);

 out = imresize(out,[200 150]);
 imwrite(out,'faceto.jpg','jpg');

 outed = .2989*out(:,:,1)...
       +.5870*out(:,:,2)...
       +.1140*out(:,:,3);
 outbi = im2bw(outed,0.35);

 %----upper----%
 j = 75;
 cn = 0;
 for i = 1:60
    if ((outbi(i,j) == 0) && (cn < 10))
       cn = cn + 1;
    end
    if ((outbi(i,j) == 1) && (cn == 10))
       up = i;
       cn = 11;
    end
    if (cn ~= 11)
       up = upx;
    end
 end

 %----left side----%
 i = 90;
 cn = 0;
 for j = 1:40
    if ((outbi(i,j) == 0) && (cn < 3))
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      cn = cn + 1;
    end
    if ((outbi(i,j) == 1) && (cn == 3))
       l = j;
       cn = 6;
    end
    if (cn ~= 6)
       l = ly;
    end
end

%----right side----%
i = 90;
cn = 0;
for j = 150:-1:110
   if ((outbi(i,j) == 0) && (cn < 3))
      cn = cn + 1;
   end
   if ((outbi(i,j) == 1) && (cn == 3))
      r = j;
      cn = 6;
   end
   if (cn ~= 6)
      r = ry;
   end
end

%----lower----%
width = r-l;
high = width*(4/3);
high = round(high);

%---------- detect face from image ----------%
outto = imcrop(out,[l up width high]);

face = imresize(outto,[120 90]);
imwrite(face,'face.jpg','jpg');

%-----------------------------------------------%
```

ส่วนเปรียบเทียบภาพกับฐานข้อมูล

```
function [person , check] = cmpbyEigen(face);
mno = zeros();
for i=1:8
   c00 = sprintf('./Databases/database%d.jpg',i);
   a = imread(c00);

 %  figure(1);
 %  M = 2;
 %  N = 5;
 %  c00=sprintf('subplot(%d,%d,%d)',M,N,i);
 %  eval(c00);
 %  colormap(gray);
 % imshow(a);

  A = .2989*a(:,:,1)...
  +.5870*a(:,:,2)...
  +.1140*a(:,:,3);

  A = im2double(A);
  b = A';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    c = reshape(b,1,[]);
    mn(i) = mean(c);
    mno = mno + c;
    fdata(i,:) = c-mn(i);
end
mno = mno/8;
mno = reshape(mno,90,120);
mno = mno';
%imshow(mno)
[row col D] = size(a);
C = fdata*fdata';
[v,d] = eig(C);

eigen = v'*fdata;

omeca = eigen*fdata';
omeca = omeca/(1000);

%-------------------------------------%
up = imread('face.jpg');
ups = .2989*up(:,:,1)...
   +.5870*up(:,:,2)...
   +.1140*up(:,:,3);
ups = im2double(ups);
ups = ups';
ups = reshape(ups,1,[]);
pr = eigen*ups';
pr = pr/(1000);


for i=1:8
   er(i) = sqrt(sum((omeca(:,i)-pr).^2));
end

[Y,I] = min(er);
[Z,J] = max(er);

%figure(2),subplot(1,2,1);
%imshow(up);
%title('Unknown Person');
%xlabel({'Error',Y});

ac = mean(er);
acc = ac*0.5;
%accept = Z*0.2;

if Y < acc
   c00 = sprintf('./Databases/database%d.jpg',I);
   person = imread('ok.jpg');
   check = 1;
   %figure(2),subplot(1,2,2);
   %imshow(person);
   %title('Person Identified');
else
   person = imread('no.jpg');
   check = 0;
   %figure(2),subplot(1,2,2);
   %imshow(person);
   %title('No Person Identified');
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้