

การจับภาพตามวัตถุ

TRACKING FOR MOVING OBJECT



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 50403
วัน,เดือน,ปี 13 พ.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของปีการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานปีการศึกษา 2545 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับภาพตามวัตถุ
TRACKING FOR MOVING OBJECT



โดย
นางสาวธิติมา พรหมพิราม เลขประจำตัวนักศึกษา 42010146
นายนวเทพ บุญชูดวง เลขประจำตัวนักศึกษา 42010165

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.ยุทธนา คัดใจเดียว

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวិสากรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา2545

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่องการจัดภาพตามวัตถุ

ผู้จัดทำ 1.นางสาวธิดิมา พรหมพิราม

2.นายนวเทพ บุญชูดวง



อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับภาพตามวัตถุ

TRACKING FOR MOVING OBJECT

นางสาวธิติมา พรหมพิราม เลขประจำตัว42010146

นายนวเทพ บุญชูดวง เลขประจำตัว42010165

โครงการได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับภาพตามวัตถุ

ธิดิมา พรหมพิราม

นวเทพ บุญชูดวง

ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาคการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แสดงการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ติดตามวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างกล้องบันทึกภาพระบบดิจิทัล เซอร์ไวเอดอร์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล กล้องบันทึกภาพระบบดิจิทัลจะติดตั้งอยู่กับเซอร์ไวเอดอร์ที่ถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนไหวติดตามและบันทึกภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างอัตโนมัติหรือโดยการควบคุมด้วยผู้ใช้งาน 180 องศาในแนวระดับ และ 180 องศาสำหรับแนวตั้งฉาก แล้วแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRACKING FOR MOVING OBJECT

Miss Thitima Prompiram

Mr.Nawathap Boonchooduang

Dr.Yuttana Kidjaideaw

2nd Semester, Educational Year 2002

Abstract

This thesis Present the design and implementation of a tracking for moving object using a digital camera, servo motors, and a personal computer. The digital camera is fixed with the servo motors controlled by the computer to follow and capture images of the object automatically throughout 180 degree in a horizontal line and 180 degree in a vertical line. Then they are displayed on the monitor of computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเนื่องมาจากการสนับสนุนและความร่วมมือจากหลายฝ่าย ซึ่งทางผู้จัดทำมีความซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง ใคร่ขอขอบพระคุณ ดร.บุษรนา คิดใจเดียว อาจารย์ที่ปรึกษา ชุมนุม โรบอท์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ตลอดจนถึงอุปกรณ์ในการทำงาน เพื่อน พี่ และน้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด หากมีข้อผิดพลาดใดผู้จัดทำขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

Abstract

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญรูปภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ

1.1ระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่	1
1.2โครงสร้างพื้นฐานของระบบติดตามวัตถุเคลื่อนที่	2
1.3ขอบเขตปริญญานิพนธ์	3
1.4โครงสร้างของปริญญานิพนธ์	3

บทที่ 2 ทฤษฎีเริ่มต้น

2.1การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital image Processing)	4
2.2วงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้าตรง (DC supply)	16
2.3เซอร์โวมอเตอร์ (Servo)	19
2.4ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 8051	20
2.5การสื่อสารแบบอนุกรม	30
2.6การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานพอร์ตอนุกรม	35

บทที่ 3 การออกแบบระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่

3.1การออกแบบวงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์	36
3.2การออกแบบในส่วนขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์	38
3.3การออกแบบในส่วนการติดต่อแบบอนุกรม	38
3.4การออกแบบโปรแกรมควบคุมเซอร์โวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	39
3.5การออกแบบควบคุมด้วย C++Builder	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลอง

4.1 การทดลองการเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์ในแนวระดับ	49
4.2 การทดลองการจับเวลาในการเคลื่อนที่ของกล้องคามวัตถุ	50
4.3 ผลการทดลอง	52

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์

5.1 สิ่งที่ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1	55
5.2 สิ่งที่จะดำเนินการในภาคเรียนที่ 2	55
สรุปและวิจารณ์	56
หนังสืออ้างอิง	57



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 โครงสร้างการทำงานพื้นฐาน	2
รูปที่ 2.1 การแทนสัญญาณอนาล็อกด้วยสัญญาณเชิงตัวเลข	5
รูปที่ 2.2 ฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่มีความเหมาะสม สำหรับเทรชโซลด์แบบครอบคลุม	7
รูปที่ 2.3 ฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เหมาะสมสำหรับการทำเทรชโซลด์แบบปรับค่า	9
รูปที่ 2.4 การแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ และหาค่าเทรชโซลด์ในแต่ละภาพย่อย	9
รูปที่ 2.5 แนวความคิดในการคำนวณค่าเทรชโซลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮิสโตแกรม	11
รูปที่ 2.6 หน้าตาขนาด 3x3 ที่บรรจุค่าคงที่ไว้	13
รูปที่ 2.7 การกรองภาพแบบมีพื้นฐาน	14
รูปที่ 2.8 แสดงรูปลูกบาศก์สีของโมเดลแบบ RGB	15
รูปที่ 2.9 การต่อขา C 3 ขา โดยทั่วไป	18
รูปที่ 2.10 สัญญาณพัลส์ที่ป้อนให้กับเซอร์ไวโมเตอร์	20
รูปที่ 2.11 แสดงขาของ 89C51	23
รูปที่ 2.12 แสดงหน่วยความจำโปรแกรม 8051	24
รูปที่ 2.13 แสดงหน่วยความจำข้อมูล MCS-51	25
รูปที่ 2.14 แสดงหน่วยความจำข้อมูลภายใน	26
รูปที่ 2.15 แสดงการต่อ Crystal หรือ Ceramic Resonator	29
รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ	32
รูปที่ 2.17 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS 232 โดยแบ่งตามชนิด DB -9 และ DB - 25 ตามลำดับ	33
รูปที่ 2.18 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของพอร์ตอนุกรม	34
รูปที่ 2.19 คอนโทรล ImageEn	35
รูปที่ 3.1 วงจรควบคุมเซอร์โว	38
รูปที่ 3.2 โปรแกรมควบคุมเซอร์โวตัวแม่	39
รูปที่ 3.3 โปรแกรมควบคุมเซอร์โวตัวลูก	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 โปรแกรมควบคุมเซอร์โว	41
รูปที่ 3.5 โปรแกรมย่อย Form Create	43
รูปที่ 3.6 โปรแกรมย่อย Exit Click	43
รูปที่ 3.7 โปรแกรมย่อย Home Click	44
รูปที่ 3.8 โปรแกรมย่อย Threshold	45
รูปที่ 3.9 โปรแกรมย่อย Find MaxX	46
รูปที่ 3.10 โปรแกรมย่อย Find MaxY	47
รูปที่ 3.11 โปรแกรมย่อย Move Camera	48
รูปที่ 4.1 การวัดค่าสปีดการเคลื่อนที่ของเซอร์โวในแนวระดับ	49
รูปที่ 4.2 การทดสอบจับเวลาในการเคลื่อนที่ของกล้องตามวัตถุ	52
รูปที่ 4.3 แสดงระยะห่างของกล้องและวัตถุ	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สรุปคุณสมบัติที่สำคัญของวงจรเรียงกระแสแบบต่างๆ	17
ตารางที่ 2.2 แสดงหน้าที่ของขา port3 ของ 8051	22
ตารางที่ 2.3 รายละเอียดSpecial Function Register	28
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสแต๊ปที่วัดได้ในแนวระดับ	52
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเวลาที่กล้องเคลื่อนที่ตามวัตถุในแนวระดับ	53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่

ในระบบรักษาความปลอดภัยโดยทั่วไป มักมีการใช้งานกล้องโทรทัศน์วงจรปิดสำหรับการบันทึกภาพเหตุการณ์ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อตรวจสอบความเคลื่อนไหวของบุคคลและสิ่งของในสถานที่ต่าง ๆ หากแต่การใช้กล้องโทรทัศน์เพียงตัวเดียวติดตั้งไว้ในที่ใดที่หนึ่งอย่างคงที่นั้น ย่อมทำให้ที่สามารถมองเห็นภาพได้ในมุมมองที่จำกัดและไม่ทั่วถึง จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้กล้องโทรทัศน์หลายตัววางในจุดต่างๆ เพื่อให้สามารถเก็บภาพรายละเอียดได้ครอบคลุมทั่วทั้งบริเวณที่ต้องการ

ในกรณีที่เราให้ความสนใจเป็นพิเศษกับสิ่งที่มีการเคลื่อนที่ในบริเวณจำกัดหนึ่ง ๆ นั้น เราสามารถสร้างระบบการติดตามจับภาพขึ้นมาได้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของกล้องบันทึกภาพระบบดิจิทัลซึ่งมีราคาไม่แพงมากเพียง 1 ตัว, เซอร์ไวเอดเจอร์ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยสามารถให้มุมมองของภาพที่ทั่วถึงได้เช่นกันเมื่อติดตั้งกล้องตัวนี้ไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม อีกทั้งยังมีความสามารถและประโยชน์ในแง่อื่นๆ อีกนอกเหนือจากความสามารถในการใช้อุปกรณ์ (กล้อง) และค่าใช้จ่ายแล้ว อาทิ ความคงทนและการประหยัดเนื้อที่ในการเก็บบันทึกข้อมูลด้วยการบันทึกลงใน Hard disk แทนการบันทึกลงในม้วนเทปแบบเดิม ความสะดวกสบายในการควบคุมติดตามการเคลื่อนที่อย่างอัตโนมัติผ่านทางโปรแกรมที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ ตลอดจนความเหมาะสมที่จะพัฒนารูปแบบการทำงานเพิ่มเติมได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างหลากหลาย เป็นต้น

รายงานฉบับนี้จึงได้นำเสนอการศึกษาและออกแบบสร้างระบบการติดตามวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ดังกล่าว โดยได้อาศัยการประยุกต์ใช้ความรู้ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องคือ ความรู้ทางด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การเขียน โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพเชิงเลข เป็นสำคัญ

1.2 โครงสร้างพื้นฐานของระบบติดตามวัตถุเคลื่อนที่

จากความสำคัญของระบบติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุดังที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น สามารถออกแบบสร้างตามรูปแบบการทำงานพื้นฐานได้ดังรูป



รูปที่ 1.1 โครงสร้างการทำงานพื้นฐาน

จากรูปจะเห็นได้ว่ามีส่วนการทำงานหลักเพียง 3 ส่วนที่ทำงานสัมพันธ์กันคือ

1.ภาคคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ทำหน้าที่แสดงและประมวลผลสัญญาณภาพที่ส่งมาจากภาคกล้องบันทึกภาพ โดยจะทำการเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างภาพที่บันทึกมาต่างเวลากัน 2 ภาพแล้วแปลงเป็นข้อมูลตัวเลขเพื่อเป็นผลตอบสนองส่งไปควบคุมการทำงานของส่วนถัดไป หรือทำหน้าที่รับคำสั่งการควบคุมการหมุนของกล้องจากผู้ใช้ได้โดยตรงโดยไม่ต้องประมวลผลสัญญาณภาพ

2.ภาคควบคุมการหมุนของกล้อง ประกอบด้วยวงจรไมโครคอมพิวเตอร์ วงจรจับเซอร์โว และเซอร์โวมอเตอร์ ทำหน้าที่รับข้อมูลจากภาคคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนไหวของเซอร์โวมอเตอร์ให้ตอบสนองกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

3.ภาคกล้องบันทึกภาพ ทำหน้าที่จับภาพวัตถุในเวลาต่าง ๆ เพื่อส่งกลับไปให้ภาคคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลประมวลผลแล้วควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้องต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ศึกษาออกแบบและสร้างระบบการติดตามวัตถุที่

1. วัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่ในบริเวณจำกัดที่มีแสงสว่างคงที่ตลอดเวลา
2. ระบบนี้มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องบันทึกภาพอย่างอัตโนมัติโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านทางเซอร์โวมอเตอร์ในแนวระดับ 180 องศา และ 180 องศาสำหรับแนวตั้งฉากแล้วแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์
3. ผู้ใช้งานสามารถควบคุมคุณสมบัติการทำงานบางอย่างได้โดยผ่านทางโปรแกรมควบคุมการทำงานที่ออกแบบไว้เรียบร้อยแล้วแล้วบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

1.4 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการนำเสนอการสร้างระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่โดย

บทที่ 1 จะกล่าวถึงความสำคัญ โครงสร้างพื้นฐานในการสร้างระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่พร้อมด้วยขอบเขตของการศึกษาและออกแบบสร้างชิ้นงาน และโครงสร้างทั้งหมดของรายงาน

บทที่ 2 ได้อธิบายถึงรายละเอียดของทฤษฎี และหลักการที่สำคัญของระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่ไว้โดยละเอียดเพื่อความเข้าใจในการใช้สมการที่สำคัญ ในการคำนวณค่าต่าง ๆ ในบทต่อไป

บทที่ 3 ได้นำเสนอขั้นตอนการออกแบบระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่

บทที่ 4 ได้ทำการแสดงผลการทดสอบการทำงานของระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่ที่สร้างขึ้นว่ามีประสิทธิภาพตรงกับความต้องการเริ่มต้นหรือไม่

บทที่ 5 ได้แสดงการสรุปและวิจารณ์ถึงผลการทดสอบที่เกิดขึ้นในบทที่ 4 และแจกแจงปัญหาหรือจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่พบขณะทำการออกแบบและทดสอบ ในประเด็นต่าง ๆ

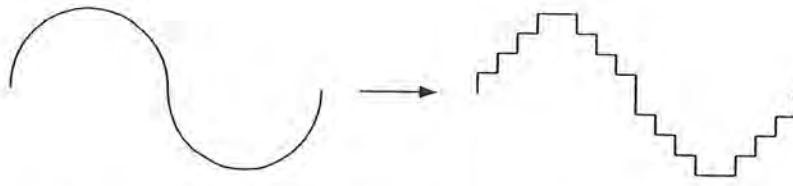
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีเริ่มต้น

2.1 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital image Processing)

การเกิดภาพโดยใช้เลนส์เป็นวิธีการพื้นฐานและพบทั่วไปในการถ่ายภาพ แสงที่กระทบวัตถุ และสะท้อนกลับมาที่เลนส์จะถูกรวมและนำมาแสดงยังจุดที่สอดคล้องกันกับวัตถุ ดังนั้นกระบวนการถ่ายภาพจึงเป็นการเปลี่ยนข้อมูลของวัตถุอย่าง 3 มิติ มาเป็นข้อมูลภาพ 2 มิติ โดยที่การบันทึกหรือประมวลผลรูปแบบของแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุทำได้โดยการใส่เซ็นเซอร์ที่ให้สัญญาณทางไฟฟ้าออกมาในรูปแบบที่ต่อเนื่อง ในขั้นตอนนี้เซ็นเซอร์จะทำการสแกนหรือทำการวัดผลรวมความเข้มของแสงที่จุดเล็กๆ ทีละจุดไปเรื่อยๆ ตามแนวทางที่กำหนดไว้ หรือตามแนวราสเตอร์ (Raster scan) ซึ่งปกติจะไล่จากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง ถ้าที่เซ็นเซอร์วัดได้นี้ถือว่าเป็นค่าความเข้มภาพ $f(x,y)$ ที่พิกัด (x,y) และก็มีอย่างต่อเนื่องด้วย ดังนั้นในการที่จะนำภาพนี้มาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องทำให้ภาพที่มีลักษณะต่อเนื่องนี้กลายเป็นภาพดิจิทัลหรือภาพเชิงตัวเลขเสียก่อน โดยทำการดิจิไทซ์ (digitization) ค่าความเข้ม $f(x,y)$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องไปเป็นฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง $g(x,y)$ โดยการแบ่ง $f(x,y)$ ออกเป็นช่วงๆ นี้สามารถแทนด้วยค่าตัวเลขค่าใดค่าหนึ่งจาก L ระดับ ซึ่งโดยทั่วไปจุดภาพแต่ละจุด (pixel) จะเป็นสมาชิกของเมตริกซ์ของจุดภาพที่มีขนาด M แถว N หลัก เพราะฉะนั้น x,y จะมีค่าอยู่ในช่วง $(1 \leq y \leq M, 1 \leq x \leq N)$ และจำนวนช่วงระดับความเข้มของจุดภาพ L ระดับนี้จะบ่งบอกถึงความละเอียด (resolution) ของภาพเชิงตัวเลขด้วย ปกติแล้วนิยมกำหนดให้ L มีค่าเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ระดับความเข้มของภาพอยู่ในช่วง $(0-255)$ โดยใช้ 8 บิตของเลขฐานสองในการเก็บข้อมูลภาพแต่ละจุดนั่นเอง แต่ก็ยังมีการเก็บข้อมูลที่มีมากกว่านี้ได้ คือ อาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต ซึ่งจะทำให้ระดับความเข้มของจุดภาพเป็นไปได้ถึง 2^{16} หรือ 2^{24} ตามลำดับ



รูปที่ 2.1 การแทนสัญญาณอนาลอกด้วยสัญญาณเชิงตัวเลข

จากการที่นำภาพเชิงตัวเลขไปใช้ในการประมวลผลในรูปแบบต่างๆ มากมายนั้น สามารถที่จะแบ่งรูปแบบของการประมวลผลภาพเหล่านั้นออกเป็น 2 ระดับด้วยกัน คือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-level Image Processing)

การประมวลผลภาพในระดับต่ำนั้นเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมดเพื่อหาตัวแปรต่างๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ และมีจุดประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านี้ไปใช้ในการประมวลผลภาพในระดับสูงต่อไป แต่การประมวลผลภาพในระดับสูง คือการทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักและเข้าใจภาพได้ เช่น การจดจำรูปแบบของตัวเลข ตัวอักษร เป็นต้น ในขณะที่การประมวลผลภาพในระดับต่ำ โดยทั่วไปจะประกอบด้วย การกำจัดสัญญาณรบกวน , การทำให้ภาพคมชัดขึ้น, การหาขอบเขตของภาพ, การทำเซกเมนต์ภาพหรือการแบ่งแยกวัตถุภายในภาพ, การสร้างภาพไบนารี เป็นต้น

ความแตกต่างที่สำคัญอีกข้อหนึ่งของการประมวลผลภาพใน 2 มิติ คือ ข้อมูลที่จะนำมาใช้ประมวลผลภาพ ซึ่งการประมวลผลในระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างหรือระดับความเข้มของจุดภาพโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพในระดับสูงข้อมูลที่จะถูกนำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ โดยสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่อยู่บนภาพ และใช้ตัวแปรที่ได้จากการประมวลผลในระดับต่ำมาอธิบายถึงสัญลักษณ์เหล่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประมวลผลภาพในระดับต่ำนี้มีความสำคัญมากสำหรับที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและรู้จักภาพได้

2.1.1 การทำเทรชโฮลด์ (Thresholding technique)

การทำเทรชโฮลด์ถือว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญในการประมวลผลภาพในส่วนของการทำเซกเมนต์ภาพ ซึ่งจุดประสงค์ของการทำเซกเมนต์ภาพ คือ การแยกองค์ประกอบของภาพไปเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทางกายภาพของภาพนั้น และส่วนประกอบที่ถูกแยกออกมานั้นอาจถูกนำไปประมวลผลภาพในส่วนอื่นได้ต่อไป ซึ่งการทำเซกเมนต์ภาพจะมีหลักการทำงานในแนวเดียวกันกับสายตาของคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากภาพที่มองเห็นและเทคนิคการทำเทรชโฮลด์ซึ่งถือว่าเป็นเทคนิคในการแยกองค์ประกอบของภาพที่ง่ายเทคนิคหนึ่ง มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

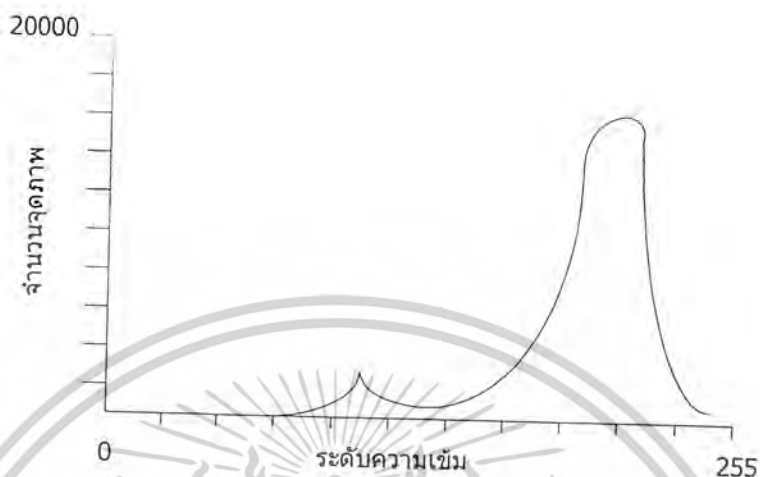
กับสายตาของคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากภาพที่มองเห็นได้ และเทคนิคการทำเทรชโซลด์ซึ่งถือว่าเป็นเทคนิคในการแยกองค์ประกอบของภาพที่ง่ายเทคนิคหนึ่ง มีหลักการว่าจุดภาพที่มีคุณสมบัติอยู่ในบางช่วงใด ๆ จะถูกจัดเป็นกลุ่มได้โดยที่ระดับความเข้มหนึ่งนั้นสามารถที่จะแบ่งแยกกลุ่มของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มของวัตถุ (object) ซึ่งจะมีระดับความเข้มของภาพ $g(x,y)$ ก่อนข้างต่ำ (มืด) กับกลุ่มของส่วนที่เป็นพื้นหลัง (background) ที่จะมีระดับความเข้มของภาพ $g(x,y)$ ก่อนข้างสูง (สว่าง) ดังเช่นภาพที่ 2.2 ซึ่งแสดง

ฮิสโตแกรมของระดับความเข้มของภาพที่ถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับ จะเห็นได้ว่าการที่จะแยกกลุ่มข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจนย่อมสามารถทำได้โดยการเลือกค่าเทรชโซลด์ที่มีค่าความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองบนฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพ แล้วทำการตรวจสอบแต่ละจุดภาพว่าถ้ามีค่า $g(x,y)$ น้อยกว่าค่าเทรชโซลด์ก็ถือว่าเป็นจุดภาพของวัตถุที่แสดงได้ด้วยจุดดำ แต่หากว่าจุด $g(x,y)$ นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโซลด์ก็ถือว่าเป็นจุดภาพในส่วนพื้นหลังที่แสดงได้ด้วยจุดขาว ดังนั้นข้อมูลภาพ $g_{thr}(x,y)$ ที่ผ่านการทำเทรชโซลด์สามารถนิยามได้ดังนี้

$$g_{thr}(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{if } g(x,y) < T \\ 1 & \text{if } g(x,y) \geq T \end{cases} \quad \dots(2.1)$$

โดยที่

$g_{thr}(x,y)$	คือ	ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็น ไบนารี
$g(x,y)$	คือ	ข้อมูลภาพอินพุตที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ
T	คือ	ค่าเทรชโซลด์ เป็นค่าคงที่ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง L
0	คือ	จุดดำ (ส่วนที่เป็นวัตถุ)
1	คือ	จุดขาว (ส่วนที่เป็นพื้นหลัง)



รูปที่ 2.2 ฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่มีความเหมาะสม
สำหรับการทำเทรชโซลด์แบบครอบคลุม

จะเห็นได้ว่า การทำเซกเมนต์ภาพโดยใช้เทคนิคการทำเทรชโซลด์เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมนั้นถึงที่สำคัญที่สุด คือ ค่าเทรชโซลด์ที่ใช้นั้นเอง เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโซลด์ที่ไม่เหมาะสมแล้วภาพผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ถูกต้อง ดังนั้นปัญหาของการทำเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเทรชโซลด์นี้ก็คือทำอย่างไรจึงจะสามารถกำหนดค่าเทรชโซลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพแต่ละภาพที่นำมาทำการเซกเมนต์ได้ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการ ในการกำหนดค่าเทรชโซลด์ไว้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสมกับภาพที่แตกต่างกันไป

2.1.1.1 รูปแบบในการทำเทรชโซลด์

ภาพที่มีระดับความเข้มของจุดภาพของส่วนที่เป็นวัตถุและจุดภาพของส่วนที่เป็นพื้นหลังแตกต่างกันอย่างชัดเจนและมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งภาพ สามารถใช้ค่าเทรชโซลด์เพียงค่าเดียวในการทำเซกเมนต์กับแต่ละจุดภาพทั่วทั้งภาพได้ เรียกการทำเทรชโซลด์แบบนี้ว่า การทำเทรชโซลด์แบบครอบคลุม (Global Thresholding) แต่ถ้าภาพนั้นมีระดับความเข้มไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุหรือพื้นหลัง หรือในทั้งสองส่วน การใช้ค่าเทรชโซลด์เพียงค่าเดียวตลอดทั้งภาพย่อมไม่เหมาะสมกับภาพนั้น ในกรณีนี้ค่าเทรชโซลด์ที่ดีควรมีการปรับเปลี่ยนค่าไปตามตำแหน่งของจุดภาพนั้นได้ คือ การ

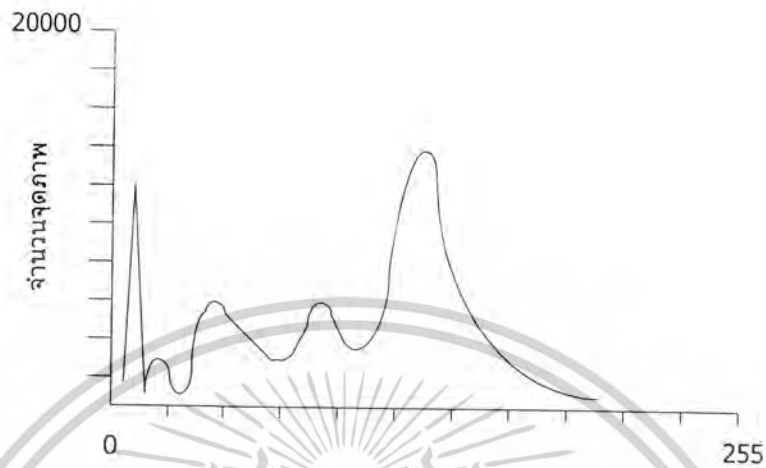
ใช้ค่าเทรชโวลต์ที่ต่างกันสำหรับจุดภาพที่ตำแหน่งต่างกัน และเรียกการทำเทรชโวลต์ในลักษณะดังกล่าวนี้ว่า การทำเทรชโวลต์แบบปรับค่า (Adaptive Thresholding)

การทำเทรชโวลต์แบบครอบคลุม (Global Thresholding)

สำหรับขั้นตอนการหาค่าเทรชโวลต์ที่ครอบคลุมตลอดทั้งภาพโดยอัตโนมัติ ปกติจะมีพื้นฐานของการดำเนินการอยู่บนฮิสโตแกรมของระดับความเข้มของจุดภาพ ซึ่งฮิสโตแกรมระดับความเข้มนี้สามารถสร้างได้จากการนับจำนวนของจุดภาพที่มีระดับความเข้มเท่ากับค่าความเข้มที่จุดนั้นทั้งหมดทั่วภาพนั่นเอง จากนั้นจึงทำการหาค่าเทรชโวลต์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถแบ่งฮิสโตแกรมนี้ออกเป็น 2 ส่วน (ส่วนที่เป็นระดับความเข้มของวัตถุ กับส่วนที่เป็นระดับความเข้มของพื้นหลัง) ได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีของภาพที่มีอัตราความแตกต่างของระดับความเข้มระหว่างส่วนที่เป็นวัตถุกับส่วนที่เป็นพื้นหลังมีค่าสูง (แตกต่างกันมาก) และยังมีระดับความเข้มที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนมีความสม่ำเสมอ บ่อเหมาะจะสมที่จะใช้ระดับความเข้มที่มีจำนวนของจุดภาพที่ต่ำสุดซึ่งอยู่ระหว่างกลุ่มระดับความเข้มที่มีค่าสูงสุด (peak) ทั้งสองกลุ่มบนฮิสโตแกรมเป็น “ค่าเทรชโวลต์” ดังเช่นตัวอย่างในรูปที่ 2.2 หรือในกรณีทั่ว ๆ ไป ค่าเทรชโวลต์อาจจะพิจารณาจากค่าระดับความเข้มที่สามารถแบ่งฮิสโตแกรมออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วทำให้ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีค่ามากที่สุด แต่ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีค่าต่ำสุด หลังจากนั้นนำค่าเทรชโวลต์ที่คำนวณได้ไปทำเทรชโวลต์กับแต่ละจุดภาพทั่วทั้งภาพเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่เป็นไบนารีในที่สุด

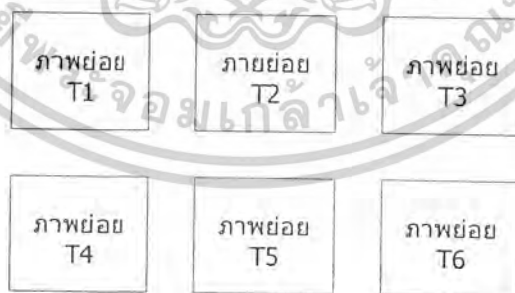
การทำเทรชโวลต์แบบปรับค่า (Adaptive Thresholding)

ในกรณีที่ข้อมูลภาพมีความไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุ หรือส่วนของพื้นหลัง หรือในทั้งสองส่วน ซึ่งภาพในลักษณะเช่นนี้ ฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เกิดขึ้นอาจมีลักษณะดังรูปต่อไป



รูปที่ 2.3 ฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพที่เหมาะสมสำหรับการทำเทรชโซลด์แบบปรับค่า

การใช้ค่าเทรชโซลด์แบบครอบคลุมเพียงค่าเดียวกับภาพทั้งภาพนี้อาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้สามารถแก้ไขได้โดยการแบ่งข้อมูลของภาพทั้งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ ที่แสดงได้ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งแต่ละภาพย่อยก็จะมีค่าเทรชโซลด์ในรูปแบบที่กำหนดเพื่อหาค่าเทรชโซลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพย่อยนั้น และใช้ค่าเทรชโซลด์ที่ได้ทำการเชกเมนต์กับแต่ละภาพย่อยนั้น ขั้นตอนสุดท้ายคือนำแต่ละภาพย่อยที่ผ่านการทำเชกเมนต์แล้วมารวมกันตามพิกัดเดิม



รูปที่ 2.4 การแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ และหาค่าเทรชโซลด์ในแต่ละภาพย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 วิธีการหาค่าเทรชโซลด์

ขั้นตอนในการทำเซกเมนต์ภาพโดยใช้เทคนิคเทรชโซลด์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัดนั้น สิ่งสำคัญที่สุด คือการหาค่าเทรชโซลด์ เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโซลด์ที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโซลด์มีค่ามากหรือน้อยเกินไป) หรือภาพที่ได้มีสิ่งรบกวน (noise) เกิดขึ้น แล้วข้อมเป็นผลทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่ตรงตามความต้องการ ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีโดยวิธีเทรชโซลด์นี้ก็คือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรชโซลด์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละภาพที่จะนำมาทำการเซกเมนต์ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการ ในการคำนวณหาค่าเทรชโซลด์นี้ไว้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีก็เหมาะสมกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไป เช่น การหาค่าเทรชโซลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Preassigned threshold value), การหาค่าเทรชโซลด์จากค่ากลาง (Mid-range threshold value), และการหาค่าเทรชโซลด์โดยพิจารณาจากฮิสโตแกรม (Histogram threshold value) โดยที่แต่ละวิธีสามารถอธิบายได้ดังนี้

การหาค่าเทรชโซลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Preassigned threshold value)

การหาค่าเทรชโซลด์ด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เพราะสามารถหาค่าเทรชโซลด์ได้จากการกำหนดค่าเองจากผู้ใช้ (User) ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้นั้น ๆ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มของข้อมูลภาพอินพุต เช่น ข้อมูลภาพอินพุตที่มีระดับเทา 256 ระดับ (0-255) ค่าเทรชโซลด์ที่สามารถเลือกได้ก็คือค่าที่อยู่ระหว่างค่า 0 ถึง 255 เมื่อเลือกค่าเทรชโซลด์ได้แล้วก็สามารถทำการเซกเมนต์ได้โดยใช้สมการที่ 2.1 ทั้งนี้การกำหนดค่าเทรชโซลด์ขึ้นมาเช่น 50, 100, 200 อาจนำมาทดลองทำการเซกเมนต์ภาพก่อน แล้วดูผลลัพธ์ที่ได้ จากนั้นจึงเลือกใช้ค่าที่เหมาะสมที่สุดมาใช้งาน

การหาค่าเทรชโซลด์จากค่ากลาง (Mid-range threshold value)

การหาค่าเทรชโซลด์โดยพิจารณาจากค่ากลาง เป็นการหาค่าเทรชโซลด์ที่แตกต่างจากวิธีแรก เนื่องจากการหาค่าเทรชโซลด์โดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยการหาค่าเทรชโซลด์วิธีนี้ได้อาศัยการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในเรื่องของการหาค่ากลางแบบที่เป็นค่าเฉลี่ย (Mean) มาประยุกต์ใช้ ค่าเทรชโซลด์ที่คำนวณได้จะเป็นค่าที่ได้จากค่ากลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum level) และหาค่าระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum level) ของข้อมูลภาพอินพุต สำหรับการคำนวณค่ากึ่งกลางนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$T = \frac{\text{Max}[g(x, y)] + \text{Min}[g(x, y)]}{2} \quad \dots(2.2)$$

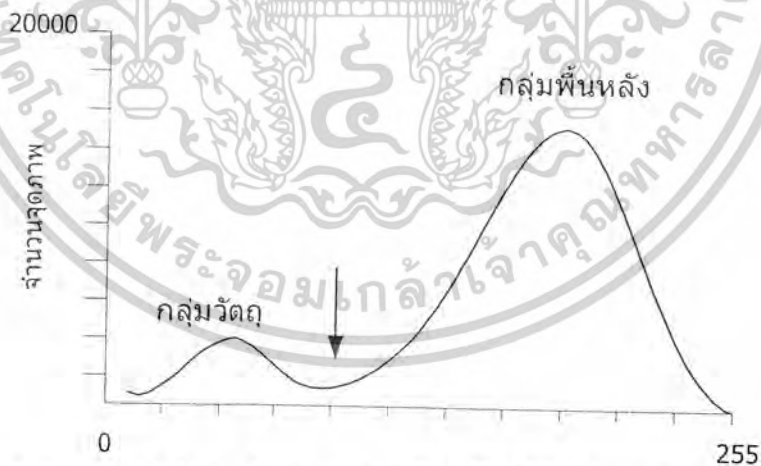
โดยที่

- T คือ ค่าเทรชโซลด์
 G(x,y) คือ ข้อมูลภาพอินพุต ที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ
 Max [g(x,y)] คือ ค่าสูงสุดของระดับเทาของข้อมูลอินพุต
 Min [g(x,y)] คือ ค่าต่ำสุดของระดับเทาของข้อมูลอินพุต

เมื่อกำนวณค่าเทรชโซลด์ได้แล้ว ก็สามารถทำการเชกเมนต์ภาพได้โดยนำค่าเทรชโซลด์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.1

การหาค่าเทรชโซลด์โดยพิจารณาจากฮิสโตแกรม (Histogram threshold value)

การหาค่าเทรชโซลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮิสโตแกรมระดับเทาของข้อมูลอินพุต โดยที่การหาค่าเทรชโซลด์วิธีนี้ ข้อมูลภาพอินพุตที่เหมาะสมต้องมีลักษณะที่สามารถแบ่งแยกเป็นสองกลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มหนึ่งจะเป็นกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นพื้นหลัง ซึ่งแนวคิดในการคำนวณค่าเทรชโซลด์โดยวิธีนี้สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.5 แนวความคิดในการคำนวณค่าเทรชโซลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮิสโตแกรม

สำหรับการคำนวณหาค่าเทรชโซลด์โดยวิธีพิจารณาจากฮิสโตแกรม สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ข้อมูลภาพอินพุตที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนวณหาฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพหน้าเอกสาร โดยการนับจำนวนจุดภาพที่ระดับความเข้มแต่ละระดับ
3. จากฮิสโตแกรมจะพบว่าเกิดกลุ่มของระดับความเข้มสูงสุด (Peak) 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของพื้นหลัง
4. เลือกค่าที่ต่ำที่สุด (Valley) ที่อยู่ระหว่างสองกลุ่มนั้น กำหนดค่านี้เป็นค่าเทรชโวลต์
5. ทำการเชกเมนต์ภาพ โดยนำค่าเทรชโวลต์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.1

จากขั้นตอนการทำงานข้างต้น ถ้าได้ทดลองทำกับภาพ 256 ระดับเทาที่เป็นภาพตัวอักษรบนพื้นกระดาษที่สีอ่อนกว่า ซึ่งเมื่อทำการสร้างฮิสโตแกรมระดับเทาของภาพแล้วจะปรากฏกลุ่มของข้อมูลสูงสุด (Peak) 2 กลุ่ม คือกลุ่มของข้อความ และกลุ่มของพื้นหลัง จากนั้นทำการเลือกค่าต่ำสุด (Valley) ระหว่าง 2 กลุ่มนั้นเป็นค่าเทรชโวลต์ ซึ่งค่าที่ได้จากวิธีนี้จะมีค่าที่เที่ยงตรงที่สุด แต่อย่างไรก็ดีวิธีนี้ไม่เหมาะสมกับภาพที่ไม่สามารถแยกกลุ่มของสิ่งที่อยู่ในภาพได้อย่างชัดเจนระหว่างกลุ่มของวัตถุและกลุ่มของพื้นหลัง เนื่องจากถ้าหากภาพอินพุตไม่สามารถแยกแยะได้แล้วจะทำให้ค่าเทรชโวลต์ที่คำนวณได้ผิดไปจากความเป็นจริง คืออาจจะมากหรือน้อยเกินไป อันเป็นผลทำให้ได้ภาพที่ไม่เหมาะสม รายละเอียดบางส่วนขาดหายไป

2.1.2 การกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise reduction)

การกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพ เป็นกระบวนการส่วนแรกก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพจริง (Preprocessing) เพื่อกำจัดภาพที่ไม่พึงประสงค์ออกจากภาพนั้น สัญญาณรบกวนบนภาพอาจเกิดจากขั้นตอนการเก็บภาพ หรือขั้นตอนการส่งผ่านข้อมูลภาพจากที่หนึ่ง ไปอีกที่หนึ่ง เป็นต้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการกรองภาพด้วยหน้าต่างนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ตามลักษณะของหน้าต่าง กล่าวคือ ถ้าการกรอนั้นใช้หน้าต่างที่บรรจุค่าคงที่ไว้แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จากการกรอนี้จะเกิดจากการคำนวณร่วมกันระหว่าง ค่าระดับความเข้มของจุดภาพที่อยู่ภายใต้หน้าต่างและค่าคงที่ของหน้าต่างนั้นทุกค่า แล้วจะเรียกว่า การกรองแบบเป็นเชิงเส้น (Linear filtering) แต่ถ้าการกรอนั้นใช้หน้าต่างที่ไม่ได้บรรจุค่าใดๆ ไว้โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการกรองจะเกิดจากการคำนวณค่าของจุดภาพทุกจุดที่อยู่ภายในหน้าต่างเท่านั้นแล้วจะเรียกว่า การกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear filtering)

2.1.2.1 การกรองแบบหาค่าเฉลี่ย (Average filtering)

การกรองภาพด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยนี้เป็นการกรองแบบเป็นเชิงเส้นซึ่งมีวิธีการคำนวณหาค่าความเข้มใหม่ (R) ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ภายใต้หน้าต่างขนาด 3 X 3 ที่แสดงเป็นกรณีทั่วไป ดังรูปที่ 2.7 ตามสมการ

$$R = W_1z_1 + W_2z_2 + \dots + W_9z_9 \quad \dots(2.3)$$

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

W1	W2	W3
W4	W5	W6
W7	W8	W9

รูปที่ 2.6 หน้าต่างขนาด 3x3 ที่บรรจุค่าคงที่ไว้

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

2.1.2.2 การกรองแบบมัธยฐาน (Median filtering)

การกรองแบบมัธยฐานเป็นการกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีหลักการสำคัญคือ การครอบ
หน้าต่างที่มีได้บรรจุค่าใด ๆ ไว้ลงบนข้อมูลภาพ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเรียงลำดับจากค่าต่ำสุดไปหา
ค่าสูงสุดจากนั้นก็เลือกค่าที่อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางข้อมูลที่เรียงลำดับนั้นมาเป็นค่าความเข้มใหม่ (R) ของ
จุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลางภาพได้หน้าต่างนั้น เช่น ใช้หน้าต่างขนาด 3×3 กับข้อมูลภาพดังรูปที่ 2.7 (a)
จากนั้นนำค่าความเข้มภายในตารางมาเรียงลำดับเป็น 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 9 แล้วเลือกเอาค่าลำดับที่ 5
ซึ่งในที่นี้เป็นค่า 1 เป็นค่าความเข้มใหม่ของจุดภาพที่ตำแหน่งกึ่งกลางหน้าต่างขณะนั้น ทำเช่นนี้ไปจน
ตลอดทั้งข้อมูลภาพจะได้รูปที่ 2.7 (b) เป็นข้อมูลที่ได้ผ่านการกรองแล้ว จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการกรอง
แบบนี้ อาจจะได้ข้อมูลเดิมหรือค่าใหม่ก็ได้ ถ้าหากข้อมูลตัวใดที่มีค่าแตกต่างไปจากค่าของจุดภาพรอบ
ข้างมาก ก็จะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวนและถูกกำจัดออกไป วิธีนี้มีข้อดีกว่าวิธีการกรองแบบหาค่าเฉลี่ย คือ
สามารถลดสัญญาณรบกวนได้ดีและยังรักษาความคมชัดของขอบภาพไว้ได้ด้วย

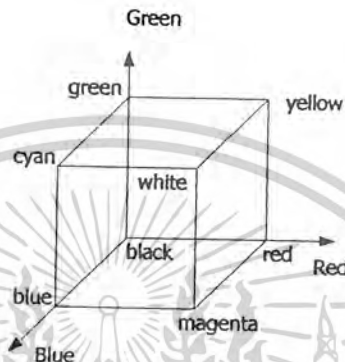


รูปที่ 2.7 การกรองภาพแบบมัธยฐาน

2.1.3 โมเดลสีแบบ RGB

โมเดลสีชนิดนี้ประกอบด้วยการรวมกันของแม่สีหลักซึ่งได้แก่ แดง (Red:R), เขียว (Green:G) และน้ำเงิน (Blue:B) ซึ่งค่าสีต่าง ๆ ในแถบสเปกตรัมของสีจะได้มาจากการผสมกันในอัตราส่วนที่แตกต่างกันของแม่สีทั้งสาม โมเดลสี RGB นี้จะแสดงด้วยแกนของลูกบาศก์สามแกนในระนาบ 3 มิติ ซึ่งค่าสีแดง เขียว และน้ำเงินจะอยู่ที่มุมทั้งสามของแต่ละแกนดังแสดงด้วยรูปที่ 2.8 ซึ่งจะเห็นว่าค่าสีค่าจะอยู่ที่จุดกำเนิด (origin) สีขาวจะอยู่ที่มุมตรงข้ามกับสีดำ ค่าของสีในช่วงระดับเทาจะอยู่ตามเส้นที่

เชื่อมระหว่างค่าสีค่าและค่าสีขาว จากรูปถ้าเป็นในระบบการแสดงสีแบบ 24 บิต (แบ่งออกเป็น 8 บิตต่อแม่สีหนึ่งสี) นั้น ค่าสีแดงจะถูกแทนด้วยค่า (255, 0, 0) เป็นต้น



รูปที่ 2.8 แสดงรูปลูกบาศก์สีของ โมเดลแบบ RGB

โมเดลสี RGB ง่ายต่อการออกแบบและใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิก แต่ไม่เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ ค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จะมีความสัมพันธ์กันอย่างมากซึ่งจะเป็นการยากที่จะนำไปประมวลผลเกี่ยวกับภาพ ดังนั้นหลายครั้งที่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการแปลงภาพจากโมเดลสี RGB ให้อยู่ในรูปแบบของภาพแบบระดับเทา (Gray scale image) เพื่อความสะดวกดังกล่าว

ในการแปลงภาพจากโมเดลสี RGB ให้อยู่ในรูปแบบภาพระดับเทานั้น สามารถทำได้โดยการใช้สมการการแปลงดังนี้

$$\text{Gray scale intensity} = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad \dots(2.4)$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้สำหรับการแปลงภาพจากมาตรฐาน NTSC

$$\text{Gray scale intensity} = 0.333R + 0.333G + 0.333B \quad \dots(2.5)$$

ซึ่งเป็นสมการที่ใช้ในการแปลงจาก RGB ไปเป็น HIS

ในระบบดิจิทัลวิดิโอ นั้นเรากล่าวถึงจำนวนบิตที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างสัญญาณแต่ละครั้งเป็นค่าวัดความละเอียดของภาพที่ได้เป็นจำนวนบิตต่อพิกเซล (bit per pixel : bpp)

เนื่องจากในการสุ่มตัวอย่างสัญญาณแต่ละครั้งนั้นจะได้เป็นหนึ่งพิกเซล โดยในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.2 วงจรจ่ายแรงดันไปตรง (DC supply)

2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญ

โดยวงจรจ่ายแรงดันไฟตรงนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนค่าของระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้มีค่าเป็นไปตามการออกแบบหรือคำนวณไว้ ซึ่งหม้อแปลงมีทั้งแบบแปลงขึ้น (Step Up) และแบบแปลงลง (Step Down) โดยแรงดันไฟฟ้าสลับที่ผ่านออกมาจากหม้อแปลงนั้นจะถูกเปลี่ยนระดับเท่านั้น ส่วนรูปร่างสัญญาณ และความถี่ยังคงเหมือนเดิม

2. วงจรเรียงกระแส (Rectifier)

วงจรเรียงกระแสทำหน้าที่เปลี่ยน ไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยจะได้ไฟกระแสตรงในลักษณะที่คล้าย Pulse คือมีการกระเพื่อมสูงมาก สำหรับการหาค่าแรงดันไฟตรงทำโดยหาค่าเฉลี่ยของรูปสัญญาณ และมีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่สำคัญดังตารางที่ 2.1

โดย	V_p	คือแรงดันไฟตรงเอาท์พุทของวงจรเรียงกระแส (V_p)
	V_{AC}	คือค่าแรงดันไฟสลับที่จ่ายให้กับวงจรเรียงกระแส (V_{RMS})
	F_R	คือความถี่ของการกระเพื่อมของแรงดันเอาท์พุทของวงจรเรียงกระแส (Hz)
	f_{line}	คือความถี่ของไฟสลับ (Hz)
	$I_{D(DC)}$	คือกระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านไดโอดของวงจรเรียงกระแส (A)
	$I_{O(DC)}$	คือกระแสไฟตรงเอาท์พุทของวงจรเรียงกระแส (A)
	V_{AC}	คือค่าแรงดันไฟสลับที่จ่ายให้กับวงจรเรียงกระแส (V_{RMS})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สรุปคุณสมบัติที่สำคัญของวงจรเรียงกระแสแบบต่างๆ

คุณสมบัติ	HW	FWCT	FWB
V_p (V_p)	$V_p = \sqrt{2} V_{AC} - 0.7$	$V_p = \sqrt{2} V_{AC} - 0.7$	$V_p = \sqrt{2} V_{AC} - 1.4$
F_R (Hz)	f_{line}	$2f_{line}$	$2f_{line}$
I_D (A)	$I_{O(DC)}$	$I_{O(DC)} / 2$	$I_{O(DC)} / 2$

3. วงจรกรองแรงดันกระเพื่อม (Ripple Filter)

วงจรกรองลดแรงดันกระเพื่อม จะทำหน้าที่กรองแรงดันกระเพื่อมให้ได้ขนาดของแรงดันกระเพื่อมน้อยลง ซึ่งโดยทั่วไปเปอร์เซ็นต์รีปเปิลควรน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

วงจรกรองแรงดันสัญญาณสามารถสร้างขึ้นมาได้จากอุปกรณ์ที่เป็นรีแอคทีฟ (Reactive) ได้แก่ ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งจะต่อในลักษณะความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter) ซึ่งในที่นี้จะใช้ตัวเก็บประจุนำมาต่อขนานกับเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแส โดยค่าตัวเก็บประจุและแรงดันไฟตรงที่ได้หาได้จาก

$$C = \frac{I_o}{(F_r \Delta V_{DC})} \dots(2.6)$$

และ

$$V_{O(DC)} = \sqrt{2} V_{AC} - V_D - 0.5 \Delta V_{DC} \dots(2.7)$$

- โดยที่
- C คือ ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ (F)
 - I_o คือ กระแสไฟฟ้าตรงที่ทางออก (A)
 - ΔV_{DC} คือ ค่าขนาดของแรงดันกระเพื่อม (V_{pp})
 - $V_{O(DC)}$ คือ ค่าแรงดันไฟตรงที่ทางออก (V)
 - V_{AC} คือ ค่าแรงดันไฟสลับที่จ่ายให้กับวงจรเรียงกระแส (V_{RMS})
 - V_D คือ แรงดันที่ตกคร่อมไดโอด (V) ซึ่งมีค่า 0.7 V
 - สำหรับ HW, FWCT และมีค่า 1.4 V สำหรับ FWB
 - F_r คือ ความถี่ของการกระเพื่อม (Hz)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะมีค่า

$$F_r = f_{line} \text{ สำหรับ HW} \quad \text{และ} \quad F_r = 2 f_{line} \text{ สำหรับ FW}$$

เมื่อ f_{line} คือ ความถี่ของไฟสลับ (Hz)

ไฟตรงที่ได้หลังจากวงจรกรองลดแรงดันกระแสเพิ่มแล้ว ยังคงมีการกระเพื่อมอยู่บ้าง เราใช้ค่าตัวประกอบของการกระเพื่อม (Ripple Factor: R) หรือร้อยละของการกระเพื่อม (Percent Ripple: % R) เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าไฟตรงนั้นมีคุณภาพอย่างไร ค่าของ R และ %R นิยามโดย

$$R = \text{ค่า RMS ของแรงดันกระแสเพิ่ม} / \text{ค่าของแรงดันไฟตรง}$$

$$\%R = 100 R$$

โดยการประมาณว่าแรงดันกระแสเพิ่มมีรูปคลื่นเป็นสามเหลี่ยม ค่าของ R และ % R จะเป็น

$$R = \Delta V_{DC} / (2\sqrt{3} V_{O(DC)}) \quad \dots (2.8)$$

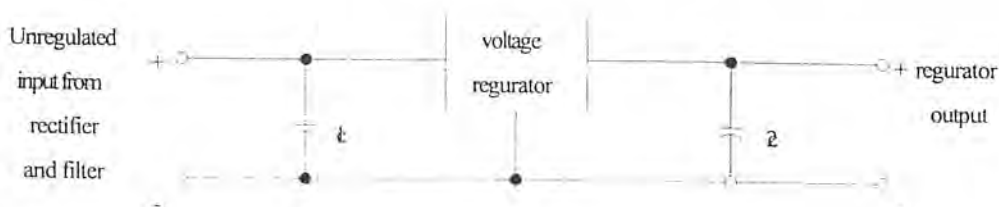
$$\%R = 100 \Delta V_{DC} / (2\sqrt{3} V_{O(DC)}) \quad \dots (2.9)$$

4. วงจรแรงดันไฟตรงคงที่ (Voltage Regulator)

วงจรแรงดันไฟตรงคงที่ที่ใช้สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการไฟตรงที่เรียบมากๆ วงจรแรงดันไฟตรงคงที่จะทำหน้าที่กำจัด แรงดันกระแสเพิ่มที่ยังหลงเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยให้หมดไป แรงดันไฟตรงคงที่จะมีคุณภาพใกล้เคียงกับแบตเตอรี่มาก สามารถสร้างได้จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานหรือใช้วงจรรวม (IC) ได้

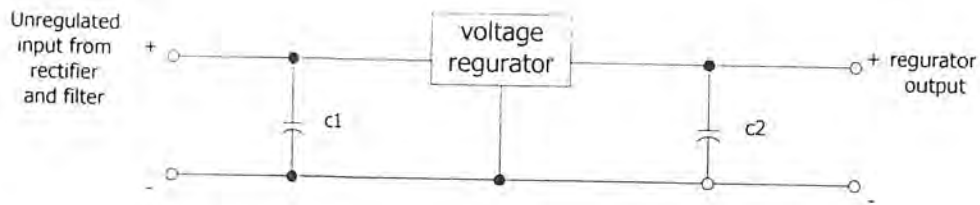
2.2.2 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ IC 3 ขา

วิธีการต่อ IC 3 ขา โดยทั่วไปแสดงในรูปที่ 2.9 ทุกตัวจะมีวงจรป้องกันการลัดวงจร วงจรการทำงานอัตโนมัติ และโดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่ม



รูปที่ 2.9 การต่อขา IC 3 ขา โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การต่อขา IC 3 ขา โดยทั่วไป

ตัวเก็บประจุ C1 ควรจะมีค่าประมาณ 100-200 nF สำหรับ ceramic หรือ 2 μF สำหรับ Tantalum เพื่อให้วงจรทางด้านอินพุตของ IC มีเสถียรภาพมากขึ้น

ตัวเก็บประจุมีค่าประมาณ 1 μF สำหรับ tantalum เพื่อให้การ regulation มี noise rejection ที่ดีและป้องกันการเกิด Transient

สิ่งแรกที่เราจะต้องพิจารณาคือ การทนกำลังงานสูงสุดของ IC และความร้อน เพราะถ้า IC มีอุณหภูมิสูงเกินไป วงจรปิดการทำงานอัตโนมัติจะทำงาน ดังนั้นการระบายความร้อนที่ดีจึงเป็นเรื่องจำเป็นต่อไปที่เราพิจารณาคือ Drop out voltage ซึ่งคือผลต่างของความต่างศักย์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งขึ้นอยู่กับกระแสโหลด และอุณหภูมิด้วย เพื่อให้วงจรเพียงพอที่จะทำงานได้อย่างปลอดภัย โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 1.5-2 V

อีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญก็คือการพิจารณา Ripple ก่อนเข้าอินพุตว่าจะยังสามารถทำให้วงจรทำงานได้อยู่ตลอดช่วงกว้างของอินพุตที่เปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ด้วย

2.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo)

2.3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับเซอร์โวมอเตอร์

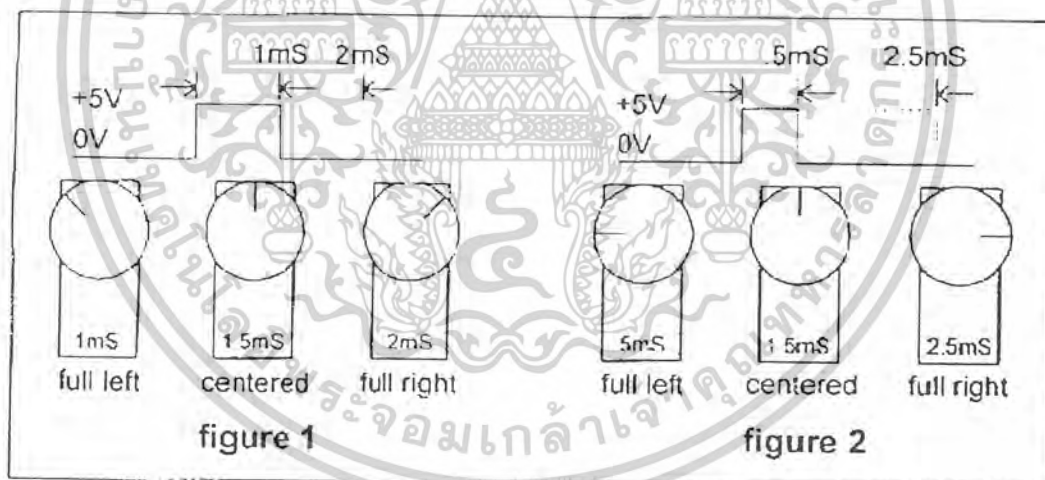
เซอร์โวมอเตอร์อุปกรณ์สำหรับการขับเคลื่อนหุ่นยนต์หรืองานที่ต้องการการกำหนดการหมุนเป็นช่วงๆ หรือตามองศาที่ต้องการ โดยกำหนดการหมุนในลักษณะครึ่งวงกลมโดยจะรับสัญญาณพัลส์ (Pulse) ที่ตำแหน่งซ้ายสุด 0.5 ms , เซ็นเตอร์ 1.5 ms และขวาสุด 2.5 ms ภายในตัวเซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วยแผงควบคุมซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการหมุนหรือเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ชุด Gear ที่ติดตั้งไว้ภายในประกอบด้วยเฟืองพลาสติก ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มกำลังหรือแรงบิด ให้กับตัวเซอร์โวมอเตอร์ การรับสัญญาณพัลส์ (Pulse) จากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะรับสัญญาณเพียง 1 I/O เท่านั้น จึงประหยัดขา I/O ได้มากกว่าการใช้ Step motor ติดตั้งง่ายเพราะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมและมีขนาด $1.6 \times 0.8 \times 1.4$ นิ้ว น้ำหนัก 1.75 oz. (49 g) ใช้ไฟได้ตั้งแต่ 4.8 – 6 Volts DC กินกระแส 9.7 mA. (Idle) 130 mA. (Moving)

2.3.2 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์จะรับสัญญาณพัลส์ (Pulse) เพื่อใช้ในการกำหนดการหมุน สัญญาณพัลส์ที่ได้มีความกว้าง 1.5 ms จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์กลับมาอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง (Centered) เมื่อสัญญาณพัลส์มีความกว้างเพิ่มมากขึ้น เช่นถ้าต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนมาทางขวา (Right) ก็ต้องเพิ่มความกว้างของช่วงพัลส์จาก 1.5 ms เพิ่มมาเป็น 1.8, 1.9, 2.0, 2.1 เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนตามมาทางขวาเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มความกว้างของช่วงพัลส์ ไปจนถึง 2.5 ms ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่งขวาสุด (Full Right) ในทำนองกลับกันถ้าต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย (Left) ก็ต้องลดช่วงพัลส์ให้แคบลงไปเรื่อยๆ จนไปถึง 0.5 ms เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนมาทางซ้ายสุด (Full Left)



รูปที่ 2.10 สัญญาณพัลส์ที่ป้อนให้กับเซอร์โวมอเตอร์

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro controller) 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล mcs-51 ที่บริษัท Intel ผลิตขึ้นมาคุณสมบัติดังนี้

- เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 bit สำหรับงานควบคุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีความสามารถประมวลผลของ logic ระดับ bit
- มีขนาดของหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมทำงานได้ถึง 64 Kbytes (Program Memory)
- มีขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลได้ถึง 64 Kbytes (Data Memory)
- มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายในขนาด 4 Kbytes
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 bytes
- มีพอร์ตควบคุม 4 พอร์ตและสามารถอ้างอิงได้ระดับ bit ต่อ bit
- มีชุด Timer / Counter ขนาด 16 bit 2 ชุด
- มี Full duplex UART
- มีโครงสร้างรับการ Interrupt 6 แหล่งกำเนิดสัญญาณและ 5 ตำแหน่งโปรแกรมทำงานตอบรับการ Interrupt โดยสามารถจัดระดับความสำคัญได้ 2 ระดับ
- มีแหล่งกำเนิดความถี่อ้างอิงการทำงานในตัว

2.4.1 รายละเอียดของขาสัญญาณของ 8051

Vcc : ขาแหล่งจ่ายไฟฟ้า (+5 V)

Vss : ขา Ground

P0 : ขา port 0 ของ 8051 ขนาด 8 bit ชนิด 2 ทิศทาง แต่ละสัญญาณต่อพ่วง TTL แบบ LS ได้ 8 ตัว เป็นขาให้ Multiplex ระหว่างสัญญาณข้อมูล กับ 8 bitล่างของ Address กรณีใช้หน่วยความจำภายนอก

P1 : ขา port 1 ของ 8051 ขนาด 8 bit ชนิด 2 ทิศทางแบบ Quasi-Bidirectional ถ้าต้องการให้เส้นใดเป็น input ให้ค่า 1 ที่ bit นั้น ต่อพ่วง LS TTL 4 ตัว

P2 : ขา port 2 ของ 8051 ขนาด 8 bit ชนิด 2 ทิศทางแบบ Quasi-Bidirectional ยังให้สัญญาณ Address 8 bit บนกรณีใช้หน่วยความจำภายนอก กรณีอ้าง Address หน่วยความจำขนาด 16 bit

P3 : ขา port 3 ของ 8051 ขนาด 8 bit ชนิด 2 ทิศทางแบบ Quasi-Bidirectional มีหน้าที่พิเศษดังตารางข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงหน้าที่ของขา port 3 ของ 8051

ขา Port	หน้าที่พิเศษ	อธิบาย
P3.0	R x D	รับข้อมูลแบบอนุกรม
P3.1	T x D	ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
P3.2	INT0	ขา Interrupt ภายนอก 0
P3.3	INT1	ขา Interrupt ภายนอก 1
P3.4	T0	ขา input ของ Timer 0
P3.5	T1	ขา input ของ Timer 1
P3.6	WR	เขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก
P3.7	RD	อ่านหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

RST : ขาสัญญาณ Reset การทำงานของ 8051 โดยให้ logic 1 อย่างน้อย 2 ช่วง Machine Cycle

ALE : ขาสัญญาณออกของ Address Latch Enable สำหรับ Latch ค่า Address 8 bit ที่ได้จาก port 0 มีความถี่ออกมาที่ 1/6 ของความถี่อ้างอิงของ 8051

PSEN : ขาสัญญาณ Program Store Enable สำหรับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

EA : ขาสัญญาณ External Access Enable ให้อ่านหน่วยความจำภายในหรือภายนอก ให้ logic 0 8051 จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และ logic 1 8051 จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

XTAL 1 : ขาเข้าของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ 8051

XTAL 2 : ขาออกของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ 8051

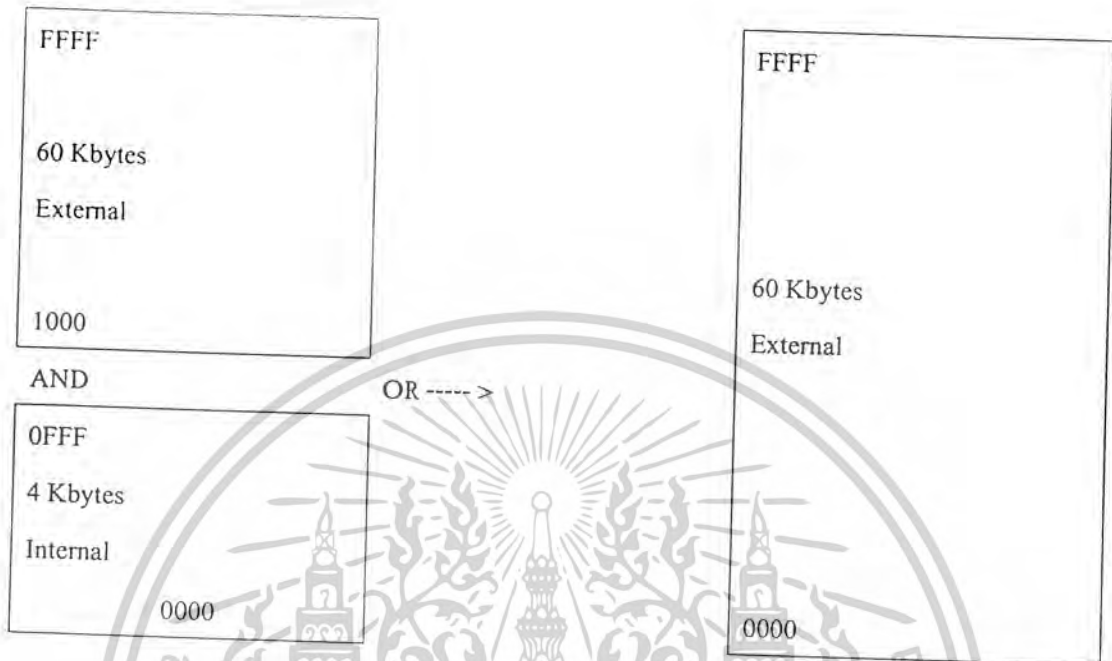
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงขาของ 89C51

2.4.2 โครงสร้างหน่วยความจำของ 8051

8051 แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล โดยมีขนาดแต่ละส่วน 64 Kbytes ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมจะเป็นหน่วยความจำอ่านอย่างเดียว โดยใช้สัญญาณ PSEN ในการอ่าน แต่หน่วยความจำ 8051 สามารถอ่านและเขียนได้โดยใช้ RD และ WR ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสามารถรวมหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลเข้าด้วยกันได้โดยนำ RD และ PSEN มา AND กันสร้างสัญญาณในการอ่านหน่วยความจำ นอกจากนี้หน่วยความจำยังแบ่งออกเป็นภายนอกและภายใน ดังรูป แสดงหน่วยความจำโปรแกรมกรณีเลือกใช้หน่วยความจำภายนอกหรือภายใน ด้านซ้ายเป็นส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 Kbytes ที่เหลือเป็นหน่วยความจำภายนอก ขวามือแสดงหน่วยความจำโปรแกรมเมื่อเลือกติดต่อหน่วยความจำภายนอกทั้งหมด



รูปที่ 2.12 แสดงหน่วยความจำโปรแกรม 8051

สำหรับหน่วยความจำข้อมูลของ 8051 สามารถแบ่งได้เป็นภายนอกและภายใน โดยหน่วยความจำภายนอกแสดงไว้ด้านขวามือ มีขนาด 64 Kbytes ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในแสดงด้านซ้ายมือโดยหน่วยความจำภายในของ 8051 แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่หน่วยความจำที่อ้างอิงแบบ Direct และ Indirect มีขนาด 128 byte กับหน่วยความจำที่อ้างอิงได้เฉพาะแบบ Direct เท่านั้นเรียกว่า SFR

(Special Function Register)



รูปที่ 2.13 แสดงหน่วยความจำข้อมูล MCS-51

ในส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในที่อ้างอิงแบบ Direct และ Indirect แบ่งออกได้ 3 ส่วนดังรูป

- ส่วนที่ 1 Register Banks 0-3 ตำแหน่งหน่วยความจำภายในตั้งแต่ 00H ถึง 1FH 32 byte แบ่งเป็นชุดๆละ 8 byte 4 ชุด แต่ละชุดเรียกเป็น R0 – R7 เป็น Register ที่ใช้งานร่วมในแต่ละคำสั่ง โดยเมื่อ 8051 ถูก Reset Register Bank 0 จะถูกเลือกใช้
- ส่วนที่ 2 Bit Addressable Area ขนาด 16 byte ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูล 20H – 2FH อ้างอิงข้อมูลได้ระดับ bit ถึง 128 bit อ้างอิงตำแหน่งโดยตรงลักษณะ bit ตั้งแต่ตำแหน่ง 00H – 7FH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

←	8byte	→
78		7F
70		77
68		6F
60		67
58		5F Scratch Pad Area
50		57
48		4F
40		47
38		3F
30		37
28		2F Bit Addressable
20		27 Segment
18		1F
10		17 Register Banks
08		0F
00		07

รูปที่ 2.14 แสดงหน่วยความจำข้อมูลภายใน

- ส่วนที่ 3 Scratch Pad Area ที่ตำแหน่ง 30H – 7FH เป็นหน่วยความจำภายในอเนกประสงค์ ผู้ใช้สามารถใช้โดยตรง ใช้สำหรับเก็บ Stack ได้ด้วย

ในส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในใช้อ้างอิงแบบ Direct อย่างเดียว เรียกว่า SFR สำหรับเก็บหรือกำหนดการทำงานของ 8051 ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณนี้มีขนาด 128 byte ใช้งานได้เฉพาะตำแหน่งเท่านั้น มีหน้าที่ดังนี้

ACC	: เป็น Accumulator เป็น register เป็น register ประมวลผลทาง logic และคณิตศาสตร์ โดยสามารถอ้างอิงได้ในรูปแบบของ byte หรือระดับ bit
B	: register พิเศษใช้กับคำสั่งในการคูณหรือหาร ใช้เก็บพักข้อมูลได้
PSW	: register Program Status Word แสดงสถานะ การทำงาน 8051 สำหรับตรวจสอบได้
SP	: register ชี้หน่วยความจำข้อมูลสำหรับเก็บแบบ Stack
DTPR	: register 16 bit แบ่งเป็น 8 bit บนและ 8 bit ล่าง ชี้ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลภายนอกหรืออ่านตารางข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน
P0	: register port 0 ของ 8051
P1	: register port 1 ของ 8051
P2	: register port 2 ของ 8051
P3	: register port 3 ของ 8051
IP	: register กำหนดลำดับความสำคัญของการ Interrupt ของ 8051
IE	: register กำหนดการจะรับหรือไม่รับ Interrupt ของ 8051
TMOD	: register ควบคุมหน้าที่ของ Timer / Counter ของ 8051
TCON	: register ควบคุมการทำงาน Timer / Counter ของ 8051
T2CON	: register ควบคุมการทำงาน Timer / Counter 2 ของ 8051
TH0	: register เก็บข้อมูลของ Timer / Counter 0 8 bit บน
TL0	: register เก็บข้อมูลของ Timer / Counter 0 8 bit ล่าง
TH1	: register เก็บข้อมูลของ Timer / Counter 1 8 bit บน
TL1	: register เก็บข้อมูลของ Timer / Counter 1 8 bit ล่าง
TH2	: register เก็บข้อมูลของ Timer / Counter 2 8 bit บน
TL2	: register เก็บข้อมูลของ Timer / Counter 2 8 bit ล่าง
RCAP2H	: Capture Register ของ Timer / Counter 2 8 bit บน
RCAP2L	: Capture Register ของ Timer / Counter 2 8 bit ล่าง
SCON	: register ควบคุมการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม
SBUF	: register เก็บข้อมูลที่ได้จากการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม
PCON	: register ควบคุมการทำงาน 8051 ด้านเกี่ยวกับการใช้กำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

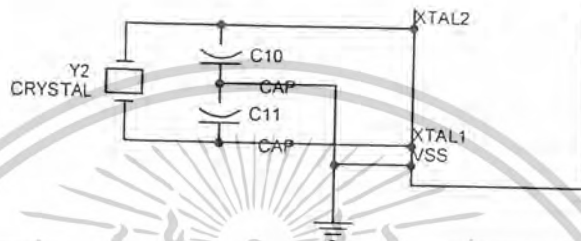
F8								FF
F0	B							F7
E8								EF
E0	ACC							E7
D8								DF
D0	PSW							D7
C8	T2CON		RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2		CF
C0								C7
B8	IP							BF
B0	P3							B7
A8	IE							AF
A0	P2							A7
98	SCON	SBUF						9F
90	P1							97
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1		8F
80	P0	SP	DPL	DPH			PCON	87

ตารางที่ 2.3 รายละเอียด Special Function Register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ฐานเวลาของ 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 51 มีส่วนสร้างความถี่ภายในเพียงแต่ต่อ Crystal หรือ Ceramic Resonator ระหว่างขา XTAL1 กับ XTAL2 และ ตัวเก็บประจุขนาด 30 pF ลง GND



รูปที่ 2.15 แสดงการต่อ Crystal หรือ Ceramic Resonator

2.4.4 ชุดคำสั่งของ 8051

การใช้งานชุดคำสั่งของ 8051 มีการอ้างถึงตำแหน่งหลายแบบ ดังนี้

- Direct Addressing เป็นการอ้างถึงที่ต้องถูกระทำ มีขนาด 8 bit ใช้ได้เฉพาะกับหน่วยความจำข้อมูลและ SFR เท่านั้น
- Indirect Addressing เป็นการอ้างตำแหน่งโดยใช้ register เป็นตัวชี้ไปยังข้อมูลที่ต้องการจะกระทำ เป็นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลทั้งภายในและภายนอกอ้างได้โดยใช้ register ขนาด 8 และ 16 bit โดยอ้างอิงขนาด 8 bit ใช้ R0 และ R1 หรือใช้ SP เป็นตัวชี้ แต่กรณีขนาด 16 bit ใช้ DTPR
- Register Addressing เป็นคำสั่งเฉพาะเพื่อการอ้าง register R0 – R7 ตัวชี้เป็นส่วนหนึ่งของคำสั่ง 3 bit
- Immediate Constants เป็นการกำหนดค่าคงที่โดยตรง รูปแบบ `MOV A, #100`
- Indexed Addressing เป็นลักษณะสร้างตารางโดยมีตัวชี้เป็นตัวอ้างอิงและไม่เปลี่ยนแปลงใช้ได้เฉพาะส่วนหน่วยความจำโปรแกรมเท่านั้น ใช้ register DTPR และ PC เป็นตัวชี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

89C51 มีชุดคำสั่งที่สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มๆได้ ดังนี้

1. กลุ่มคำสั่งการคำนวณ (Arithmetic Instructions): ทำหน้าที่ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก, ลบ, คูณ, หาร ข้อมูลภายใน register ต่างๆ
2. กลุ่มคำสั่งลอจิก (Logic Instructions): ทำหน้าที่เกี่ยวกับการประมวลผลแบบ logic ต่างๆ เช่น AND, OR, XOR หรือ NOT ระหว่างข้อมูลใน register A กับ register ทั่วไป และการทำคำสั่งเกี่ยวกับการเลื่อน หรือหมุน bit ข้อมูลใน register A เป็นต้น
3. กลุ่มคำสั่งโอนย้ายข้อมูล (Data Transfers Instructions): ทำหน้าที่ในการโอนย้ายข้อมูลระหว่าง register หรือ หน่วยความจำ
4. กลุ่มคำสั่งข้อมูลตาราง (Lookup Table Instructions): ทำหน้าที่อ่านข้อมูลที่เก็บในลักษณะของตารางใช้ได้เฉพาะในหน่วยความจำโปรแกรมเท่านั้น
5. กลุ่มคำสั่งกระทำทาง Boolean (Boolean Instructions): ทำหน้าที่ดำเนินการประมวลผลแบบ Boolean จะกระทำการประมวลผลเฉพาะระดับ bit เท่านั้น
6. กลุ่มคำสั่งกระโดด (Jump Instructions): ทำหน้าที่ในการกระโดดไปยังตำแหน่งต่างๆ ภายใน program แทนที่จะดำเนินการเป็นลำดับต่อเนื่อง สามารถกระทำการกระโดดได้ทั้งแบบมีและไม่มีเงื่อนไข รวมไปถึงการเรียกใช้งานโปรแกรมย่อย และการกลับมาทำโปรแกรมหลักด้วย

2.5 การสื่อสารแบบอนุกรม

ในการรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์แบบอนุกรมเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่ก็สามารถรับส่งคราวละหลายๆบิตได้ หากแต่ต้องมีการตกลงกันระหว่างตัวส่งและตัวรับว่า จะรับส่งข้อมูลกันคราวละกี่บิต ตัวรับจะต้องรอรับข้อมูลให้ครบทุกบิตเสียก่อนจึงทำการประมวลผล ส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมอาจมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนานแต่ในคำนวณจำนวนสายสัญญาณแล้วการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะใช้จำนวนสายที่น้อยกว่ามาก ทำให้ระยะทางในการสื่อสารทำได้ไกลกว่า

2.5.1 รูปแบบของการสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นจะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิกา ร่วมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นหนึ่งจะเป็นสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันจะใช้สายอย่างน้อยที่สุด 3 เส้น คือสัญญาณนาฬิกา ข้อมูล และกราวด์

การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสคือการรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส แต่จะต้องมีการกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือ บอเดอเรต (Baud rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second: bpt) ซึ่งค่าบอเดอเรตมาตรฐานที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที

2.5.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อให้ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกว่า EIA RS-232

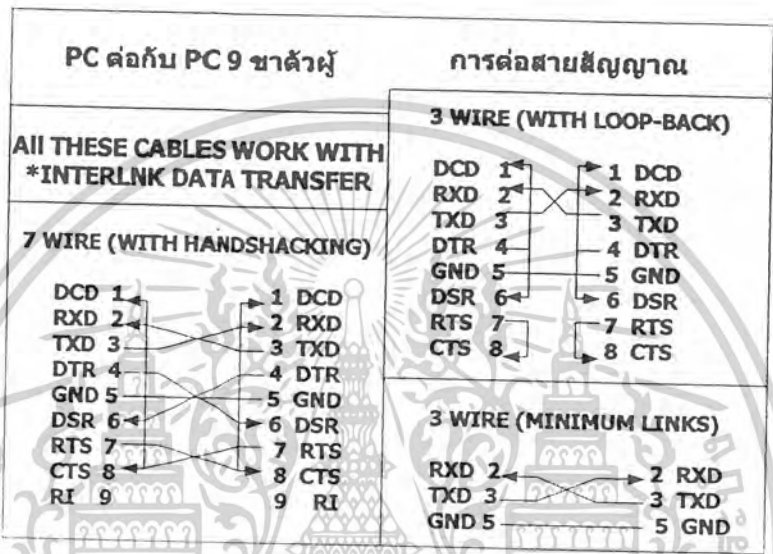
มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรปลายทาง (Data Circuit Terminating: DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผล เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะต้องทำกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัด คือ คอนเน็คเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็คเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นตัวผู้นั่นเอง และการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ที่ความยาวของสายสูงสุดที่ 20 เมตร

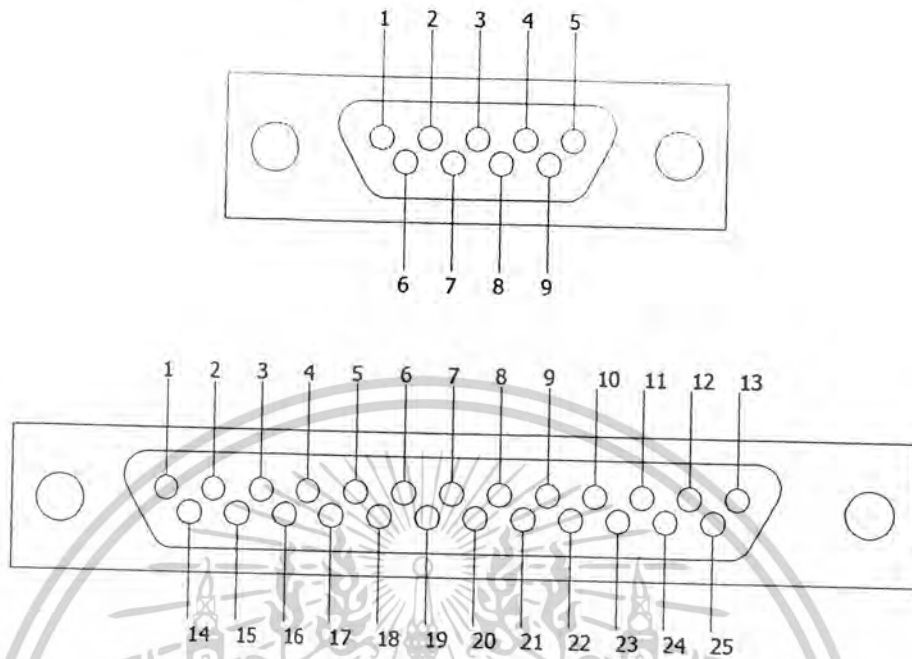
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

ช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต ซึ่งปัจจุบันได้เปลี่ยนไปใช้แบบ DB-9 แล้ว ซึ่งสามารถดูขาต่าง และการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกได้จากรูปด้านล่างนี้



รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่างๆ



รูปที่ 2.17 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 โดยแบ่งตามชนิด DB-9 และ DB-25 ตามลำดับ

หน้าที่ของขาต่างๆ

Data Carrier Detect: DCD ขานี้จะแอกติฟเมื่อมีการส่งสัญญาณจากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม

Receive Data: RxD ขานี้ใช้รับข้อมูลอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บได้ไปไว้ที่รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

Transmitted Data: TxD ขานี้ใช้ส่งข้อมูลอนุกรมออกมาจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

Data Terminal Ready: DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าการติดต่อด้วย โดยขา DTR นั้นต้องเชื่อมต่อกับ DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง ในกรณีที่ เป็น Null Modem ที่ใช้สายในการเชื่อมต่อ 3 สาย จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน

Signal Ground: GND ขากราวด์

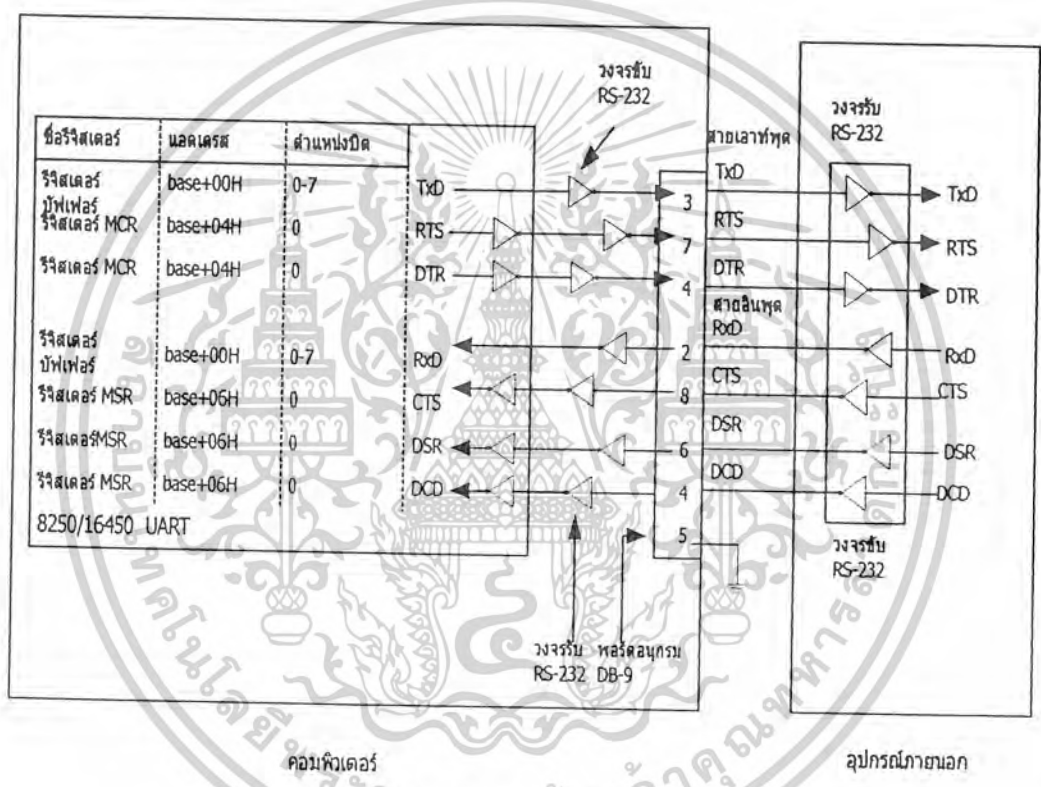
Data Set Ready: DSR ขานี้ใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขานี้ใช้รับข้อมูลจากภายนอกที่ถูกส่งออกมาจากขา DTR

Request To Send: RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับมายังคอมพิวเตอร์ ถ้าต่อแบบ Null Modem 3 สายต้องต่อ RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน

Clear To Send: CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ขานี้ใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมจะรับข้อมูลหรือยัง

Ring Indicator: RI ใช้แสดงสถานะเรียกจากสายโทรศัพท์ ขานี้จะใช้งานก็ต่อเมื่อติดต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น



รูปที่ 2.18 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

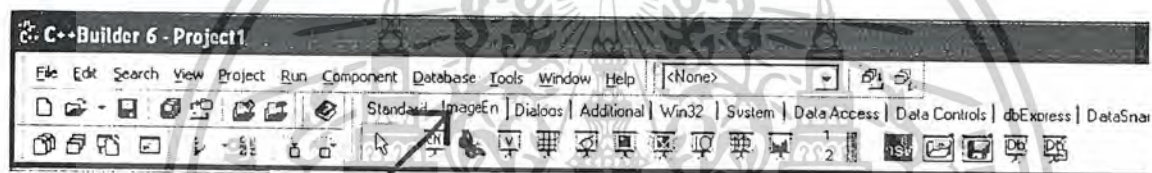
2.6 การเขียนโปรแกรม

2.6.1 การติดต่อกับพอร์ตอนุกรม

สำหรับ C++ Builder การติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรมจะต้องมีการตั้งค่าบอร์ดเรตและกำหนดพอร์ตที่ต้องการติดต่อ

2.6.2 คอนโทรล ImageEn

โดยทั่วไป C++ Builder จะไม่มีคอนโทรลนี้เป็นส่วนประกอบต้องนำเข้ามาเพิ่มเป็นคอนโทรลที่นำภาพจากกล้องวิดีโอมาประกอบในโปรแกรม โดยคอนโทรลนี้จะไปเรียกไคลเวอร์ของกล้องที่ต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ให้ทำงานแล้วนำภาพมาแสดงที่หน้าจอ



รูปที่ 2.19 คอนโทรล ImageEn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบระบบการติดตามวัตถุเคลื่อนที่

3.1 การออกแบบวงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการออกแบบวงจรในส่วนนี้ เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 89C51 ที่เป็นตัวรับข้อมูลที่ได้จากคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมจากนั้นทำการแยกข้อมูลว่าเป็นข้อมูลของเซอร์โวตัวใด จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลที่รับมาส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่สร้างพัลส์ให้กับเซอร์โวแต่ละตัวผ่านพอร์ต 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์(ตัวแม่)

โดยกำหนดให้

- ขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- ขา P3.1 เป็นขาส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์กลับไปยังคอมพิวเตอร์
- พอร์ต 0 เป็นพอร์ตที่ส่งข้อมูลไปไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวลูกที่ทำการควบคุมการหมุนของเซอร์โวในแนวแกนตั้ง
- พอร์ต 2 เป็นพอร์ตที่ส่งข้อมูลไปไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวลูกที่ทำการควบคุมการหมุนของเซอร์โวในแนวแกนนอน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ทำหน้าที่สร้างพัลส์ให้กับเซอร์โว(ตัวลูก)

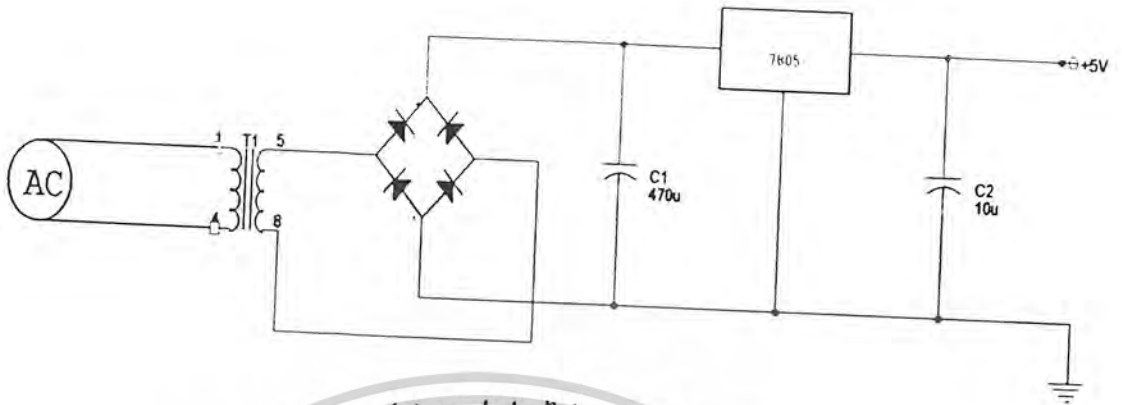
โดยกำหนดให้

- พอร์ต 1 เป็นพอร์ตที่รับข้อมูลไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวแม่
- ขา P3.4 เป็นขาที่ทำหน้าที่สร้างพัลส์ให้กับเซอร์โว

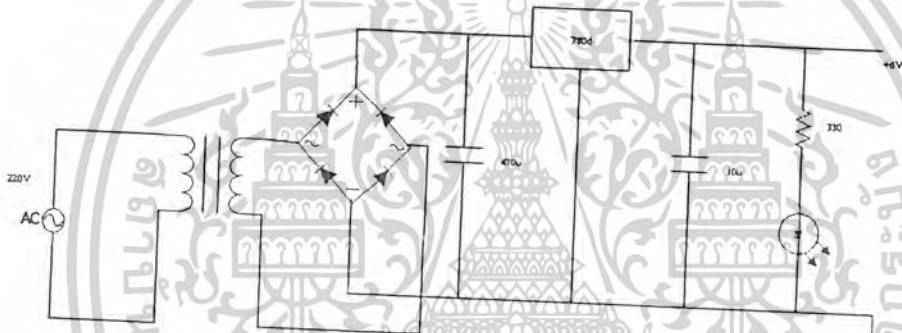
ทั้งนี้ยังมีอุปกรณ์พื้นฐานการทำงานที่จำเป็นต้องต่อกับขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกดังนี้

- ขา XTAL1 XTAL2 ต่อเชื่อมด้วยคริสตัลความถี่ 11.0592 MHz พร้อมด้วยตัวเก็บประจุ 33pF
- ขา RST ต่ออยู่กับวงจรรีเซ็ตที่ประกอบด้วยความต้านทาน 10 k ต่อจากไปเลี้ยง 5 V กับสวิตช์รีเซ็ตลงสู่กราวด์
- ขา V_{cc} และ GND ต่อกับไฟเลี้ยง 5 V และกราวด์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

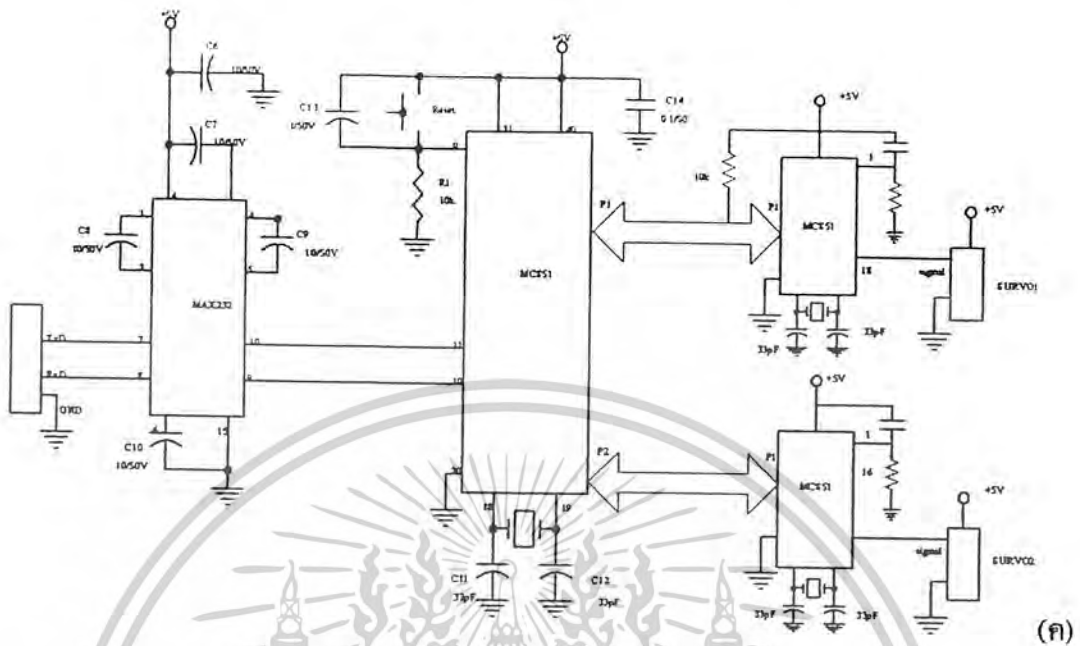


(ก) แหล่งจ่ายไฟแรงดัน 5V



(ข) แหล่งจ่ายไฟแรงดัน 6V สำหรับกสอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรควบคุมเซอร์โวล์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51

รูปที่ 3.1 วงจรควบคุมการเคลื่อนที่ของเซอร์โวล์

3.2 การออกแบบวงจรในส่วนขับเซอร์โวล์

เซอร์โวล์ใช้ไฟได้ตั้งแต่ 4.8 - 6 Volts DC กินกระแส 9.7mA (Idle) 130mA. (Moving) ดังนั้น กระแสควบคุมเซอร์โวล์สามารถให้จ่ายจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C1051 ได้โดยตรง

3.3 การออกแบบวงจรในส่วนการติดต่อแบบอนุกรม

IC MAX-232เชื่อมต่อแบบอนุกรม

ใช้ไอซี MAX-232 ซึ่งภายในไอซี MAX-232 จะมีชุดในการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม อยู่ทั้งหมด 2 ชุด แต่ละชุดมี 2 ทิศทาง คือการรับและส่ง ใช้ไอซีตัวนี้เพื่อเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม ระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมอุปกรณ์อาท้พพุทที่เป็นส่วนของการ ควบคุมตัวกลิ้ง เพราะเป็นการแปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้ได้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์เพราะแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์จะอยู่ที่ระดับสัญญาณ -15 V ถึง 15 V แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์จะอยู่ที่ระดับ 0 ถึง 5 V ซึ่งการนำไปใช้งานเราจะต่อขา T_{in} ของ ไอซี เข้ากับขา T_x ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ T_{out} ของไอซี เข้ากับขา R_x ของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

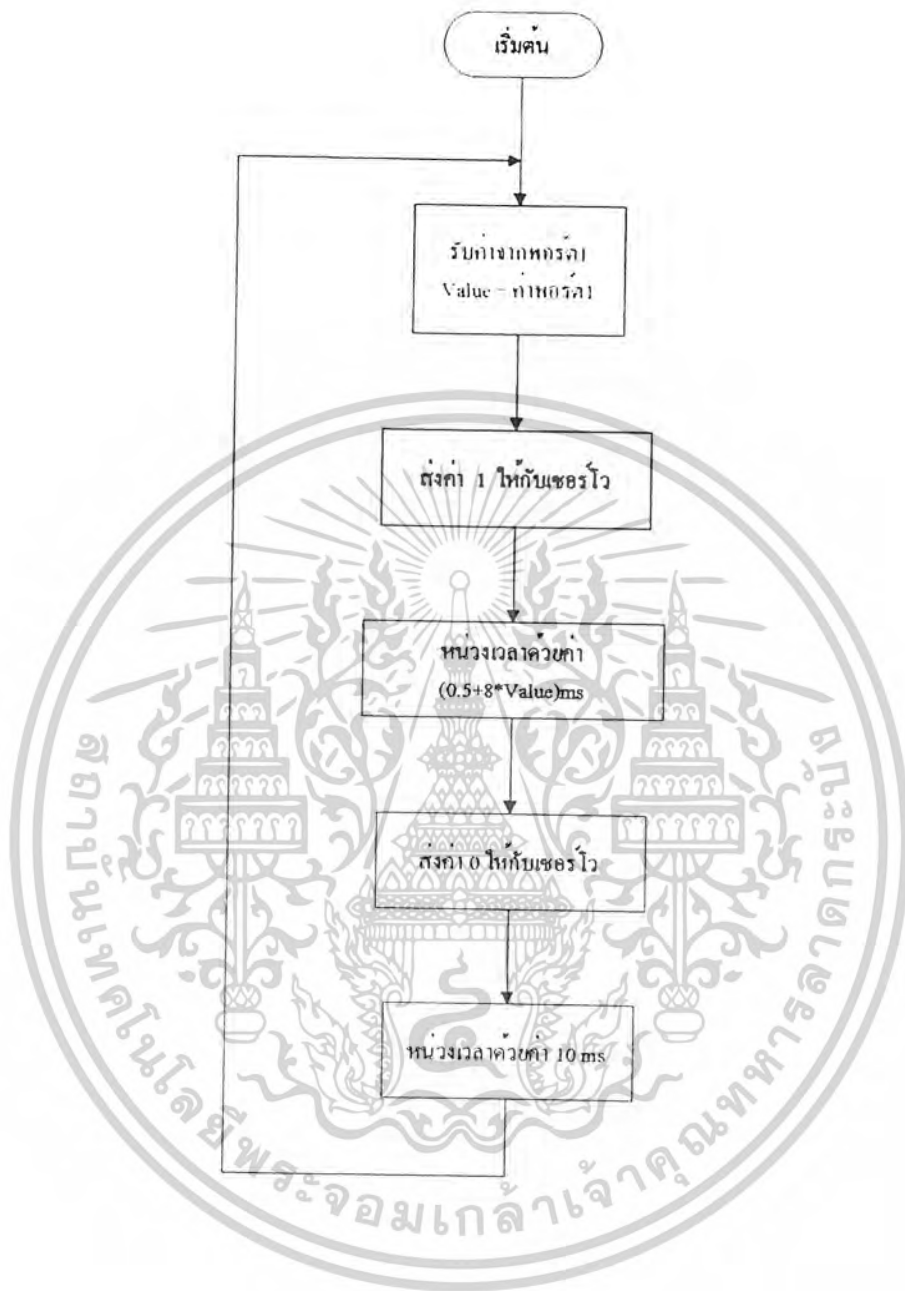
ส่วนอีกชุดเราจะต่อขา Rin ของ ไอซีจะต่อเข้ากับ Rxของไมโครคอนโทรเลอร์กับคอมพิวเตอร์ และต่อตัวเก็บประจุที่ตำแหน่งต่างตาม Data sheet

3.4การออกแบบโปรแกรมควบคุมเซอร์โวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



โปรแกรมควบคุมเซอร์โว(ไมโครคอนโทรเลอร์ตัวแม่)
รูปที่ 3.2โปรแกรมควบคุมเซอร์โวตัวแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



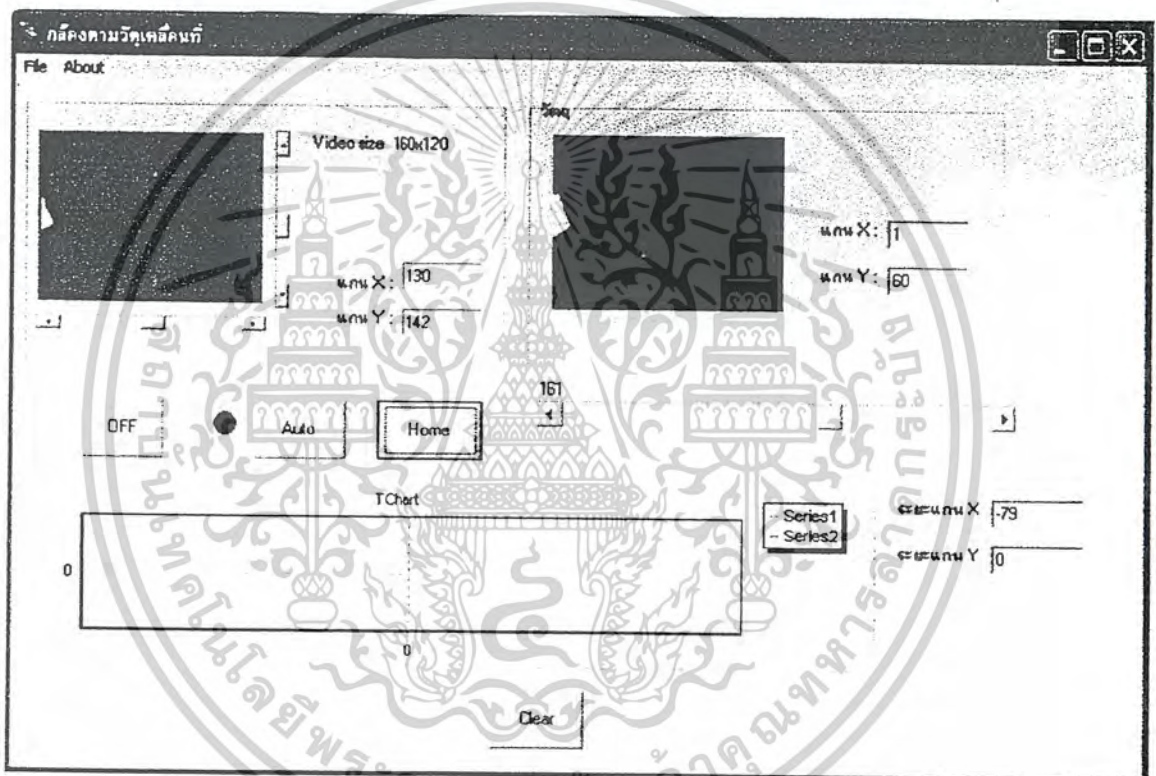
โปรแกรมควบคุมเซอร์โว(ไม่ไครคอนโทรเลอร์ตัวลูก)

รูปที่ 3.3 โปรแกรมควบคุมเซอร์โวตัวลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วย C++ Builder

สำหรับการออกแบบโปรแกรมประมวลผลด้วย C++ Builder เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เคลื่อนที่ 180 องศาในแนวระดับและ 180 องศาในแนวตั้งฉากซึ่งเป็นการควบคุมด้วยมือ มีส่วนการนำภาพจากกล้องขึ้นมาแสดงบนหน้าจอและส่วนที่จะตามวัตถุอัตโนมัติ



รูปที่ 3.4 โปรแกรมควบคุมเซอร์โว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

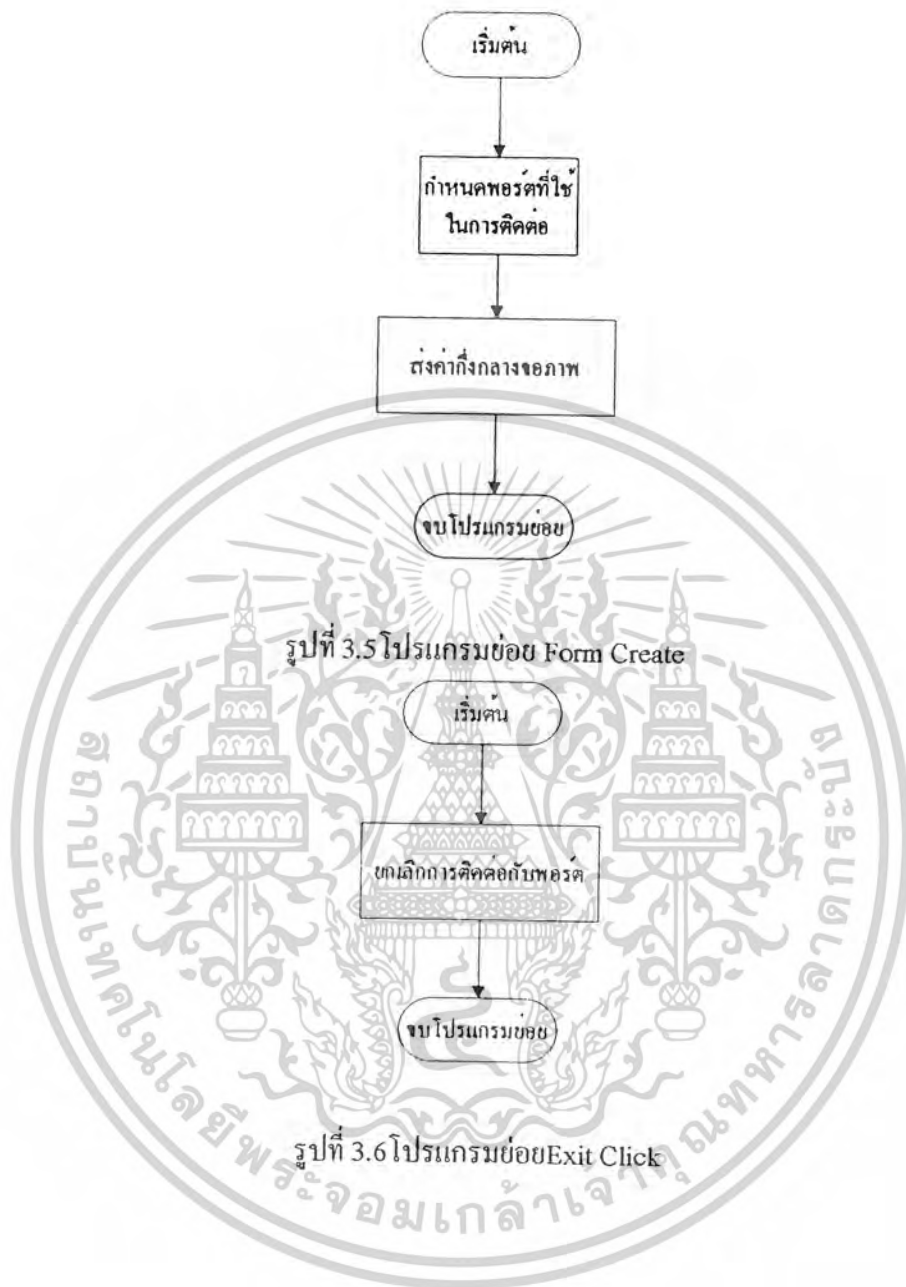
โปรแกรมส่วนควบคุมด้วยมือ

จะกดปุ่มเปิดกล้องและเลื่อนกล้องได้ตามแนวแกนตั้งและแนวแกนนอน โดยใช้สกอลบาร์

โปรแกรมส่วนควบคุมอัตโนมัติ

จะประกอบด้วยโปรแกรมย่อย7ส่วน ตามลำดับดังนี้

1. โปรแกรมย่อยForm Create จะทำการ กำหนดพอร์ตที่ใช้งานและบอร์ดเรคที่ใชัติดต่อและทำการส่งค่ากึ่งกลางของแกนนอนและแกนตั้งของกล้องให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง
2. โปรแกรมย่อยExit Click จะทำการเลิกการติดต่อกับพอร์ตและกล้องวีดีโอ
3. โปรแกรมย่อย Home Click จะส่งค่ากึ่งกลางของแกนนอนและแกนตั้งของกล้องให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง
4. โปรแกรมย่อย TraceObject ซึ่งจะมีโปรแกรมย่อย
 - 4.1 โปรแกรมย่อยThreshold จะเปลี่ยนแปลงภาพให้เป็นภาพขาวดำ ถ้าค่าสีในพิกเซลที่พิจารณามีค่าน้อยกว่าค่าเทรชโฮลด์ก็ให้ค่าในภาพที่สองให้เป็นสีดำ ถ้ามากกว่าค่าเทรชโฮลด์ให้ค่าในภาพที่สองเป็นสีขาว
 - 4.2 โปรแกรมย่อยFind MaxX จะทำการหาค่าตำแหน่งของวัตถุของภาพที่สองในตำแหน่งที่Y โดยที่X มีค่าคงที่หาค่าที่Xมีค่ามากที่สุด ซึ่งจะบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวแกนนอน
 - 4.3 โปรแกรมย่อยFind MaxY จะทำการหาค่าตำแหน่งของวัตถุของภาพที่สองในตำแหน่งที่X โดยที่Y มีค่าคงที่หาค่าที่Yมีค่ามากที่สุด ซึ่งจะบอกตำแหน่งของวัตถุในแนวแกนตั้ง
 - 4.4 โปรแกรมย่อยMove Camera จะคำนวณหาระยะห่างจากตำแหน่งกึ่งกลางจอภาพกับวัตถุ ถ้าวัตถุอยู่ทางซ้ายของจอจะทำการหมุนมาทางซ้าย ถ้าวัตถุอยู่ทางขวาของจอจะทำการหมุนมาทางขวา ถ้าวัตถุอยู่ข้างบนของกึ่งกลางจอภาพจะเลื่อนกล้องขึ้นข้างบน และถ้าวัตถุอยู่ข้างล่างของกึ่งกลางจอภาพจะเลื่อนกล้องลงมาข้างล่าง



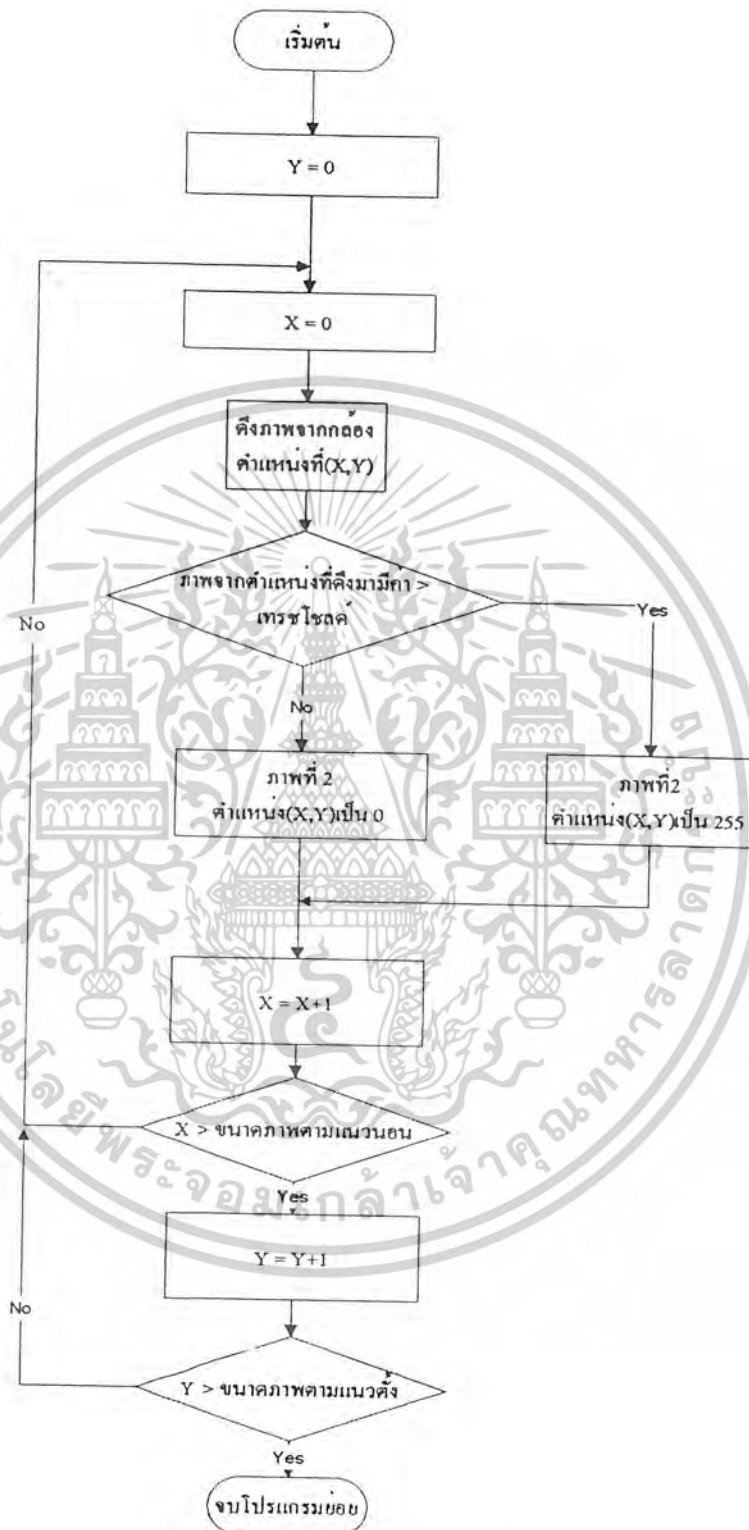
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.7 โปรแกรมย่อย Home Click

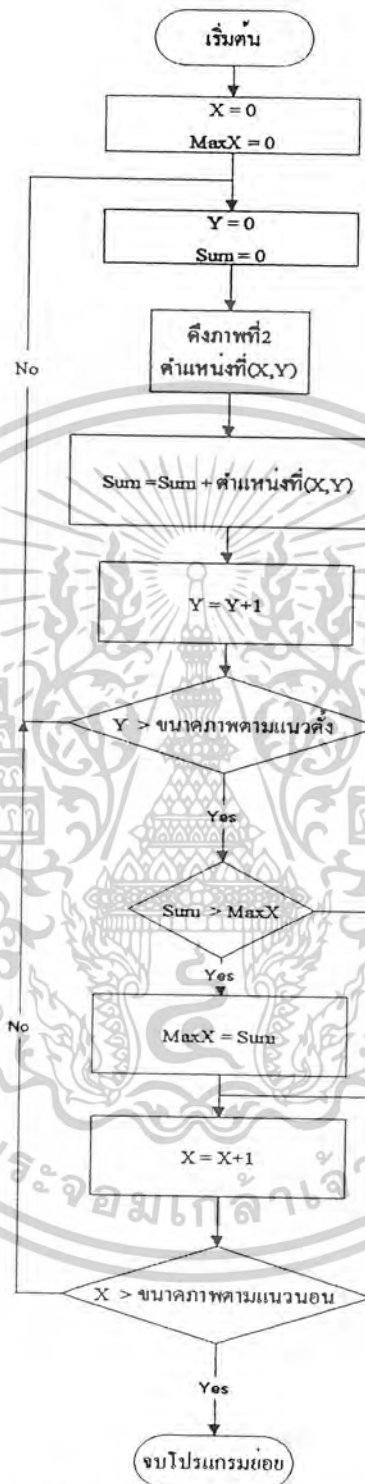


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



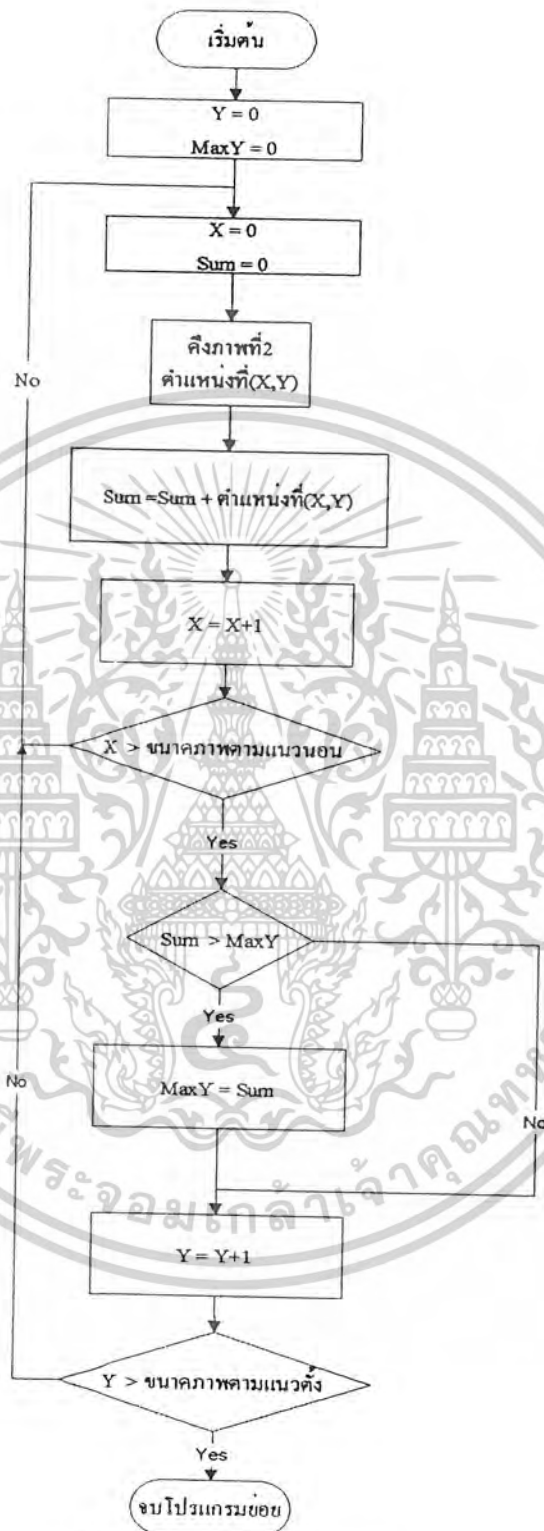
รูปที่ 3.8 โปรแกรมขั้วThreshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



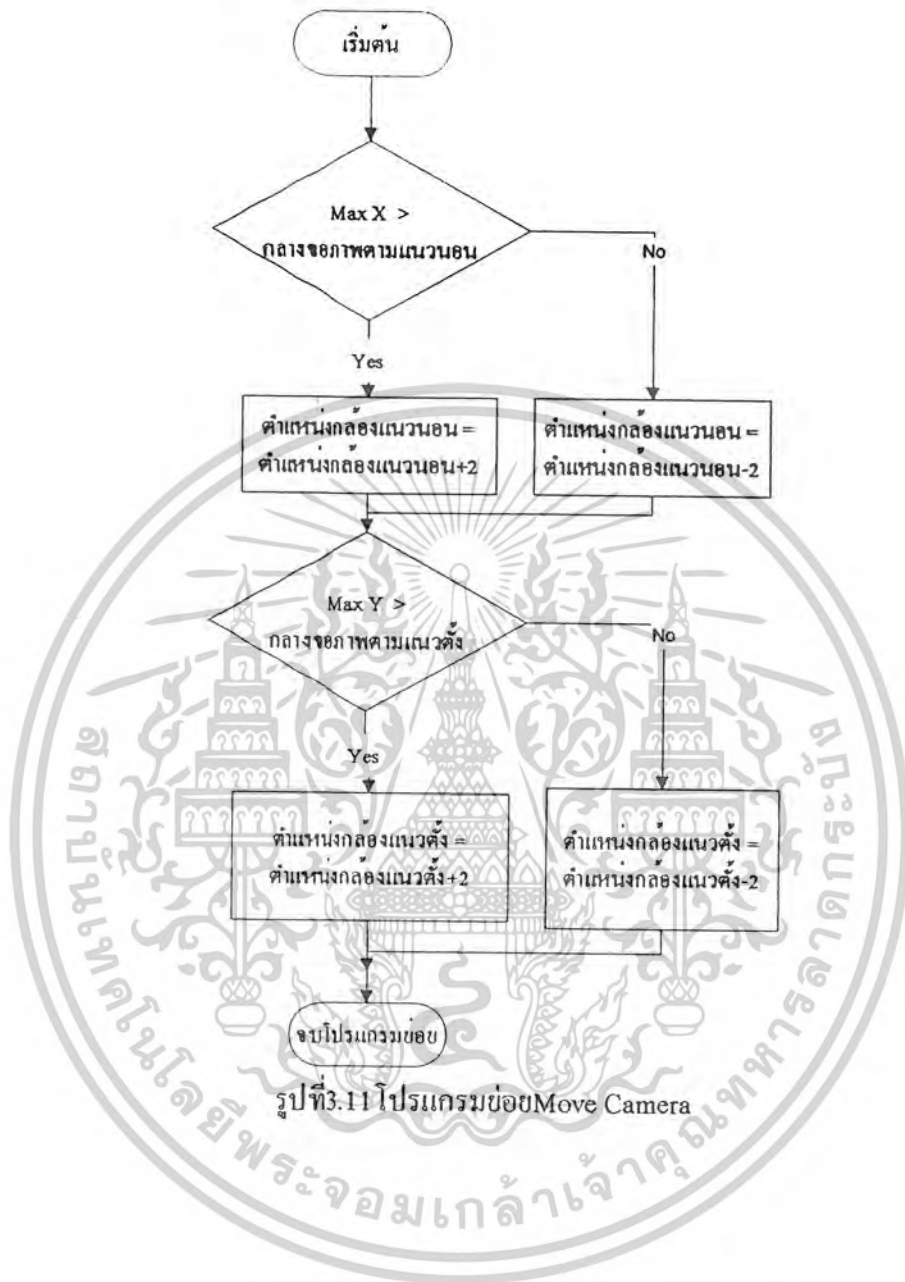
รูปที่3.9 โปรแกรมย่อย Find MaxX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 โปรแกรมย่อย Find MaxY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

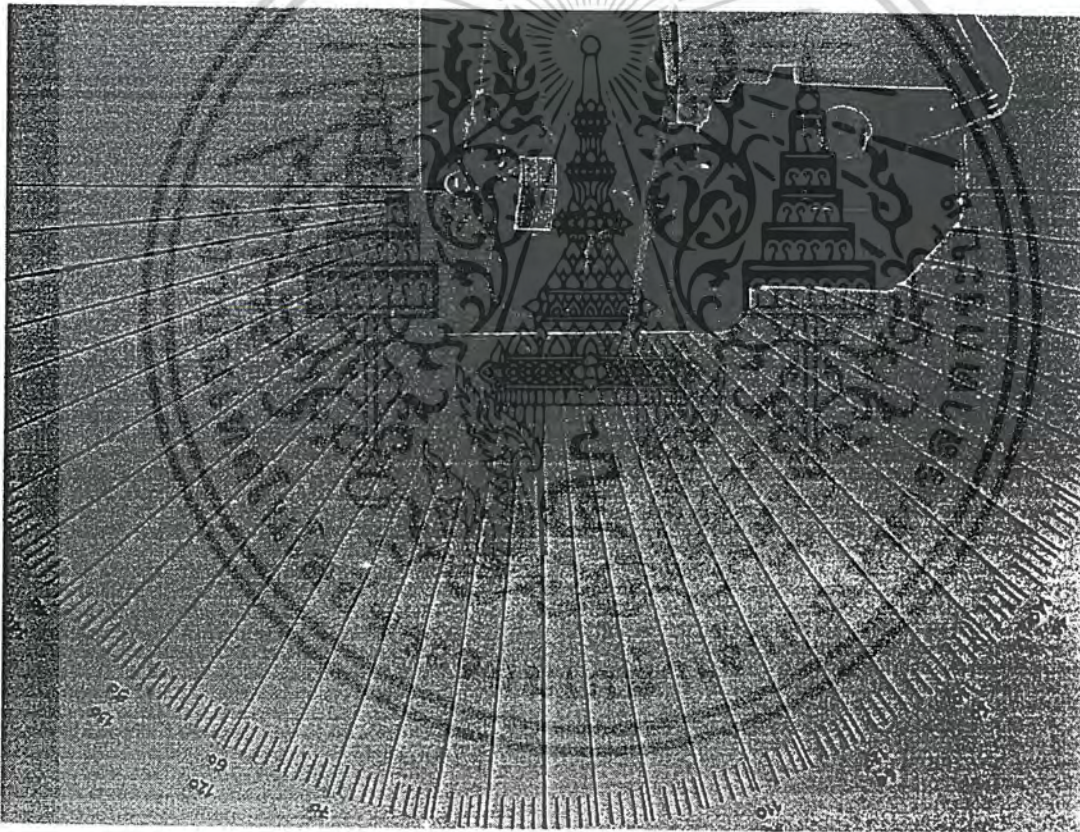
4.1 การทดลองการเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์ในแนวระดับ

4.1.1 ทำการวัดค่า Step ตามที่เซอร์โวเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยมุมที่กำหนดคือ 0 , 30 , 60

90 , 120 , 150 และ 180 องศาตามลำดับ

4.1.2 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง

4.1.3 หาค่าเฉลี่ยของ Step และ % ความผิดพลาด



รูปที่ 4.1 การวัดค่า Step การเคลื่อนที่ของเซอร์โวในแนวระดับ

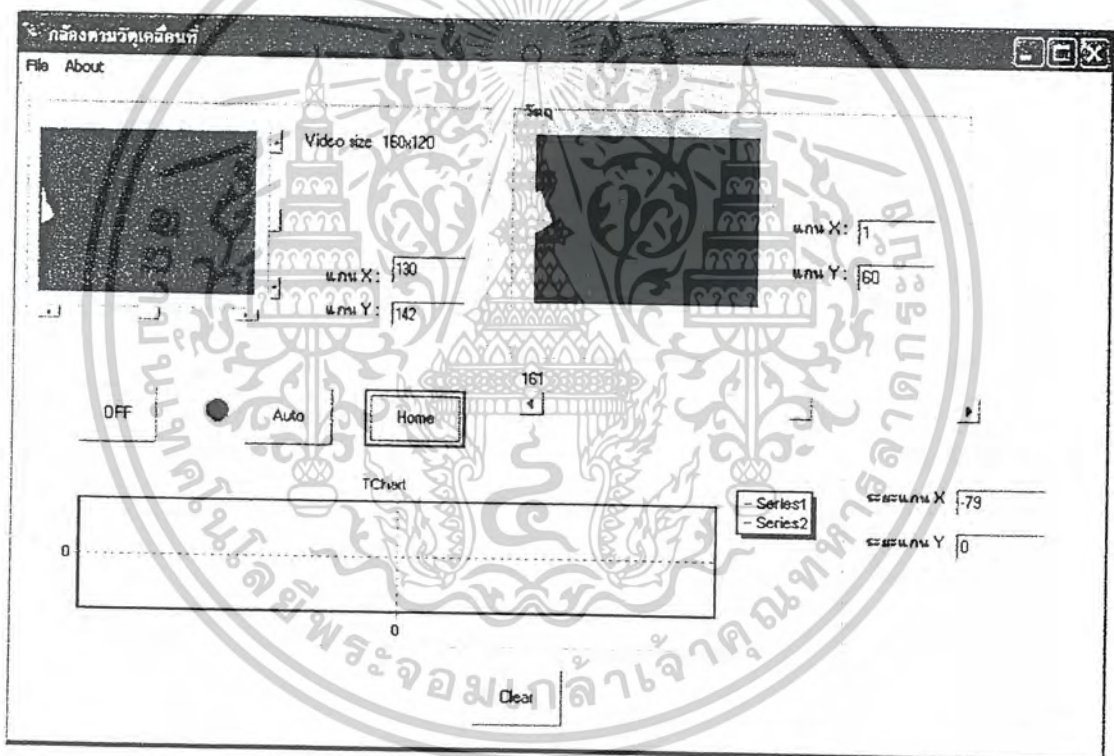
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองจับเวลาในการเคลื่อนที่ของกล้องตามวัตถุ

4.2.1 ทำการจับเวลาการเคลื่อนที่ของกล้องในขณะที่กล้องเห็นวัตถุจากตำแหน่งเริ่มต้น จนถึงตำแหน่ง lock

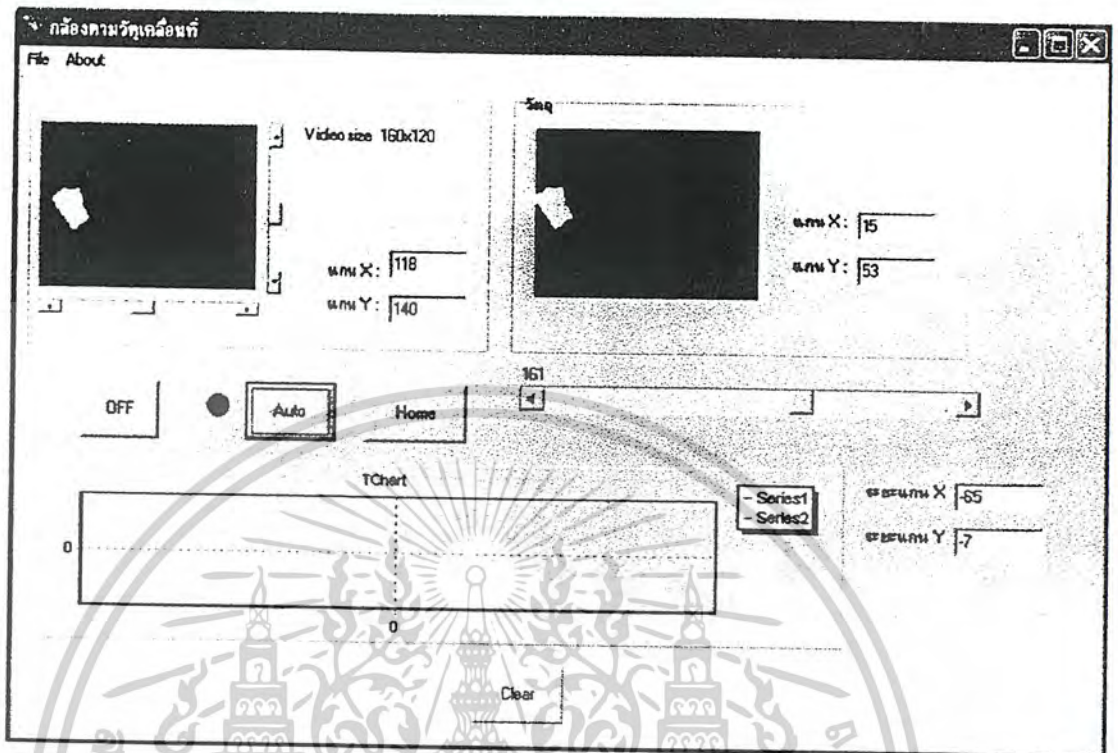
4.2.2 หาค่าเฉลี่ยของเวลาที่กล้องใช้ในการตามวัตถุ

4.2.3 ทำการวัดระยะห่างของวัตถุ กล้อง และฉาก

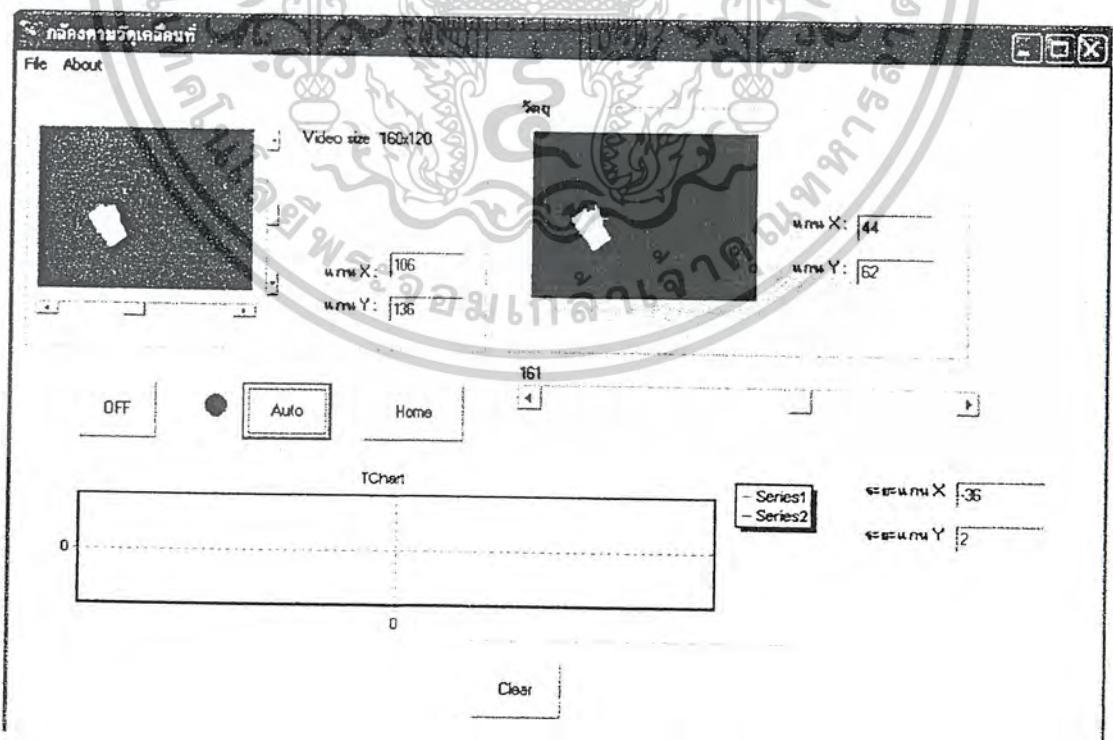


(ก) กล้องที่ตำแหน่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

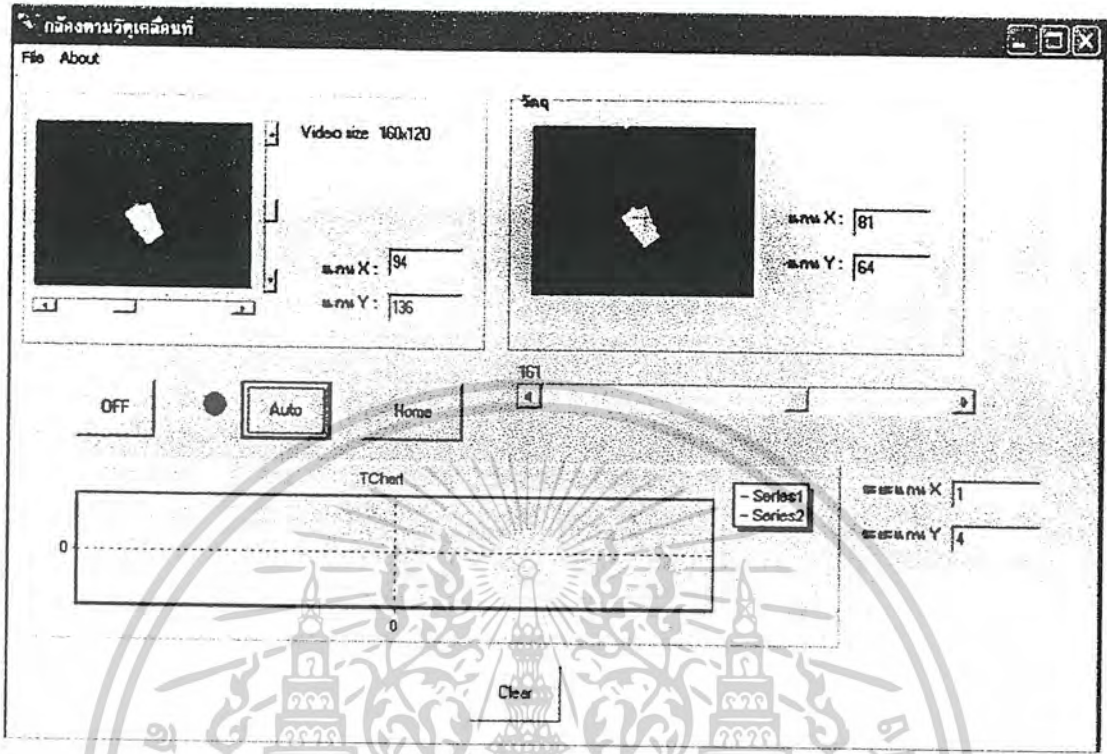


(ข) กล้องเริ่มเคลื่อนที่ตามวัตถุ



(ค) กล้องเคลื่อนที่ตามวัตถุเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง) กล้องเคลื่อนที่จนถึงตำแหน่ง lock
รูปที่ 4.2 การทดลองจับเวลาในการเคลื่อนที่ของกล้องตามวัตถุ

4.3 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า Step ที่วัดได้ในแนวระดับ

มุม (องศา)	Step	การทดลองครั้งที่										ค่าเฉลี่ย	% ผิดพลาด
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	6	6	5	6	6	6	6	8	8	7	7	6.5	+8.33
30	45	46	46	44	46	46	46	48	48	47	48	46.5	+3.33
60	85	85	83	85	85	85	83	87	85	85	85	84.8	-0.24
90	122	122	121	121	122	122	120	122	122	123	123	121.8	-0.16
120	159	160	159	159	160	160	157	160	159	159	161	159.4	+0.25
150	201	199	199	200	200	200	198	201	200	200	200	199.5	-0.74
180	243	242	242	242	243	243	241	243	244	243	244	242.5	-0.20

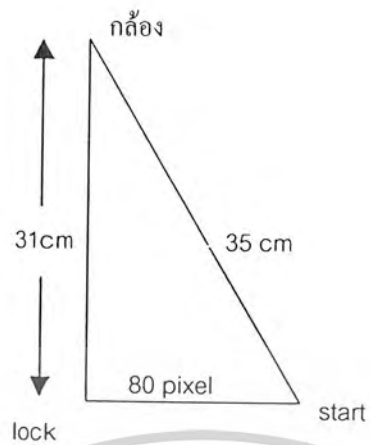
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 สิ่งที่ได้ทำการทดลองคือการวัดค่าของสเต็ปการเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์ตามค่ามุมที่กำหนดไว้ โดยค่ามุม 0 องศา มีค่าสเต็ปเท่ากับ 6 ,มุม 30 องศา มีค่าสเต็ปเท่ากับ 45, มุม 60 องศา มีค่าสเต็ปเท่ากับ 85, มุม 90 องศา มีค่าสเต็ปเท่ากับ 122, มุม 120 องศา มีค่าสเต็ปเท่ากับ 159, มุม 150 องศา มีค่าสเต็ปเท่ากับ 201 และมุม 180 องศา มีค่าสเต็ปเท่ากับ 243 และผลที่ได้คือสเต็ปการเคลื่อนที่ของเซอร์โวมียุ่ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าค่าของสเต็ปการเคลื่อนที่ของเซอร์โวตามมุมที่เรากำหนดมีตำแหน่งคงที่นั่นเอง

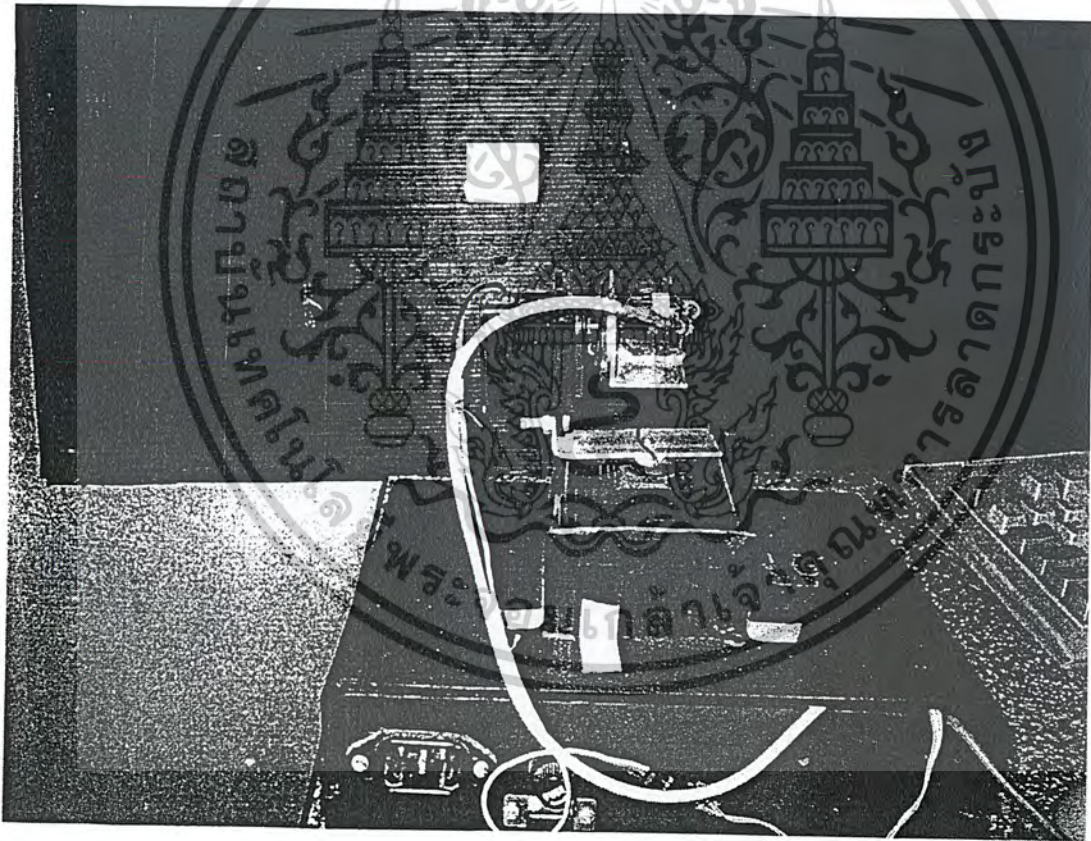
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเวลาที่กล้องเคลื่อนที่ตามวัตถุในแนวระดับ

การทดลองครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
เวลา (วินาที)	16.17	16.58	16.36	15.92	15.84	16.22	15.83	16.47	16.85	16.46	16.27

ในส่วนของการทดสอบการจับเวลาการเคลื่อนที่ของกล้องจากตำแหน่งเริ่มต้นที่กล้องเริ่มเห็นวัตถุจนถึงตำแหน่งที่วัตถุอยู่กึ่งกลางจอภาพนั้น กล้องจะใช้เวลาในการเคลื่อนที่โดยเฉลี่ยเท่า 16.27 วินาที ซึ่งระยะห่างของกล้องกับวัตถุที่กล้องเห็น ณ กึ่งกลางจอภาพมีค่าเท่ากับ 31 cm. ส่วนระยะทางที่กล้องเคลื่อนที่ไปเท่ากับ 17 cm.



17 cm



รูปที่ 4.3 แสดงระยะห่างของก่อดิ่ง และวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

5.1 สิ่งที่ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1

1. ส่วนของโปรแกรม

- เขียนโปรแกรมการรับภาพกล้อง
- เขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่เซอร์โวมอเตอร์โดยการบังคับด้วยมือผ่านทางคอมพิวเตอร์

2. ส่วนของวงจร

- วงจรรับค่าจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมมาควบคุมเซอร์โว

3. ส่วนของตัวกล้อง

- ฐานยึดกล้องในแนวตั้งฉากและแนวระดับ

5.2 สิ่งที่ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2

1. ส่วนของโปรแกรม

- เขียนโปรแกรมให้กล้องรับภาพมาแล้วประมวลผลการเคลื่อนที่ของวัตถุแล้วส่งการให้เซอร์โวหมุนตามวัตถุที่เคลื่อนที่โดยอัตโนมัติ ซึ่งพื้นฉากมีสีเดียวกัน ส่วนวัตถุมีสีต่างจากพื้นฉาก รวมถึงค่าของระยะทางจากกล้องกับวัตถุต้องคงที่
- เพิ่มความละเอียดของมุมในการเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์ให้มากขึ้น

2. ส่วนของตัวกล้อง

- ฐานของตัวกล้องมีความแข็งแรงมากกว่าตอนที่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1.จากการทดสอบการหมุนของกล้องความละเอียดในการเลื่อนต่อหนึ่งสเต็ปจะเท่ากับ0.75 องศา ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 10เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความละเอียดมากกว่าทอม1 ซึ่งมีค่าการเลื่อนต่อหนึ่งสเต็ป13องศา

2.ความเร็วในการหมุนตามวัตถุยังมีความช้าอยู่เนื่องจากมีกล้องเพียงตัวเดียวซึ่งไม่สามารถหาระยะทางในการเลื่อนที่ของวัตถุกับการเลื่อนของภาพในจอที่ระยะวัตถุห่างจากกล้องที่ระยะต่างกันมีค่าไม่เท่ากันทำให้การเปลี่ยนตำแหน่งของกล้องจำเป็นต้องค่อยเลื่อนกล้องทีละสเต็ปซึ่งการส่งค่าให้กล้องหมุนจะกินเวลาในการหมุนอยู่5ms ต่อการเลื่อนกล้องหนึ่งสเต็ป ที่ความเร็วในการส่ง 9600บิตต่อวินาที และการประมวลผลภาพในแต่ละครั้งต้องใช้เวลาานพอสมควรเมื่อใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วCPU 900MHz

3.ระบบในการตรวจจับวัตถุและพื้นหลังใช้วิธีการนำเอาค่าสีมาใช้ในการคำนวณ ทำให้มีปัญหาในเรื่องของแสงอยู่บ้าง และจำเป็นต้องมีพื้นหลัง ทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ แต่เราก็ได้มีการปรับปรุงระบบให้มีข้อจำกัดในส่วนนี้น้อยลงเท่าที่จะทำได้ ถ้ามีการพัฒนาจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นอย่างมาก

4.จากการสังเกตภาพที่ได้มาจากคอมพิวเตอร์ ImageEn มีความช้าอยู่บ้างทำให้มีการหน่วงเวลาของภาพและการประมวลผลภาพช้าลง ถ้าเราสามารถที่จะสามารถที่จะเขียนโปรแกรมให้ติดต่อกับกล้องได้โดยตรงจะทำให้เวลารวมของระบบดีขึ้น

หนังสืออ้างอิง

กฤษฎา ใจเย็น,อรรถพล บุญยะโกคา,ชัยวัฒน์ ลิ้มพจรจิตรวิไล,”เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อ
คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม” Innovative Experiment Co., Ltd
ชัยวัฒน์ ลิ้มพจรจิตรวิไล,วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล,”เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์
MCS51”Innovative Experiment Co., Ltd
สุเจตน์ จันทรัมย์,”ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051”
รองศาสตราจารย์ สมยศ จุณณะปิยะ,”การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS51”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้