สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การรู้จำวัตถุด้วยรหัสลูกโซ่และโมเมนต์

OBJECT RECOGNITION BY CHAIN CODE AND MOMENT

นายปรัชญา อัจฉริยะภากร

นายวันทิตย์ นาท่ม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61923
วัน,เดือน,ปี 24 ก.ค. 2549

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OBJECT RECOGNITION BY CHAIN CODE AND MOMENT

PRACHAYA ACHARIYAPAGON

WANTIT NATOM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การรู้จำวัตถุด้วยรหัสลูกโซ่และโมเมนต์

OBJECT RECOGNITION BY CHAIN CODE AND MOMENT

นักศึกษาผู้จัดทำ นายปรัชญา อัจฉริยะภากร **รหัสประจำตัว** 44010288

นายวันทิตย์ นาท่ม **รหัสประจำตัว** 44010437

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2547

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันจันทร์ที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2548

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การรู้จำวัตถุด้วยรหัสลูกโซ่และโมเมนต์
	OBJECT RECOGNITION BY CHAIN CODE AND MOMENT
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายปรัชญา อัจฉริยะภากร
	นายวันทิตย์ นาท่ม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีการวิเคราะห์ภาพ การจดจำและการแยกแยะภาพ โดยใช้ทฤษฎีรหัสลูกโซ่และโมเมนต์ของภาพ โดยจะนำไปใช้ในการแยกแยะและจดจำวัตถุในกระบวนการคัดแยกวัตถุ ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างจากวัตถุต้นแบบ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานควบคุมคุณภาพได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Object Recognition by Chain Code and Moment
Authors	Mr. Prachaya Achariyapagon
	Mr. Wantit Natom
Thesis Adviser	Assoc.Prof.Dr. Fusak Cheevasuwit
Year	2004

ABSTRACT

This thesis is focused on image processing and image recognition theory by using chain code and moment for object recognition in order to separate another object which is difference from the reference model. Our scheme can be applied to quality control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก รองศาสตราจารย์ ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้ทำวิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียมิได้ก็คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ อันเป็นที่รักยิ่ง ที่ให้การสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง **3**

2.1 การประมวลผลภาพดิจิตอล 3

2.2 ประเภทของการกระทำกับภาพ 3

2.2.1 การกระทำแบบจุดต่อจุด(Point Operation) 3

2.2.2 การกระทำเฉพาะบริเวณ (Local Operation) 4

2.2.3 การกระทำกับภาพทั้งหมด (Global Operation) 5

2.3 พิกเซลข้างเคียง 5

2.4 การทำคอนโวลูชัน (Convolution) 6

2.5 การกรองสัญญาณภาพ (Image Filtering) 7

2.5.1 การทำภาพให้เรียบ (Image Smoothing) 8

2.5.2 การทำให้ภาพชัด (Image Sharpening) 8

2.5.3 การตรวจหาขอบ (Edge Detection) 8

2.6 ฮิสโทแกรม (Histogram) 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7 การทำเทรสโฮลดิ้ง (Thresholding) 11
2.7.1 ค่าเทรสโฮลด์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า 11
2.7.2 ค่าเทรสโฮลด์ที่กำหนดจากฮิสโทแกรม 11
2.7.3 การหาค่าเทรสโฮลด์จากสูตร 11
2.8 การจับคู่ (Matching) 12
2.9 การเข้ารหัสลูกโซ่เก็บตำแหน่งและทิศทาง 13
2.10 โมเมนต์ (Moment) 14

บทที่ 3 หลักการออกแบบและขั้นตอนการทำงานทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่อง 16
3.1 การทำงานของเครื่องจำวัตถุ 16
3.2 การทำงานของเซนเซอร์ 16
3.3 การทำงานของกล้อง 17
3.4 การทำงานของสายพานลำเลียง 17
3.5 การทำงานของกระบอกลม 18
3.6 ชุดควบคุมและอินเตอร์เฟส 18
3.7 โครงสร้างของโปรแกรม 20
3.7.1 การรับภาพ 21
3.7.2 การแปลงภาพเป็นขาวดำ 21
3.7.3 การหาตำแหน่งของรูป 22
3.7.4 การหาขอบของรูป 22
3.7.5 การหมุนภาพ 22
3.7.6 การหาค่าเฉลี่ยและค่าโมเมนต์ทางสถิติ 22
3.8 การเก็บภาพ 23
3.9 การเปรียบเทียบภาพ 24
3.10 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง **26**

4.1 การพิจารณาส่วนที่เป็นวัตถุ 26

4.2 ผลการจำวัตถุวัตถุและเปรียบเทียบวัตถุด้วยวิธีเข้ารหัสลูกโซ่ และโมเมนต์ 28

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองโครงงาน **34**

5.1 กล่าวนำ 34

5.2 สรุปปัญหาในการทำโครงงานและข้อเสนอแนะ 34

5.2.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงาน 34

5.2.2 ข้อเสนอแนะ 34

บรรณานุกรม **35**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การกระทำแบบจุดต่อจุด 4
2.2 การกระทำเฉพาะบริเวณ 4
2.3 การกระทำแบบทั้งหมด....5
2.4 (ก) พิกเซลข้างเคียงแบบ 4 และ (ข)พิกเซลข้างเคียงแบบ 8 6
2.5 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำให้ภาพเรียบ 8
2.6 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้ชัด....8
2.7 (ก) แสดงมาส์คพีวิธแนวนอน (ข) แสดงมาส์คพีวิธแนวตั้ง 9
2.8 (ก) แสดงมาส์คโซเบลแนวนอน (ข) แสดงมาส์คโซเบลแนวตั้ง 9
2.9 แสดงฮิสโทแกรม....10
2.10 แสดงลักษณะของฮิสโทแกรมที่มีความสว่างแตกต่างกัน 10
2.11 แสดงการเลือกค่าเทรสโฮลด์จากฮิสโทแกรม 11
2.12 (ก) ทิศทางของรหัสแบบ 8 ทิศทาง (ข) ตัวอย่างรูปภาพที่นำมาเข้ารหัสลูกโซ่....13
3.1 แสดงระยะทางที่กำหนดเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้า 16
3.2 กล้อง USB PC Camera....17
3.3 (ก) แสดงมอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ (ข)แสดงเกียร์สำหรับลดรอบมอเตอร์ 17
3.4 (ก) โซลีนอยด์วาล์วแบบ 5/2 (ข) กระบอกลม....18
3.5 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์อื่นๆ....18
3.6 แผนผังแสดงการทำงานของเครื่อง 19
3.7 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม 20
3.8 การแปลงเป็นภาพขาวดำ....21
3.9 ขั้นตอนการเก็บภาพ....23
3.10 ขั้นตอนการเปรียบเทียบภาพ....24
3.11 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน....25
4.1 แสดงภาพต้นแบบ....26
4.2 แสดงภาพที่เป็นไบนารี 26
4.3 รูปภาพหลังจากกำจัดสัญญาณรบกวน 27
4.4 (ก) (ข) (ค) แสดงภาพไบนารีหลังจากหมุนไปด้วยมุมต่างๆ 28
4.5 (ก) (ข) (ค) และ(ง) แสดงตัวอย่างการเก็บตัวอย่างของวัตถุที่มีมุมแตกต่างกัน....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.6 (ก) (ข) (ค) (ง) และ(จ) ตัวอย่างผลการทดลองในการเปรียบเทียบวัตถุต่างๆ..... 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย

ในปัจจุบันนี้โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตและกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งนำมาซึ่งตัวสถิติที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตนั้นจะก้าวหน้าไปอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลลัพธ์ของกระบวนการก็ยังไม่สามารถผลิตให้ได้เหมือนกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้หมดทุกชิ้น ดังนั้นการศึกษาการรู้จำวัตถุจึงเกิดขึ้นเพื่อให้สามารถทำการคัดแยกวัตถุที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างไปจากวัตถุต้นแบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ถึงแม้ว่าจะมีวิธีการที่หลากหลายในการคัดแยกวัตถุในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามยังมีการพัฒนาวิธีการดังกล่าวอย่างหลากหลาย สำหรับปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการจดจำวัตถุด้วยรหัสลูกโซ่และโมเมนต์ ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการที่ดีซึ่งสามารถรู้จำ รวมทั้งคัดแยกวัตถุที่มีลักษณะทางกายภาพของวัตถุที่แตกต่างจากวัตถุต้นแบบ และวิธีนี้ถือเป็นวิธีที่สามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว จึงเหมาะสมอย่างยิ่งในการพัฒนาและศึกษาหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับงานคัดแยกนี้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ระบบการจดจำวัตถุในปริญญานิพนธ์เล่มนี้ มีหลักการสำคัญ 2 ประการ คือนำข้อมูลภาพของวัตถุต้นแบบมาทำกระบวนการไบนาไรเซชัน (Image Binarization) และกระบวนการจำแนกภาพ (Image Segmentation) แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้เข้าสู่กระบวนการจดจำภาพ (Image Recognition)

หลังจากเข้าสู่กระบวนการจำภาพด้วยวิธีเข้ารหัสลูกโซ่และค่าเฉลี่ยโมเมนต์ของภาพ ในมุมมองต่างๆแล้ว ก็จะนำค่าที่ได้ดังกล่าวเก็บไว้ในหน่วยความจำ และขั้นตอนต่อไปก็คือการรับภาพของวัตถุที่จะนำมาเปรียบเทียบมาทำกระบวนการในลักษณะเดิม ซึ่งจะได้ค่าของรหัสลูกโซ่รวมทั้งโมเมนต์ของภาพ ค่าดังกล่าวนี้จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากวัตถุต้นแบบ เพื่อนำมาซึ่งการตัดสินใจยอมรับวัตถุ หรือ คัดแยกวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถออกแบบและใช้งานกล้อง Web Cam ในการนำภาพมาวิเคราะห์ได้
2. วิเคราะห์วัตถุต้นแบบและวัตถุที่นำมาเปรียบเทียบได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบกระบวนการการคัดแยกของเสียได้
4. ลดความเสี่ยงในการนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานออกสู่ผู้บริโภค
5. นำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในงานด้านอื่นๆต่อไป

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เริ่มจากการตรวจสอบดูลักษณะรูปแบบของระบบเดิม ว่ายังมีข้อด้อยในส่วนใดอยู่บ้างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงาน จากนั้นทำการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับระบบรู้จำภาพในลักษณะต่างๆ รวมทั้งศึกษาการใช้งานในฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรม Microsoft Visual Basic ที่ใช้ในการประมวลผลภาพ และทำการเขียนโปรแกรมโดยใช้ข้อมูลจากภาพที่ได้ในรูปของตัวเลข มาผนวกเข้ากับทฤษฎีของรหัสลูกโซ่และโมเมนต์ เพื่อทำการวิเคราะห์ภาพที่นำมาเปรียบเทียบ และทำการทดลองและสรุปผลเป็นขั้นตอนสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีการประมวลผลภาพ

2.1 การประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพดิจิตอล (Image Processing) เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลภาพดิจิตอลเข้ามาทำการประมวลผล และให้ข้อมูลออกมาเป็นข้อมูลภาพใหม่ ซึ่งเป็นการประมวลผลส่วนใหญ่จะเน้นในด้านการปรับปรุงให้ดีขึ้น (Image Enhancement) การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) การคืนสภาพของรูปภาพ (Image Restoration) การแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ (Image Segmentation) การแปลงภาพ (Image Transform) และการบีบอัดภาพ (Image Compression)

2.2 ประเภทของการกระทำกับภาพ

การประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งต่อภาพนำเข้า เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์มีลักษณะของภาพเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งการกระทำกับภาพที่ใช้ในการประมวลผลภาพดิจิตอลมีหลายแบบ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะและการแยกแยะประเภทของการกระทำจะช่วยให้สามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการกระทำในแต่ละแบบ หรือการประมาณความซับซ้อนของการกระทำกับภาพที่ใช้

การกระทำของภาพในการประมวลผลภาพทางดิจิตอล แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภทคือ

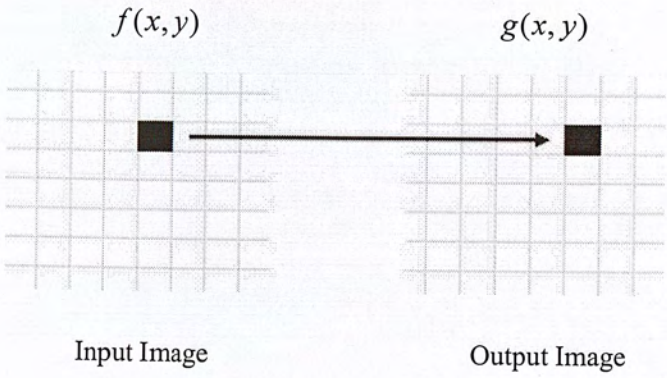
2.2.1 การกระทำแบบจุดต่อจุด(Point Operation)

การกระทำการแบบความเข้มแสงในแต่ละพิกเซล ผลลัพธ์จะขึ้นกับความเข้มแสงของพิกเซลในภาพนำเข้า ณ ตำแหน่งที่สมนัยกันดังภาพที่ 2.1 ลักษณะการกระทำกับภาพนี้ได้แก่ การปรับความสว่าง หรือความคมชัดของภาพ การบวก ลบ คูณ และหารภาพดิจิตอล หรือการกระทำทางตรรกะต่างๆ เป็นต้น

ถ้า $f(x,y)$ และ $g(x,y)$ เป็นภาพที่นำเข้ามาและภาพผลลัพธ์ตามลำดับ ค่าของพิกเซล $g(x,y)$ จะมีค่าดังนี้

$$g(x_1,y) = \tau[f(x_1,y)] \text{ ; เมื่อ } \tau \text{ คือการกระทำใดๆกับภาพ} \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



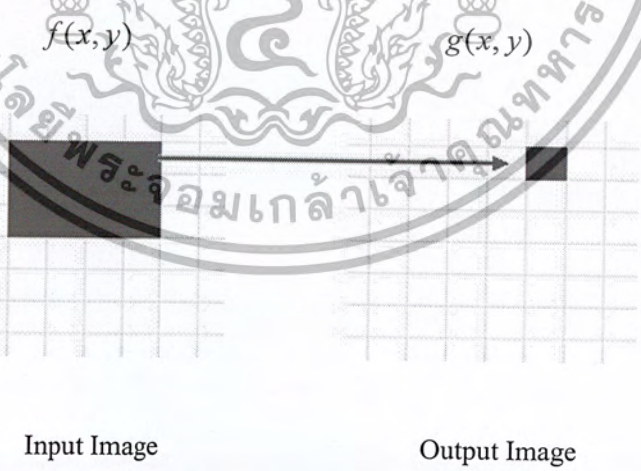
ภาพที่ 2.1 การกระทำแบบจุดต่อจุด

2.1.2 การกระทำเฉพาะบริเวณ (Local Operation)

สำหรับการกระทำประเภทนี้ ค่าความเข้มของแสงของพิกเซลในแต่ละจุดในภาพผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มแสงของพิกเซลที่อยู่ในบริเวณเดียวกันจากภาพนำเข้า (Neighborhood Pixels) ดังภาพที่ 2.2 ลักษณะการกระทำประเภทนี้ได้แก่ การหาขอบ (Edge Detection) การกรองสัญญาณ (Filtering)

ถ้าฟังก์ชัน $f(x,y)$ และ $g(x,y)$ เป็นภาพที่นำเข้ามาและภาพผลลัพธ์ตามลำดับ ค่าของพิกเซล $g(x,y)$ จะมีค่าดังนี้

$$g(x_1,y) = \tau\ [neighborhood\ of\ f(x,y)] \tag{2.2}$$



ภาพที่ 2.2 การกระทำเฉพาะบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การกระทำกับภาพทั้งหมด (Global Operation)

การกระทำประเภทนี้ค่าความเข้มของแสงในแต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์ จะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มแสงของทุกพิกเซลในภาพนำเข้า ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 2.3 ลักษณะการกระทำภาพประเภทนี้ได้แก่ การทำเทรสโฮลดิ้ง (Thresholding) การทำฮิสโทแกรม เป็นต้น

ถ้าฟังก์ชัน $f(x,y)$ และ $g(x,y)$ เป็นภาพที่นำเข้ามาและภาพผลลัพธ์ตามลำดับ ค่าของพิกเซล $g(x,y)$ จะมีค่าดังนี้

$$g(x_1,y) = \tau\,[\,f(x_1,y)\ for\ all\ i] \tag{2.3}$$

$f(x,y)$ $g(x,y)$

Input Image Output Image

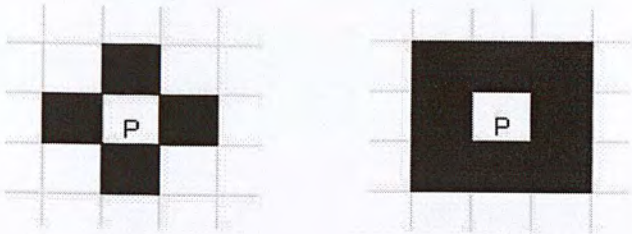
ภาพที่ 2.3 การกระทำแบบทั้งหมด

2.3 พิกเซลข้างเคียง

การประมวลผลภาพดิจิตอลนั้น มีการกระทำหลายแบบที่ใช้กลุ่มของพิกเซลข้างเคียงเป็นหลัก นอกจากนี้การเชื่อมต่อระหว่างพิกเซลจะกระทำได้เฉพาะกับพิกเซลข้างเคียงเท่านั้น ดังนั้นการเข้าใจคำนิยามของพิกเซลข้างเคียงจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการประมวลผลภาพ ลักษณะการกำหนดพิกเซลข้างเคียงสามารถกำหนดได้เป็น 2 แบบ คือ พิกเซลข้างเคียงแบบ 4 พิกเซล ซึ่งพิกเซลจะเรียงตัวเป็นรูปกากบาท และพิกเซลข้างเคียงแบบ 8 พิกเซล ซึ่งพิกเซลจะเรียงตัวเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังภาพที่ 2.4

ถ้ากำหนดให้พิกเซล p ตำแหน่งอยู่ที่ (x,y) และ $N_4(p)$ กับ $N_g(p)$ คือพิกเซลข้างเคียงแบบ 4 พิกเซล และพิกเซลข้างเคียงแบบ 8 พิกเซล ตามลำดับ และ $N_d(p)$ เป็นพิกเซลที่อยู่ตำแหน่ง $(x+1,y+1)$, $(x+1,y-1)$, $(x-1,y+1)$, $(x-1,y-1)$ ในขณะที่สมาชิกของ $N_4(p)$ กับ $N_8(p)$ จะประกอบด้วย p , $N_4(p)$, $N_d(p)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

ภาพที่ 2.4 (ก) พิกเซลข้างเคียงแบบ 4 และ (ข) พิกเซลข้างเคียงแบบ 8

2.4 การทำคอนโวลูชัน (Convolution)

การทำคอนโวลูชันในเชิงของการประมวลผลภาพ จะเป็นการกระทำระหว่างภาพนำเข้า $f(x,y)$ ที่มีขนาด $N \times N$ เมื่อ N เป็นจำนวนเต็มใดๆกับมาส์ค (Mask) $m(x,y)$ ซึ่งเป็นภาพที่มีขนาด $M \times M$ เมื่อ M เป็นเลขจำนวนเต็มใดๆ (ปกติเป็นเลขคี่) และมีขนาดน้อยกว่ามากๆ เช่น 3×3, 5×5, 7×7 เป็นต้น ผลลัพธ์ความเข้มแสงใหม่ที่ได้จากการทำคอนโวลูชันจะถูกเก็บไว้ในภาพผลลัพธ์ $g(x,y)$ ซึ่งขั้นตอนการทำคอนโวลูชันเป็นไปตามสมการ

$$g(x,y) = \sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1}\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1} f(i,j)m(x-i,y-j) \qquad (2.4)$$

จากสมการจะเห็นได้ว่าการทำคอนโวลูชันจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กลับ (Flip) มาส์คเทียบกับตำแหน่งจุดกลางของมาส์ค เมื่อใช้มาส์คที่มีขนาดเป็นเลขจำนวนเต็มคี่ ซึ่งโดยปกติมาส์คที่ใช้ในการประมวลผลภาพจะมีลักษณะสมนัยทั้งแนวแกน x และแนวแกน y ทำให้มาส์คที่ได้มีลักษณะเหมือนเดิม ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงมักถูกละไว้และการกำหนดมาส์คจะกำหนดในลักษณะที่เป็นมาส์คหลังการกลับแล้ว
2. เลื่อนมาส์คให้ไปทาบภาพนำเข้าโดยให้จุดกลางของมาส์คตรงกับพิกเซล $f(x,y)$ ทำการคูณค่าความเข้มแสงระหว่างค่าพิกเซลของมาส์ค และค่าพิกเซลของภาพที่นำเข้าที่ ณ ตำแหน่งเดียวกันแบบจุดต่อจุด
3. บวกผลคูณที่ได้ ในขั้นตอนที่ 3 ทั้งหมด และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใส่เป็นค่าความเข้มแสงของภาพผลลัพธ์ ณ ตำแหน่งเดียวกันกับพิกเซลของภาพนำเข้า นั่นคือ $g(x,y)$
4. เลื่อนตำแหน่งไปที่พิกเซลถัดไปของภาพนำเข้า ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 4 จนกระทั่งครบพิกเซลทุกตัวในภาพนำเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีมาส์คขนาด 3×3 ที่มีค่า ณ ตำแหน่งต่างๆหลังจากการกลับแล้วดังนี้

$$\begin{bmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ G & H & I \end{bmatrix}$$

เมื่อนำมาส์คนี้ไปทาบกับพิกเซล p ณ ตำแหน่ง (x,y) ของภาพนำเข้า $f(x,y)$ ผลลัพธ์ที่ได้ ของการทำคอนโวลูชัน จะได้ค่าความเข้มแสงของพิกเซล q ณ ตำแหน่งเดียวกันกับภาพผลลัพธ์ $g(x,y)$ มีค่าดังนี้

$$\begin{aligned} q = g(x,y) &= Af(x-1,y-1) + Bf(x-1,y) + CF(x-1,y+1) \\ &\quad + Df(x-1,y+1) + Ef(x,y) + Ff(x,y) \\ &\quad + Gf(x+1,y-1) + Hf(x+1,y) + Ff(x+1,y+1) \end{aligned} \tag{2.5}$$

จากนั้นมาส์คจะเลื่อนไปที่ตำแหน่งขวามือ นั่นคือ $f(x,y+1)$ โดยจะทำไปเรื่อยๆจนครบทุกพิกเซลของภาพนำเข้า

จากขั้นตอนการคอนโวลูชันจะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการให้มาส์คทุกตัวทาบลงบนภาพนำเข้าได้พอดี จะต้องข้ามไม่ทำการคอนโวลูชันในแถวแรกๆ แถวท้ายๆ หลักแรกๆ และหลักท้ายๆ ซึ่งจำนวนที่หายไปขึ้นอยู่กับขนาดของมาส์ค เช่น มาส์คขนาด 3×3 การทำคอนโวลูชันจะไม่ทำกับพิกเซลแถวแรก แถวสุดท้าย หลักแรก และหลักสุดท้าย

2.5 การกรองสัญญาณภาพ (Image Filtering)

การกรองสัญญาณเป็นพื้นฐานที่ใช้งานกันแพร่หลาย สำหรับงานด้านการประมวลผลภาพ การกรองสัญญาณภาพเป็นเทคนิคแบบหนึ่งของการปรับปรุงคุณภาพ (Image Enhancement) ที่มีจุดมุ่งหมายในการกำจัดความถี่ต่ำ และความถี่สูง หรือความถี่ของสัญญาณช่วงหนึ่งๆ การกรองสัญญาณสามารถทำได้ทั้งในโดเมนเวลา และโดเมนความถี่ แต่การกรองสัญญาณภาพในโดเมนเวลาทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า หลักการของการกรองสัญญาณภาพในโดเมนเวลาเป็นการทำแบบเฉพาะบริเวณแบบหนึ่ง ที่มีพื้นฐานการทำงานเป็นกระบวนการแบบคอนโวลูชัน ภาพต้นฉบับกับมาส์ครูปต่างๆ โดยที่ลักษณะของมาส์คที่ใช้จะเป็นตัวกำหนดผลลัพธ์ที่จะได้ ซึ่งการกรองสัญญาณภาพในโดเมนเวลาสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ 3 ประเภท คือ การทำภาพให้เรียบ (Image Smoothing) การทำภาพให้คมชัด (Image Sharpening) การตรวจหาขอบ (Edge Detection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การทำภาพให้เรียบ (Image Smoothing)

มีวัตถุประสงค์ในการกำจัดสัญญาณรบกวนซึ่งเป็นสัญญาณประเภทความถี่สูง โดยพื้นฐานอาศัยหลักในการทำการเฉลี่ยค่าความเข้มแสงเฉพาะบริเวณ หรืออีกนัยหนึ่งถือเป็นการกรองความถี่ต่ำของภาพ (Low-pass Filter) ผลกระทบของการทำให้เรียบก็คือภาพต้นฉบับจะพร่ามัว (Blurring Effect) มีความคมชัดน้อยลง เนื่องจากขอบของวัตถุในรูปภาพเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับค่าความเข้มแสง และจัดว่าเป็นสัญญาณความถี่สูงจะถูกกรองออกไป ดังนั้นเทคนิคการทำภาพให้เรียบส่วนใหญ่จะเน้นที่การกำจัดสัญญาณรบกวน แต่จะไม่ทำลายขอบของวัตถุในภาพ มาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้เรียบจะมีลักษณะที่พิกเซลทุกตำแหน่งจะมีค่าเป็นบวกทั้งหมด ตัวอย่างเช่น

$$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\end{bmatrix} \quad , \quad \frac{1}{16}\begin{bmatrix}1 & 2 & 1\\ 2 & 4 & 2\\ 1 & 2 & 1\end{bmatrix}$$

ภาพที่ 2.5 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำให้ภาพเรียบ

นอกจากนี้ยังมีการใช้มาส์คที่ไม่เป็นเชิงเส้นอยู่อีกหลายประเภทในการทำภาพให้เรียบ เช่น การใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าฐานนิยม (Mode) หรือการหาค่าเฉลี่ยที่ไม่เป็นเชิงเส้น

2.5.2 การทำให้ภาพชัด (Image Sharpening)

เป็นการกรองสัญญาณในโดเมนเวลา ที่ใช้มาส์คที่เป็นประเภทการหาอนุพันธ์ (Derivative) ของพิกเซลเฉพาะบริเวณ โดยที่การทำให้ภาพชัดนั้นจะทำให้บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในรูปภาพที่เด่นชัดขึ้น นั่นคือการทำงานในลักษณะกรองความถี่สูง (High-pass Filtering) มาส์คการทำภาพให้ชัดมีลักษณะที่มีทั้งค่าบวก และค่าลบ โดยที่จะมีค่าบวกอยู่บริเวณกึ่งกลางมาส์คและมีค่าลบอยู่โดยรอบ ดังตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix}0 & -1 & 0\\ -1 & 4 & -1\\ 0 & -1 & 0\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}-1 & -1 & -1\\ -1 & 8 & -1\\ -1 & -1 & -1\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}-2 & 1 & -2\\ 1 & 4 & 1\\ -2 & 1 & -2\end{bmatrix}$$

ภาพที่ 2.6 แสดงมาส์คที่ใช้ในการทำภาพให้ชัด

2.5.3 การตรวจหาขอบ (Edge Detection)

เป็นกระบวนการหาขอบของภาพมาส์คจะมีทั้งค่าบวกและค่าลบซึ่งจะมีการเรียงตัวแบ่งแยกกัน มาส์คที่ใช้จะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ตรวจหาขอบในแนวตั้ง และแนวนอน ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad ; G_x \text{ คือค่าของขอบในแนวตั้ง} \quad ; G_y \text{ คือค่าของขอบในแนวนอน} \qquad (2.6)$$

ตัวอย่างของมาส์คการตรวจหาขอบ

1. มาส์คพีวิธ (Prewitt)

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.7 (ก) แสดงมาส์คพีวิธแนวนอน (ข) แสดงมาส์คพีวิธแนวตั้ง

2. มาส์คโซเบล (Sobel)

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.8 (ก) แสดงมาส์คโซเบลแนวนอน (ข) แสดงมาส์คโซเบลแนวตั้ง

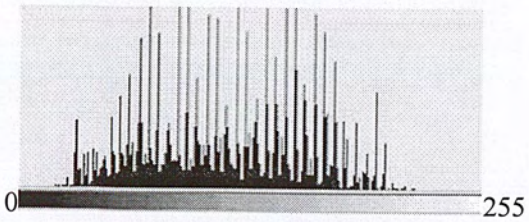
2.6 ฮิสโทแกรม (Histogram)

ฮิสโทแกรม คือ การแสดงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละความเข้มแสง (Intensity) หรือค่าระดับสีเทา (Gray Level) ฮิสโทแกรมสร้างได้โดย

1. แปลงเป็นภาพระดับเทา
2. นับจำนวนพิกเซลของระดับเทา
3. วาดกราฟแสดงผล

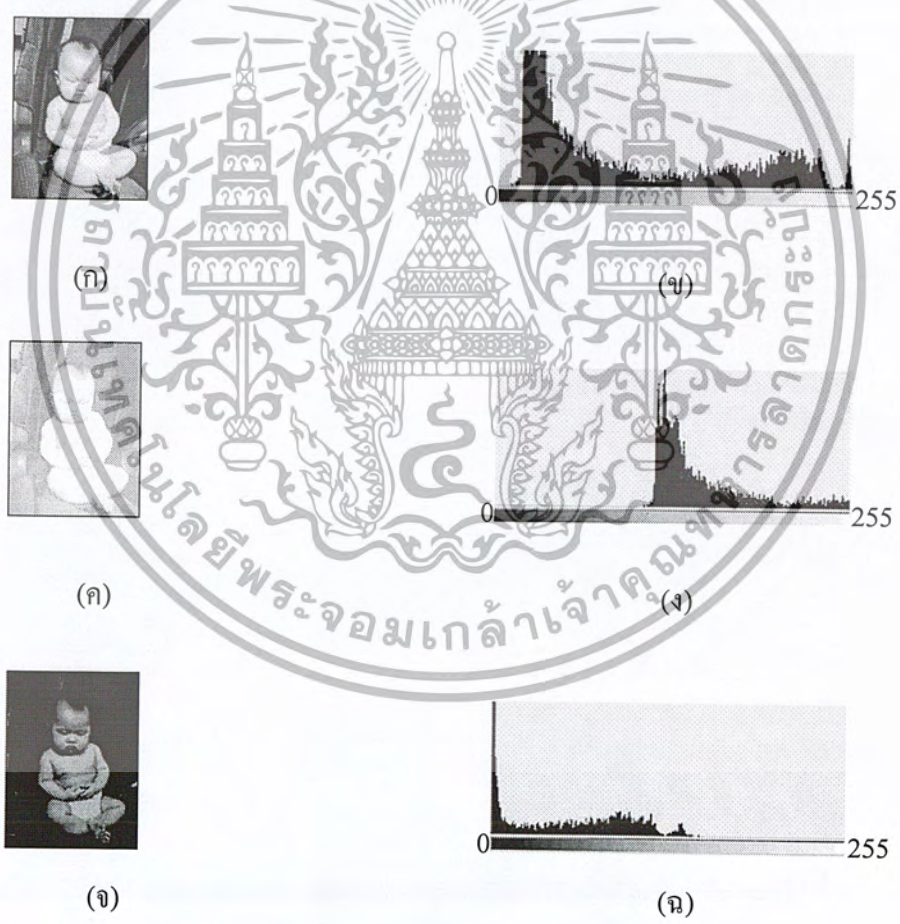
กราฟที่ได้จะเป็นกราฟแท่งแสดงจำนวนพิกเซลในแต่ละระดับค่าเทา แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าตำแหน่งใดมีระดับความเทาเท่าไร ดังภาพที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 แสดงฮิสโทแกรม

ฮิสโทแกรมจะแสดงลักษณะของภาพ คือถ้าพื้นที่กราฟส่วนใหญ่อยู่บริเวณค่อนไปทางระดับ “0” หมายถึงภาพนั้นจะมืด ถ้าพื้นที่กราฟส่วนใหญ่อยู่บริเวณค่อนไปทาง “255” หมายถึงภาพนั้นจะสว่าง ถ้าแท่งกราฟมีการกระจายตัวมากแสดงว่าภาพมีความแตกต่างของสีมาก ดังนี้



ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะของฮิสโทแกรมที่มีความสว่างแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การทำเทรสโฮลดิ้ง (Thresholding)

ในการจะเปลี่ยนภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) ให้เป็นภาพขาวดำ (Binary Image) จะใช้ค่าหนึ่งที่ใช้ในการตัดสินใจว่าค่าระดับสีเทาที่ค่าเท่าไรจึงจะเป็นระดับสีขาว หรือเท่าไรจะเป็นระดับสีดำ ค่าดังกล่าวนั้นคือค่าเทรสโฮลด์ การเลือกค่าเทรสโฮลด์สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

2.7.1 ค่าเทรสโฮลด์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

วิธีการนี้จะทำการกำหนดค่าเทรสโฮลด์ ซึ่งเป็นค่าคงที่ขึ้นมาเองโดยไม่ได้สนใจข้อมูลภาพนำเข้า เช่น การกำหนดค่าเทรสโฮลด์เท่ากับ 128, 150 เป็นต้น

2.7.2 ค่าเทรสโฮลด์ที่กำหนดจากฮิสโทแกรม

วิธีนี้จะใช้การเลือกค่าระดับสีเทาจากฮิสโทแกรมของภาพนำเข้า มาใช้เป็นค่าเทรสโฮลด์ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของภาพ และผู้เลือกใช้ ดังภาพที่ 2.11

ภาพที่ 2.11 แสดงการเลือกค่าเทรสโฮลด์จากฮิสโทแกรม

2.7.3 การหาค่าเทรสโฮลด์จากสูตร

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต การหาค่าเทรสโฮลด์จากค่าเฉลี่ยทำได้ดังสมการ

$$Threshold = \frac{1}{MN}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{M-1} f(x,y) \qquad (2.7)$$

2. ค่าสูงสุด-ต่ำสุด สามารถหาค่าเทรสโฮลด์ได้ดังสมการ

$$Threshold = \frac{Max\ (f(x,y)) + Min\ (f(x,y))}{2} \qquad (2.8)$$

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถหาค่าเทรสโฮลด์ได้โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\mu = \frac{1}{MN}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{M-1} g(x,y) \tag{2.9}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{x=0}^{n-1}\sum_{y=0}^{m-1}(g(x,y)-\mu)^2} \tag{2.10}$$

$$Threshold = k_1\mu + k_2\sigma \tag{2.11}$$

ค่า k_1, k_2 เป็นค่าคงที่มีค่าอยู่ในช่วง 1.0 ถึง 2.0

เมื่อเลือกค่าเทรสโฮลด์ได้แล้วจะนำมาใช้ในการแปลงภาพนำเข้าเป็นภาพขาวดำดังสมการ

$$g(x,y) = \begin{cases} 0 & for \quad f(x,y) < Threshold \\ 1 & for \quad f(x,y) \geq Threshold \end{cases} \tag{2.12}$$

2.8 การจับคู่ (Matching)

วิธีการจับคู่ที่ง่ายที่สุดนั้นคือการใช้เส้นตรง กลุ่มของเส้นตรง จุดหรือกลุ่มของจุด ส่วนการจับคู่ภาพขั้นที่สูงกว่านั้น และมีความซับซ้อนที่มากยิ่งขึ้น นั่นคือการแทนที่ภาพด้วยเทมเพลทหรือแพทเทิร์น (Pattern or Template representing) เช่น การพิมพ์แผงวงจร หรือการขยายส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร ส่วนขั้นที่สูงที่สุดและซับซ้อนที่สุดคือ การที่จับคู่ภาพๆ เดียวกันที่มาจากตำแหน่งที่แตกต่างกัน เช่น ภาพถ่ายพื้นผิวโลกที่ถ่ายได้จากเซ็นเซอร์ของดาวเทียมหลายๆ ดวง

วิธีการจับคู่รวมไปถึงการเคลื่อนที่ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การหมุนและบิดเบือนของภาพ ส่วนมากแล้วในทางอุตสาหกรรมนั้นจะใช้พิกัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก (Rectangular Coordinate System) ซึ่งจะทำการจับคู่โดยการเปลี่ยนพิกัดในทิศทาง x, y แต่จะไม่รวมวิธีการหมุนภาพ (Rotate) ไว้ด้วย เนื่องจากวิธีการหมุนภาพบนระนาบ ซึ่งสร้างจากพิกัดสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นจะมีความซับซ้อนมาก รูปร่างของพิกเซลและลักษณะของภาพนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามมุมการหมุน และนอกจากระบบพิกัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วระบบภาพจะสามารถสร้างบนระบบพิกัดมุม (Polar Coordinate System) ได้ และอีกอย่างหนึ่ง โดยการใช้โพลาร์ อาเรย์ เซ็นเซอร์ (Polar Array Sensor) ในการเก็บข้อมูล แต่ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีกล้องชนิดนี้ออกวางจำหน่ายทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะมีการหมุนภาพไป จะยังมีค่าคงที่อีกอันหนึ่งซึ่งเรียกว่าค่าโมเมนต์ของภาพจะสามารถนำค่านี้ไปใช้เปรียบเทียบการจับคู่กันซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

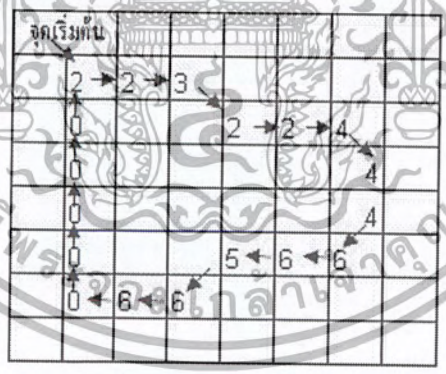
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การเข้ารหัสลูกโซ่เก็บตำแหน่งและทิศทาง

เป็นการนำข้อมูลภาพที่ผ่านการตรวจหาขอบของภาพมาแล้ว มาทำการเข้ารหัสลูกโซ่ เพื่อเก็บขอบเขตของลายวงจร ก็คือค่าโคออร์ดิเนต (x, y Co-ordinate) และทิศทางของจุดภาพนั่นเอง รหัสลูกโซ่นี้ได้จากการติดตามขอบของวัตถุ จนกระทั่งการติดตามนั้นกลับมาที่จุดเริ่มต้นอีกครั้ง จะสิ้นสุดการเข้ารหัสลูกโซ่และนำข้อมูลที่เข้ารหัสลูกโซ่แล้วนี้ มาทำการพิจารณาทำการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นต่อไป

รหัสทิศทางการเข้ารหัสลูกโซ่ที่ใช้เป็นแบบ 8-Connectivity สามารถแทนค่าตัวเลขให้แก่รหัสทิศทางได้เป็น 0,1,2,3,4,5,6 และ 7 ตามลำดับ ดังภาพที่ 2.12 (ก) และตัวอย่างการเข้ารหัสแบบ 8 ทิศทาง แสดงดังภาพ 2.12 (ข) จะได้รหัสลูกโซ่คือ 2-2-3-2-2-4-4-4-6-6-5-6-6-0-0-0-0-0

ภาพที่ 2.12 (ก) ทิศทางของรหัสแบบ 8 ทิศทาง



ภาพที่ 2.12 (ข) ตัวอย่างภาพที่นำมาเข้ารหัสลูกโซ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 โมเมนต์ (Moment)

ทฤษฎีโมเมนต์ของภาพสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจับคู่ภาพ และการจดจำภาพได้ เนื่องจากภาพที่มีลักษณะแตกต่างกันย่อมมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนที่แตกต่างกัน ดังนั้น ถึงแม้ว่าภาพจะมีลักษณะที่หมุนไปจากแนวแกนอย่างไรก็ย่อมให้ค่าของโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางที่เท่ากัน

สำหรับแนวระนาบซึ่งมีลักษณะเป็นแนวแกนร่วม x, y คุณลักษณะเฉพาะของภาพจะสามารถกำหนดได้ โดยมีเงื่อนไขว่าภาพจะต้องมีความต่อเนื่องและไม่เป็นศูนย์ที่ระนาบ ดังนั้น โมเมนต์ระดับต่างๆ และลำดับของโมเมนต์ (m_{pq}) สามารถแสดงได้ด้วยฟังก์ชัน $f(x,y)$ และโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางของภาพในรูปแบบดิจิตอลสามารถหาได้จาก

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x,y) \tag{2.13}$$

โดยที่ $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ และ $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

และ $$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x,y) \tag{2.14}$$

รูปทั่วไปของโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางในระนาบตั้งแต่ระดับศูนย์ถึงระดับ 3 สามารถแสดงได้ด้วยเทอมของ m_{pq} จะได้

$$\mu_{00} = m_{00} \qquad \mu_{11} = m_{11} - \bar{y}m_{10}$$

$$\mu_{10} = 0 \qquad \mu_{30} = m_{30} - 3\bar{x}m_{20} + m_{10}\bar{x}^2$$

$$\mu_{01} = 0 \qquad \mu_{12} = m_{12} - 2\bar{y}m_{11} - \bar{x}m_{02} + 2m_{10}\bar{y}^2$$

$$\mu_{20} = m_{20} - \bar{x}m_{10} \qquad \mu_{21} = m_{21} - 2\bar{x}m_{11} - \bar{y}m_{20} + 2m_{01}\bar{x}^2$$

$$\mu_{02} = m_{02} - \bar{y}m_{01} \qquad \mu_{03} = m_{03} - 3\bar{y}m_{02} + m_{01}\bar{y}^2$$

เพื่อที่จะหาค่าโมเมนต์ได้ง่ายขึ้น จะกำหนดรูปทั่วไปของโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลาง ซึ่งสามารถหาได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^{\gamma}} \tag{2.15}$$

โดยที่ $$\gamma = \frac{p+q}{2} \tag{2.16}$$

เมื่อ $p+q = 2, 3, 4, \ldots$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคงที่โมเมนต์ของภาพ ตั้งแต่โมเมนต์ ลำดับที่ 1 ถึง 7 สามารถหาได้จากสมการ

$$\Phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02} \tag{2.17}$$

$$\Phi_2 = (\eta_{20} + \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \tag{2.18}$$

$$\Phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \tag{2.19}$$

$$\Phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \tag{2.20}$$

$$\Phi_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \tag{2.21}$$

$$\Phi_6 = (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \tag{2.22}$$

$$\Phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{30})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{30})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \tag{2.21}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบ
และขั้นตอนการทำงานทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่อง

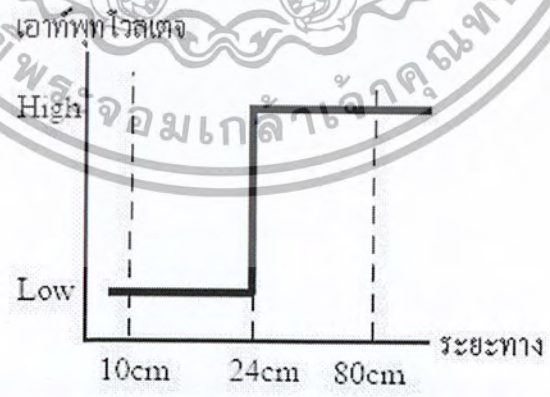
3.1 การทำงานของเครื่องจำวัตถุ

เริ่มต้นสายพานลำเลียงจะนำผลิตภัณฑ์ไปหยุดที่โฟโตเซนเซอร์ จากนั้นกล้องจะทำการจับภาพให้โปรแกรมประมวลผล เมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จ ถ้าวัตถุมีลักษณะเหมือนกับต้นแบบสายพานลำเลียงจะลำเลียง ผลิตภัณฑ์ต่อไป แต่ถ้าไม่เหมือนกับต้นแบบโปรแกรมจะส่งสัญญาณไปยังตัวควบคุม ให้สั่งโซลินอยวาล์วขับกระบอกลมเอาผลิตภัณฑ์นั้นออกจากสายพาน

3.2 การทำงานของเซนเซอร์

เซนเซอร์ที่ใช้เป็นแบบเซนเซอร์วัดระยะทาง (Sharp GP2D15) ซึ่งจะมีส่วนสำคัญคือส่วนรับและส่งลำแสงอินฟราเรด และส่วนในการแปลงสัญญาณเป็นแบบดิจิตอล ในที่นี้จะนำมาใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุ นั่นคือเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ตามสายพานมาถึงจุดที่กำหนดไว้ ตัวเซนเซอร์จะทำการส่งเอาท์พุทโวลเตจขนาด 5 โวลต์ ไปยังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

การทำงานของเซนเซอร์สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงระยะทางที่กำหนดเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3 การทำงานของกล้อง

กล้องเป็นกล้องชนิด USB PC Camera (Web Cam) ซึ่งถือว่ามีราคาถูกและง่ายต่อการนำสัญญาณมาประมวลผล โดยปรับความถี่ของการแสดงผลที่ 50 เฮิรตซ์ ในที่นี้กล้องจะส่งสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล นอกจากนั้นสามารถแสดงภาพปัจจุบันแบบ Real Time ได้ และจากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ส่งไปให้โปรแกรมประมวลผลต่อไป

สำหรับการนำภาพเข้าสู่โปรแกรมในการทำการประมวลผลทำได้โดยการเพิ่ม ezvid.ocx ซึ่งเป็น คอมโพแนนท์ สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโปแกรม Visual Basic กับกล้อง

ภาพที่ 3.2 กล้อง USB PC Camera

3.4 การทำงานของสายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงถูกขับโดยมอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำขนาดหนึ่งส่วนสี่แรงม้า ที่ 1450 รอบต่อนาที มอเตอร์ต่ออยู่ชุดเกียร์ทดลดรอบลงเหลือ 24.1 รอบต่อนาที โดยมอเตอร์ถูกควบคุมโดยรีเลย์ซึ่งสั่งงานโดยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

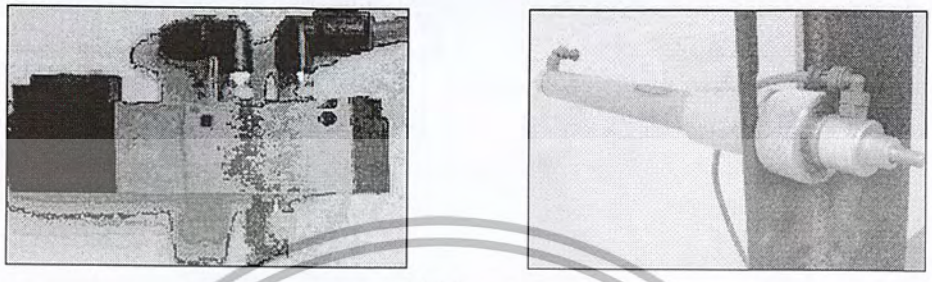
(ก) (ข)

ภาพที่ 3.3 (ก) แสดงมอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ
(ข) แสดงเกียร์สำหรับลดรอบมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61923

3.5 การทำงานของกระบอกลม

กระบอกลมจะทำงานเมื่อมีคำสั่งจากโซลินอยด์วาล์ว โซลินอยด์วาล์วที่ใช้มีสองสถานะ ใช้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลท์เป็นตัวควบคุมโซลินอยวาล์ว ให้กระบอกลมยืดหรือหด โดยที่แรงดัน 12 โวลต์นี้ ได้มาจากรีเลย์ ซึ่งชุดของไมโครคอนโทรเลอร์จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมรีเลย์



(ก) (ข)

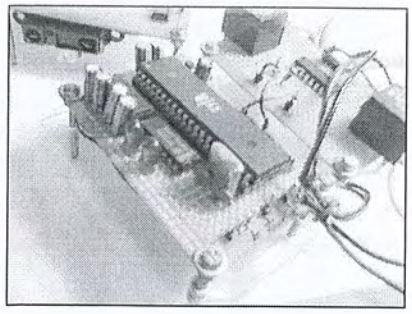
ภาพที่ 3.4 (ก) โซลินอยด์วาล์วแบบ 5/2

(ข) กระบอกลม

3.6 ชุดควบคุมและอินเตอร์เฟส

ในการควบคุมและการเชื่อมต่อจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เอ็มซีเอส 51 ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ โดยจะมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แทบทุกตัว ได้แก่ ชุดรีเลย์สำหรับควบคุมสัญญาณเพื่อสั่งงานให้สายพานลำเลียงหมุน รวมทั้งรีเลย์ที่ใช้ควบคุมการทำงานในส่วนของโซลินอยด์วาล์ว รวมทั้งยังเป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ผ่านพอร์ทอนุกรม RS 232 หรือพอร์ทคอมของเครื่องคอมพิวเตอร์

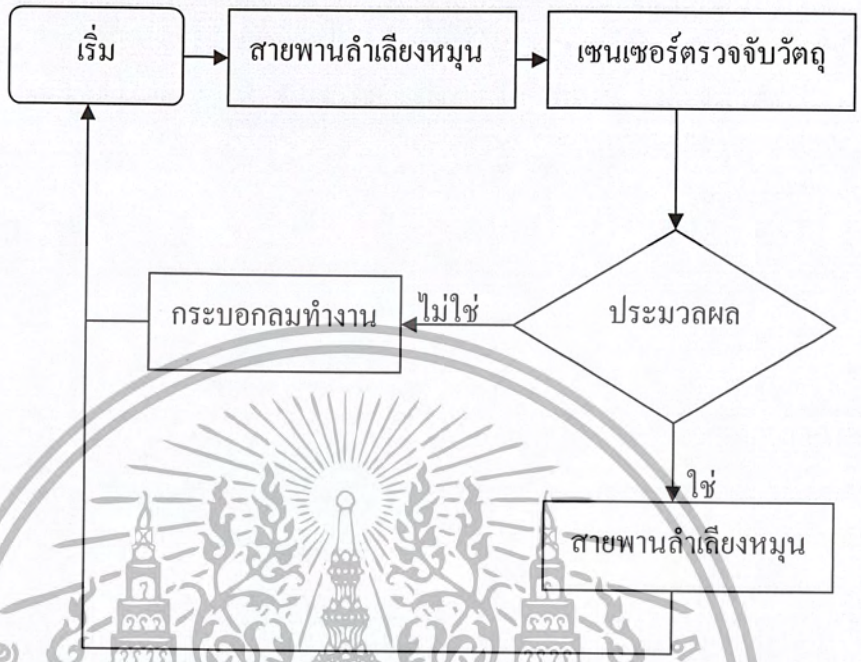
สำหรับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะทำงานได้ด้วยโปรแกรมภาษาซี ซึ่งเป็นการควบคุมสัญญาณทริกตามขาต่างๆที่ได้กำหนดไว้ สำหรับการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นสามารถสั่งงานได้ด้วยรหัสแอสกี



ภาพที่ 3.5 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานและหลักการทำงานต่างๆของอุปกรณ์เชื่อมต่อและไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแสดงได้โดยแผนภูมิแสดงการทำงานเครื่อง ดังนี้



ภาพที่ 3.6 แผนผังแสดงการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 โครงสร้างของโปรแกรม

ภาพที่ 3.7 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1 การรับภาพ

การรับภาพเป็นขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับโครงงานนี้ หากภาพที่รับมามีคุณภาพที่ไม่ดี เช่นมีเงาของวัตถุซึ่งมีระดับที่สูงกว่าค่าเทรสโฮลด์ หรือเบลอ จะทำให้การประมวลผลเกิดความผิดพลาดได้ง่ายขึ้น ปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของภาพที่รับเข้ามามีดังนี้

3.7.1.1 แสง

แสงที่ใช้ควรเป็นแสงจากหลอดไฟ ซึ่งจะทำให้การควบคุมความเข้มของแสงทำได้ง่ายขึ้น ควรหลีกเลี่ยงแสงจากธรรมชาติ ซึ่งความเข้มของแสงในแต่ละวันนั้นไม่เท่ากัน ดังนั้นการให้แสงต้องเป็นแสงที่สม่ำเสมอและควรตั้งฉากกับวัตถุ

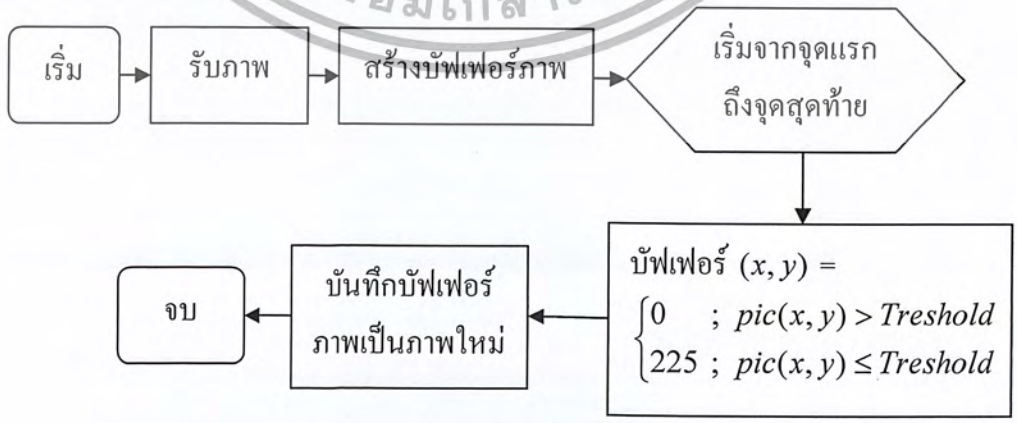
3.7.1.2 พื้นหลังหรือฉาก

พื้นหลังที่ใช้ควรเป็นสีขาวหรือสีอ่อน เพราะง่ายต่อการประมวลผลโดยการแยกวัตถุออกจากพื้นผิว ซึ่งหากใช้สีที่เข้มจะทำให้ระดับสีขาวและระดับสีดำดำของวัตถุกลมกลืนกับพื้นผิว ซึ่งอาจทำให้การเปรียบเทียบภาพนั้นผิดพลาดง่ายขึ้น

3.7.1.3 กล้อง

ต้องทำการปรับโฟกัสกล้องเพื่อให้ได้ภาพที่คมชัดที่สุด เพื่อป้องกันมิให้มีความผิดพลาดในการประมวลผล และทำการจัดตำแหน่งของกล้องให้มั่นคง เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนของกล้องซึ่งเป็นผลให้การประมวลผลผิดพลาด

3.7.2 การแปลงภาพเป็นขาวดำ



ภาพที่ 3.8 การแปลงเป็นภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 การหาตำแหน่งของภาพ

เนื่องจากวัตถุที่ถูกสายพานลำเลียงนำเข้ามาสู่กระบวนการเปรียบเทียบวัตถุนั้น ไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีการหาตำแหน่งของวัตถุก่อน โดยเริ่มจากตำแหน่งด้านล่างซ้ายของภาพจากซ้ายไปขวา จากล่างขึ้นไปข้างบน เมื่อพบจุดสีดำจุดแรกแล้วก็ดำเนินขั้นตอนต่อไป

3.7.4 การหาขอบของภาพ

เมื่อได้จุดสีดำจุดแรกแล้ว ทำการหาเส้นรอบรูปโดยใช้รหัสลูกโซ่ พร้อมทั้งจำทิศทางเหล่านั้นไว้เพื่อวนหาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จนมาเจอจุดเริ่มต้นจะได้เส้นรอบรูป จากนั้นนำพิกัดที่ได้เหล่านั้นมาคำนวณหาความยาวที่กว้างสุดและยาวสุดของวัตถุที่ตั้งฉากกัน เพื่อใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการเปรียบเทียบภาพต่อไป

3.7.5 การหมุนภาพ

เมื่อมีภาพที่ต้องการเปรียบเทียบเข้ามา หลังจากผ่านขั้นตอนการทำเป็นระดับขาวดำ การหาตำแหน่งของภาพ การหาขอบของภาพ การหาเส้นกว้างสุดยาวสุดที่ตั้งฉาก ซึ่งเป็นกระบวนการเดียวกับการหาข้อมูลภาพของวัตถุต้นแบบ จากนั้นนำเส้นกว้างสุดยาวสุดมาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาว่ามุมของภาพที่ต้องการเปรียบเทียบต่างไปจากต้นแบบเท่าไร เพื่อจะได้หมุนกลับมาที่แกนอ้างอิงซึ่งเป็นข้อมูลของภาพต้นแบบ แล้วทำการหารหัสลูกโซ่อีกครั้ง เพื่อระบุว่าขอบภาพเหมือนหรือต่างกับต้นแบบอย่างไร

3.7.6 การหาค่าเฉลี่ยและค่าโมเมนต์ทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยและค่าโมเมนต์ทางสถิติของภาพจะถูกนำมาใช้ เมื่อต้องการเปรียบเทียบขอบของภาพหลังการหมุน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าวัตถุเหมือนกัน โดยจะหาจากโมเมนต์ลำดับที่หนึ่งและสอง ซึ่งแสดงถึงจุดศูนย์ถ่วง และลักษณะการเปลี่ยนแปลง ของภาพ ดังสมการต่อไปนี้

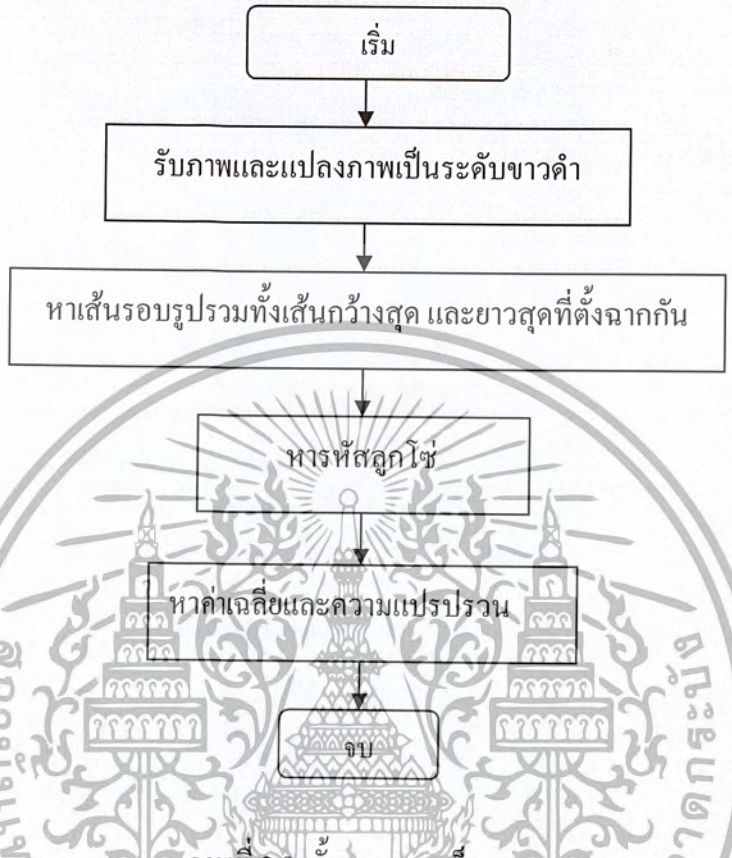
$$\Phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$ จากสมการ (2.17)

$$\Phi_2 = (\eta_{20} + \eta_{02})^2 + 4\eta^2$$ จากสมการ (2.18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การเก็บภาพ

ขั้นตอนการเก็บภาพ สามารถแสดงได้ดังแผนผังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการเก็บภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

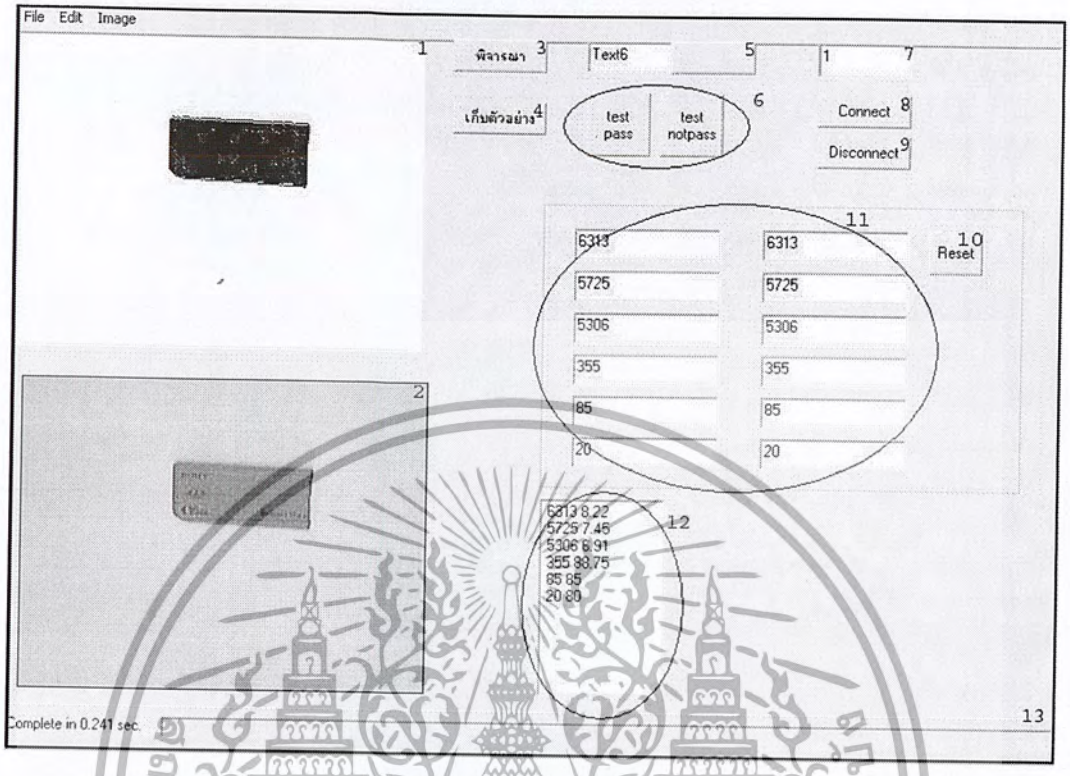
3.9 การเปรียบเทียบภาพ

การเปรียบเทียบสามารถแสดงเป็นแผนผังดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3.10 ขั้นตอนการเปรียบเทียบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)



ภาพที่ 3.11 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนของการแสดงภาพเป็นแบบไบนารี
2. ส่วนการแสดงผลภาพจรองจากกล้อง
3. ส่วนการเริ่มต้นการพิจารณา ซึ่งจะทำงานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่มาถึงเซนเซอร์
4. ส่วนของการเก็บค่าตัวอย่างในมุมต่างๆ ซึ่งจะเรียกใช้โดยผู้ใช้งาน
5. ส่วนการแสดงผลว่าวัตถุนั้นเหมือนกับต้นแบบหรือไม่
6. ปุ่มทดสอบการทำงานโปรแกรม
7. พอร์ตคอม ที่ติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์
8. ปุ่มติดต่อกับพอร์ตคอม
9. ปุ่มยกเลิกการติดต่อกับพอร์ตคอม
10. ปุ่มเริ่มต้นการทำงานใหม่ซึ่งจะใช้เมื่อต้องการจะเริ่มต้นเก็บภาพใหม่
11. ค่าเฉลี่ย จำนวนจุด สีดำ สีขาว และจำนวนจุดทั้งหมด
12. ค่าของภาพปัจจุบันที่นำมาทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

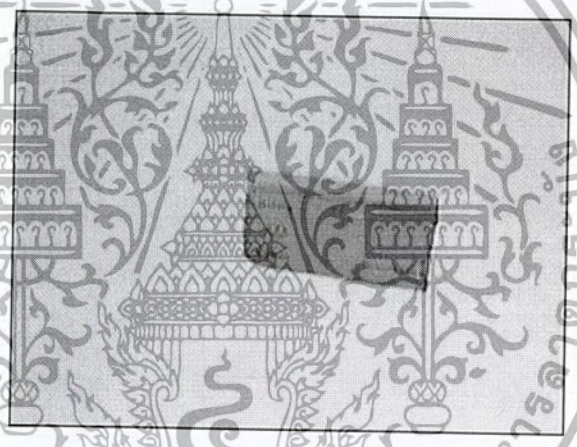
บทที่ 4

ผลการทดลอง

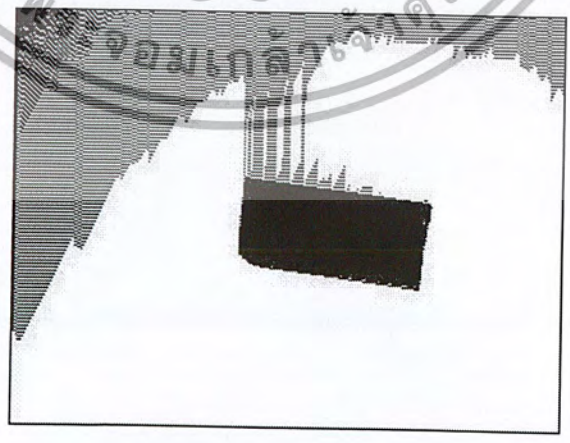
4.1 การพิจารณาส่วนที่เป็นวัตถุ

บริเวณที่เป็นวัตถุจะประกอบด้วยความเข้มแสงที่เรียงกันเป็นแนวยาว ในการพิจารณา เราจะทำการหาขอบของภาพเฉพาะส่วนที่มีความเข้มแสงสูงกว่าค่าเทรสโฮลด์ ทำให้สามารถมองเห็นข้อมูลของขอบภาพ เรียงกันเป็นแนวยาว จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นวัตถุ

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาหาส่วนของภาพที่มีความเข้มสูง โดยทำการพิจารณาจากขอบของภาพทั้งในแนวแกนตั้ง แนวนอน และทั้งสองแนว จากนั้นหาความที่สะสมของจุดที่มีความเข้มแสงสูงในแต่ละแนว

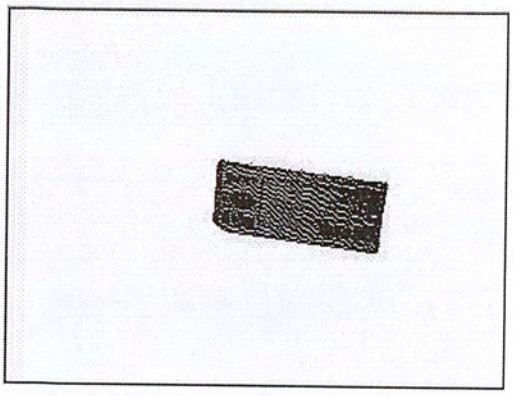


ภาพที่ 4.1 แสดงภาพต้นแบบ

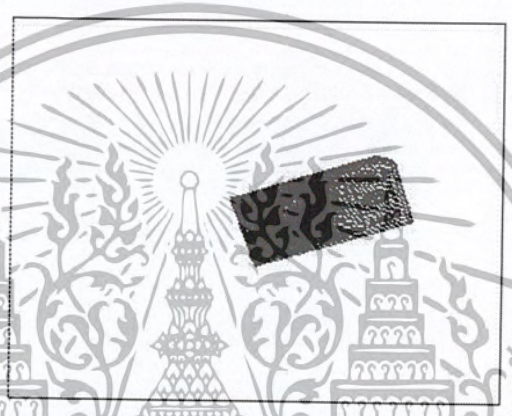


ภาพที่ 4.2 แสดงภาพที่เป็นไบนารี

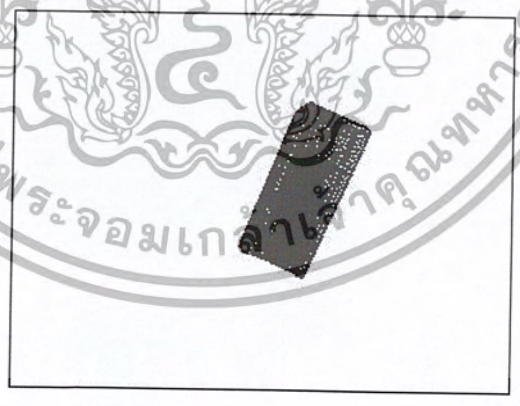
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ภาพหลังจากกำจัดสัญญาณรบกวน

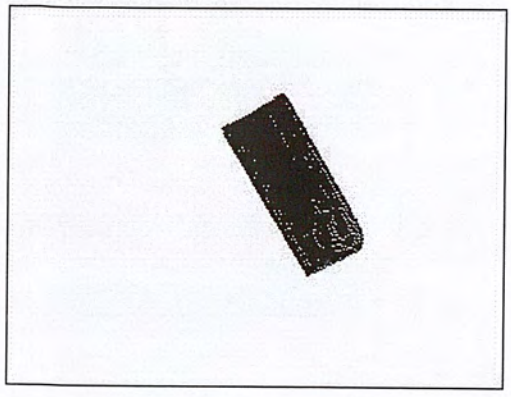


(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

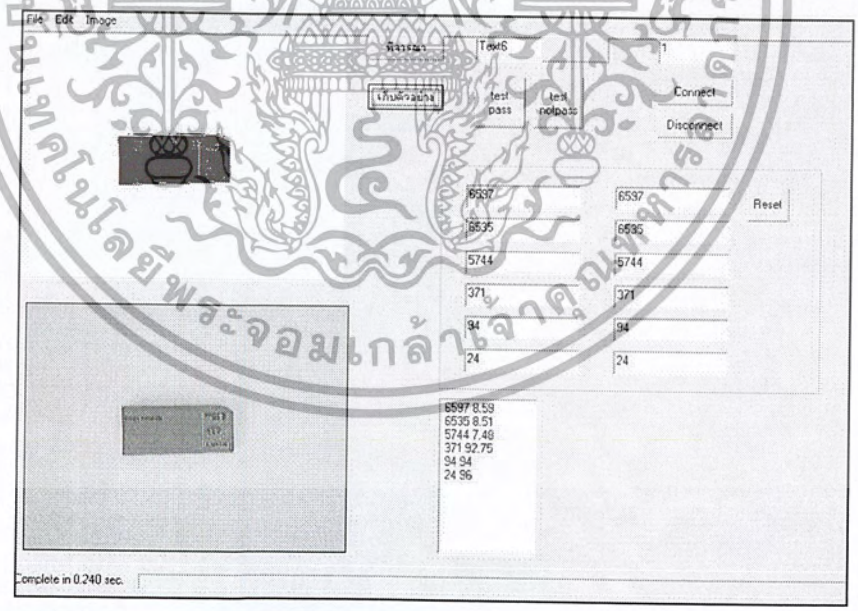


(ค)

ภาพที่ 4.4 (ก) (ข) และ(ค) แสดงภาพไบนารีหลังจากหมุนไปด้วยมุมต่างๆ

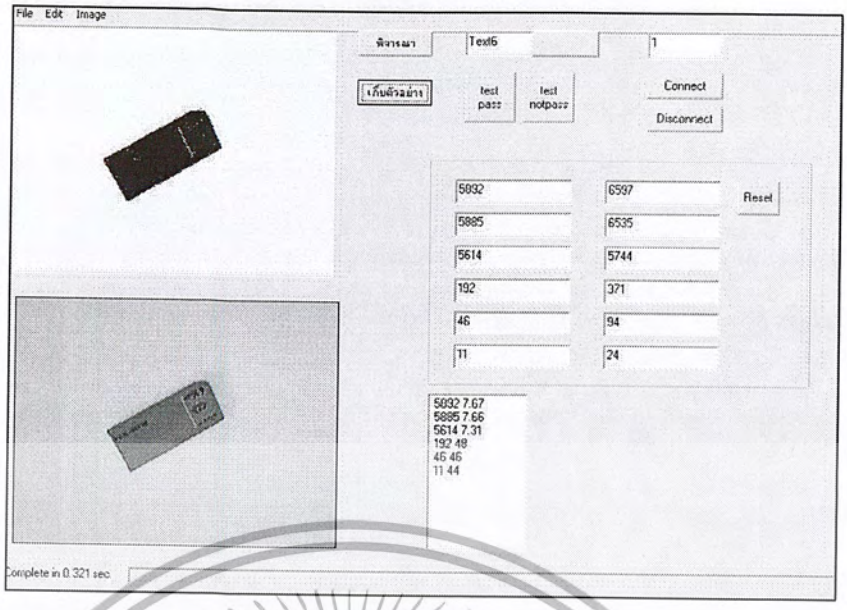
หลังจากทำการหมุนภาพในแนวต่างๆ เพื่อให้โปรแกรมสามารถกำหนดค่าของรหัสลูกโซ่ รวมทั้งค่าโมเมนต์ได้ในช่วงของค่าที่มีโอกาสเป็นไปได้ที่มุมต่างๆ จะทำให้ความผิดพลาดของการตัดสินใจให้วัตถุผ่านไปได้หรือไม่นั้นมีค่าต่ำลง

4.2 ผลการจำวัตถุวัตถุและเปรียบเทียบวัตถุด้วยวิธีเข้ารหัสลูกโซ่ และโมเมนต์

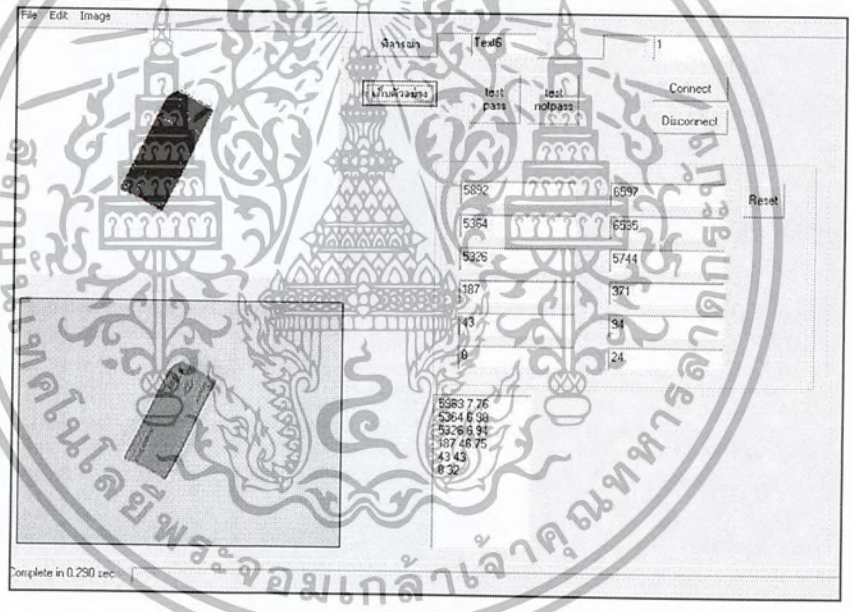


(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

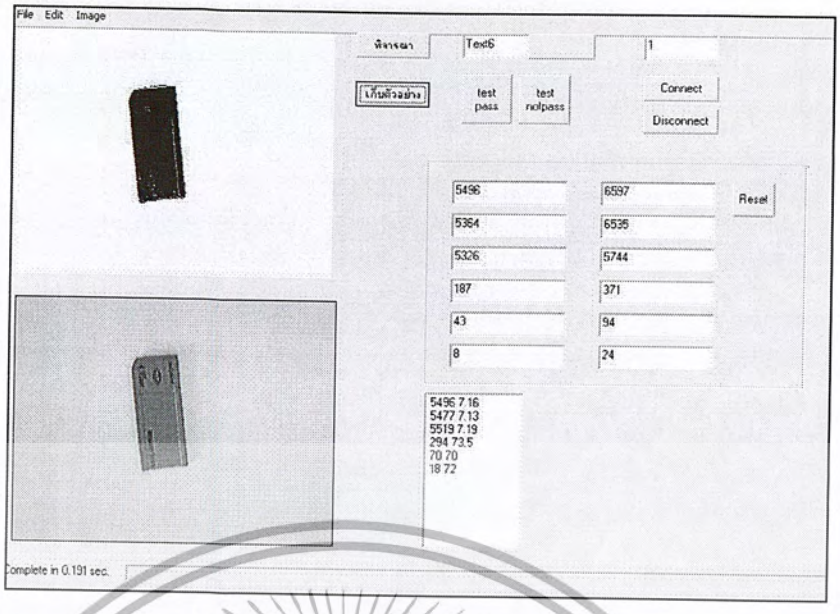


(ข)



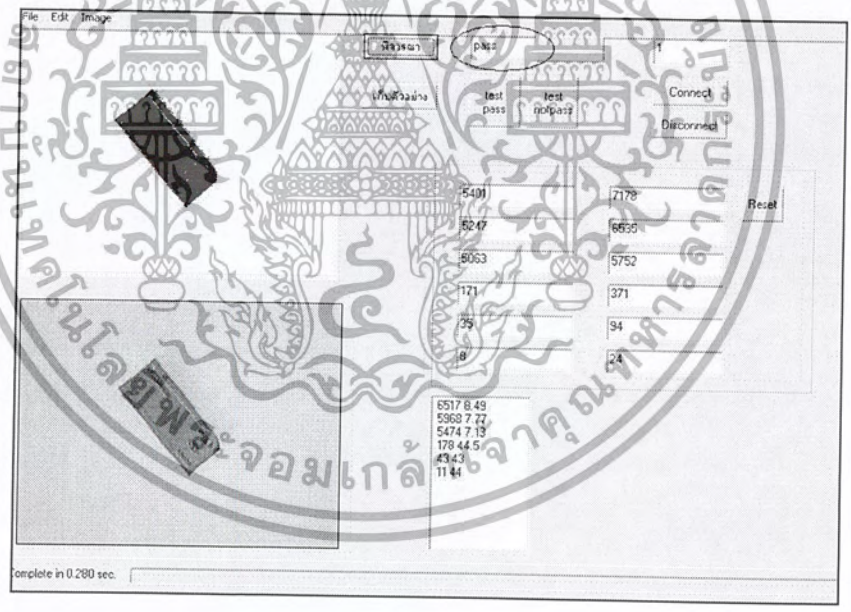
(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



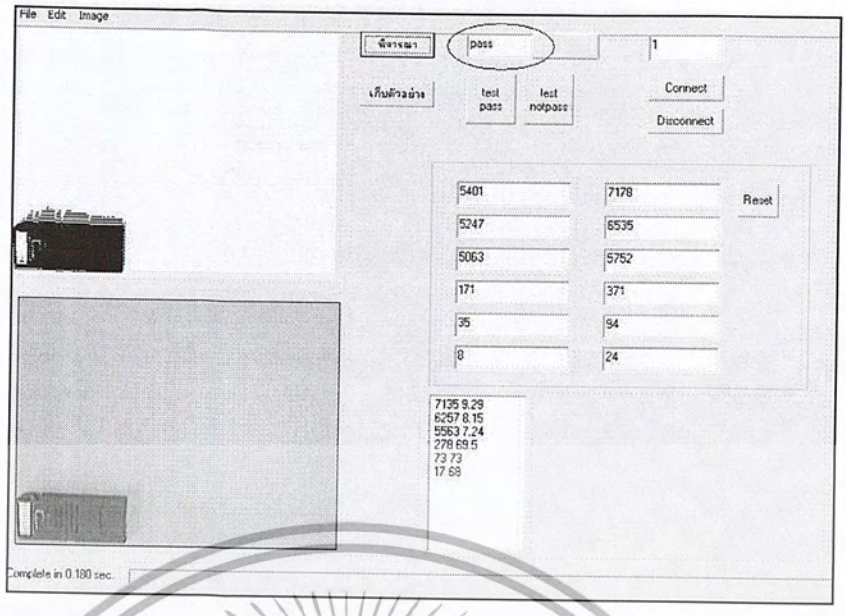
(ง)

ภาพที่ 4.5 (ก) (ข) (ค) และ (ง) แสดงตัวอย่างการเก็บตัวอย่างของวัตถุ ที่มุมแตกต่างกัน



(ก)

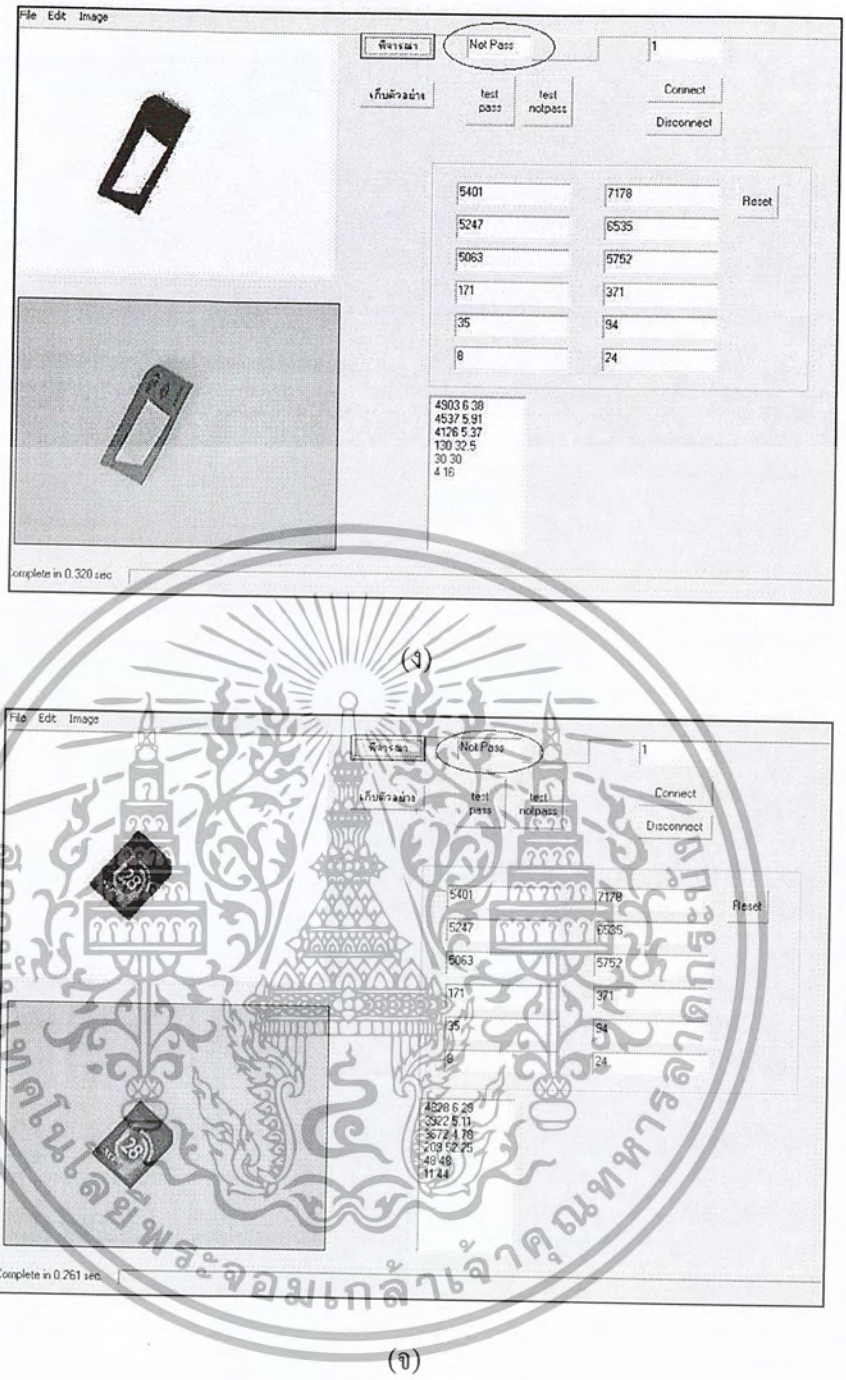
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 (ก) (ข) (ค) (ง) และ (จ) ตัวอย่างผลการทดลองในการเปรียบเทียบวัตถุต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพแสดงผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าภาพทั้งห้านี้สามารถแสดงผลการทดสอบได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ว่าจะมีการหมุนหรือบิดภาพไปในมุมต่างๆ และสามารถแยกแยะภาพที่มีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนดังภาพ (ง) และ (จ) ส่วนภาพ (ค) ไม่สามารถแยกออกได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากมุมมองของกล้องที่ทำให้การเปรียบเทียบผิดพลาด

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติเมื่อวัตถุเคลื่อนที่มาถึงจุดที่เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ กล้องจึงเริ่มทำการจับภาพ ซึ่งทำให้ตำแหน่งและมุมมองของกล้องใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถลดความผิดพลาดลงได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองโครงงาน

5.1 กล่าวนำ

ในการทดลองเปรียบเทียบวัตถุรูปแบบต่างๆ โปรแกรมสามารถจำแนกวัตถุได้ว่ามีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ถือว่าโปรแกรมมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง โดยภาพที่นำมาเปรียบเทียบกันควรมีความชัดเจนดี และต้องมีการควบคุมแสงให้คงที่

5.2 สรุปปัญหาในการทำโครงงานและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงาน

ในการรับภาพต้องมีการควบคุมปัจจัยภายนอก เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพมากที่สุด และระยะโฟกัสที่ใช้กับภาพภาพหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับอีกภาพหนึ่งก็ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับระยะโฟกัสให้ได้ภาพที่มีความคมชัดตลอดเวลา รวมทั้งการสั่นของตัวกล้องทำให้การจับภาพในแต่ละครั้งมีความผิดพลาดได้

กล้องที่ใช้เป็นกล้องที่เป็นภาพสี การที่จะแปลงกลับมาเป็นภาพระดับขาวดำทำให้เกิดความผิดพลาดเนื่องจากสภาพแวดล้อมของวัตถุได้ เช่นเงาของวัตถุ รวมทั้งแสงที่ไม่สม่ำเสมอ

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากลักษณะของโครงงานชิ้นนี้ มีการทำงานบนพื้นฐานของการเปรียบเทียบวัตถุด้วยวิธีการเข้ารหัสลูกโซ่ ทำให้การชี้เฉพาะทำได้ไม่ดีนัก ผลที่ได้ก็สามารถแยกวัตถุที่นำมาเปรียบเทียบได้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่การประมวลผลยังใช้เวลามากอยู่ จึงควรปรับปรุงให้มีความเร็วในการประมวลผลเร็วขึ้น และควรปรับปรุงให้มีความแม่นยำให้มากขึ้น โดยทำการลดผลกระทบจากปัจจัยภายนอกให้ได้มากที่สุด

ปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ การที่จะทำให้ฮาร์ดแวร์มีความน่าเชื่อนั้นต้องทำการทดลองและปรับปรุงอยู่ตลอดเพื่อให้ได้ฮาร์ดแวร์ที่มีประสิทธิมากที่สุด

กล้องที่ใช้ควรมีความละเอียดสูงเพื่อที่จะได้ภาพที่คมชัดง่ายต่อการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] เกรียงศักดิ์ สุดหอม และอังกูร พรไพศาลศิลป์, "ระบบรักษาความปลอดภัยบ้านด้วยลายนิ้วมือ", ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542

[2] ธานินทร์ พินทอง และศรนรินทร์ นพรัตน์, "Fingerprint Recognition", ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539, หน้าที่ 9-31

[3] ปิติยศ มุกปักษาเจริญ และวราภรณ์ ปางบุญนนท์, "ระบบจดจำและจำแนกป้ายทะเบียนรถ", ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541

[4] สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์, "การจดจำรูปแบบตัวอักษรคัดลายมือภาษาไทย โดยการพิจารณาหัวตัวอักษร" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2531

[5] Libor Masek , "Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification", School of Computer Science & Software Engineering, University of Western Australia, 2003, http//www.csse.uwa.edu.au/~masek101

[6] Gonzalez, R.C., and Woods, R.E.,[2002] Digital Image Processing, Prentice Hall , N.J.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้