สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัย

ระบบตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในสายงานผลิตด้วยการประมวลผลภาพ

Automatic Product Identification System based on Image Processing

โดย

สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

พีระ เลียวประเสริฐพร

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการวิจัยรับการสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัยประจำปีงบประมาณ 2543

RCH
TA
1627
.S65 ส๙๙ร
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 58901
วัน,เดือน,ปี 16 ก.พ. 2549
b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในสายงานผลิตด้วยการประมวลผลภาพ

Automatic Product Identification System based on Image Processing

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จะนำเสนอการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของการประมวลผลภาพ (Image Processing) และการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) สำหรับการคัดแยก (Segmentation) และแบ่งกลุ่ม (Classification) วัตถุที่เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยอัตโนมัติ เพื่อที่จะนำไปควบคุมวงจรทางกล สำหรับจัดหมวดหมู่ของผลิตภัณฑ์ที่ดีและเสียต่อไป สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้คือ ฉลากกระดาษที่ปิดลงบนขวดด้วยเครื่องปิดฉลากอัตโนมัติ โดยได้สร้างระบบต้นแบบซึ่งประกอบด้วย ระบบขับเคลื่อนสายพาน กล้องรับภาพ หลังจากนั้นจะทำการนำภาพที่ได้ ผ่านกระบวนการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ แล้วนำผลที่ได้ไปควบคุมอุปกรณ์ทางกลเพื่อคัดเลือกขวดที่ปิดฉลากได้อย่างถูกต้อง

Abstract

The main aim of this research is the development of a vision-based object detection system for classification in quality control application. The hardware platform consist of, a conveyer system, a special-purpose massively image processor system, and the mechanical parts. The image from video camera beside the line conveyer is used to grab real-time input images. Input image frames are processed, by using image processing algorithm to obtain the boundary and quality of objects. Consequently, the mechanical part is used for classified the pass object.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและสภาวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในสายงานผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม การใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอย่างหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่นการผลิตยาบรรจุขวด จะต้องมีการตรวจสอบการปิดฉลากข้างขวดว่าถูกต้องครงตำแหน่งหรือไม่? เอียงหรือไม่? และอื่นๆ โดยปรกติแล้วงานเหล่านี้จะต้องใช้มนุษย์เป็นผู้ตรวจสอบ ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะใช้ระบบการประมวลผลภาพและการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้ โดยการสร้างระบบที่สามารถรับข้อมูลภาพของผลิตภัณฑ์ในสายงานผลิตด้วยการใช้กล้องวีดีโอ แล้วทำการแปลงสัญญาณเป็นภาพดิจิตอลเพื่อนำเข้าคอมพิวเตอร์ แล้วทำการวิเคราะห์ภาพด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนสุดท้ายจะนำเอาผลจากการวิเคราะห์ไปตัดสินใจเพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ทางกลเพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต่อไป

การออกแบบสร้างระบบดังกล่าวนี้ จะเป็นประโยน์ชอย่างมากต่อวงการอุตสาหกรรม เนื่องจาก เป็นระบบอัตโนมัติ ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น และยังสามารถประยุกต์ใช้กับงานหลายๆแบบได้ง่าย ด้วยการแก้ไขตรงส่วนของซอท์ฟแวร์ และการพัฒนาระบบดังกล่าวนี้ขึ้นเองภายในประเทศ จะเป็นการช่วยลดการนำเข้าจากต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีทางวิศวกรรมให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น ผลที่คาดว่าจะตามมาอีกทางหนึ่งก็คือ เป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการวิจัยและพัฒนาทางระบบควบคุม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการศึกษาทางสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายในประเทศ

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในสายงานผลิตด้วยการประมวลผลภาพ ควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2 วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมการผลิตอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

2.3 กระตุ้นให้เกิดการวิจัยในเชิงวิศวกรรมระดับสูง และเผยแพร่ต่อสาธารณชนทั่วไป

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 เป็นการพัฒนาความรู้และประสบการณ์ ในการใช้งานคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมทางอุตสาหกรรม ด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง

3.2 เป็นการพัฒนาบุคลากรให้มีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพึ่งพาเทคโนโลยีของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 เป็นการพัฒนาและสนับสนุนให้เกิดการวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโทสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และประชาชนทั่วไป

4. หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

4.1 ในทางอุตสาหกรรมนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการควบคุมเครื่องจักรให้มี ความสะดวก ถูกต้องและรวดเร็วมากขึ้น

4.2 ในทางธุรกิจ ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์ ในเชิงพาณิชย์

4.3 ในทางการศึกษา ออกแบบและประยุกต์ใช้งานระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง ทางด้านการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์

4.4 นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ มาใช้ในการเรียนการสอน ในวิชาทางด้านการประมวลผลสัญญาณและรูปแบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี และปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

5. การวิจัยที่เกี่ยวข้อง และคล้ายคลึงกับงานวิจัยที่ท่านทำ

ผู้วิจัยมีความรู้และความชำนาญในการออกแบบและสร้างโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อการประยุกต์ใช้งานทางด้านการประมวลผลสัญญาณภาพ เช่นระบบมัลติมีเดีย การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ ในโรงงานอุตสาหกรรม การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดังนั้นคณะผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะนำความรู้และความชำนาญ มาทำการออกแบบระบบตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในสายงานผลิตด้วยการประมวลผลภาพ และเป็นต้นแบบของการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีทางด้านการประมวลผลภาพ ในโรงงานอุตสาหกรรมในอนาคตต่อไป

6. ระเบียบวิธีวิจัย

6.1 วางแผนการดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

6.2 กำหนดขีดความสามารถในการใช้งานของระบบ และเตรียมจัดหาอุปกรณ์

6.3 ออกแบบโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ และส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของคอมพิวเตอร์

6.4 ออกแบบสร้างโปรแกรมการจดจำรูปทรงของวัตถุโดยคอมพิวเตอร์ และส่วนควบคุม

6.5 ทดสอบคุณสมบัติรวมของระบบที่สร้างขึ้น และแก้ไขส่วนบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6 จัดทำรายงานผลการวิจัยและสรุปผลงาน

6.7 เผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า และสาธารณะ

7. ขอบเขตของการวิจัย

ภายในปีงบประมาณ 2543 จะดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ระบบตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในสายงานผลิตด้วยการประมวลผลภาพ เพื่อประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์แก่วงการอุตสาหกรรมต่อไป

8. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ในปีงบประมาณ 2543

9. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณปี 2543											
	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย
1. วางแผนการวิจัย กำหนดข้อมูลจำเพาะ	□ —											
2. ออกแบบโครงสร้างขอบเขตการใช้งานและจัดหาอุปกรณ์		←	→									
3. ออกแบบโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และส่วนเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์				←	—	→						
4. ดำเนินการเขียนโปรแกรมจดจำรูปทรงของวัตถุและส่วนควบคุมเครื่องจักรกล							←	→				
5. ทดสอบการทำงานของระบบ									↔			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแก้ไข ข้อบกพร่อง												
6. สรุปผลและ จัดทำรายงานวิจัย										←	→	
7. เผยแพร่ ผลงานวิจัย												—

10. สถานที่ทำการทดลองและ / หรือเก็บข้อมูล

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและใช้ในงานวิจัย

คอมพิวเตอร์วิชั่น (Computer Vision)

คอมพิวเตอร์วิชั่น เป็นภาพคอมพิวเตอร์ที่เป็นแอพพลิเคชั่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับมนุษย์หรือในทางกลับกันอาจกล่าวได้ว่า เป็นการกระทำโดยใช้คอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามมนุษย์ก็ได้อาศัยความสัมพันธ์นี้ในการพัฒนาระบบ แล้วในที่สุดก็ได้แอพพลิเคชั่นที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการมองข้อมูลได้โดยตรงซึ่งเป็นหลักใหญ่ในส่วนของคอมพิวเตอร์วิชั่น

การวิเคราะห์ภาพเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลภาพ เพื่อง่ายต่อการแก้ปัญหาของการมองกระบวนการวิเคราะห์ภาพที่สัมพันธ์กันในสองหัวข้อ คือการดึงลักษณะเด่น (Feature extraction) และการจัดจำพวกแบบ (Pattern classification) การดึงลักษณะเด่น เป็นกระบวนการของการได้มาซึ่งระดับข้อมูลที่สูงกว่าเช่น รูปร่าง ลักษณะ หรือสีของข้อมูล และการจัดจำพวกแบบต่างๆที่เป็นการกระทำกับระดับข้อมูลที่สูงกว่านี้และมีการจดจำวัตถุภายในภาพด้วย

รูปแบบของคอมพิวเตอร์วิชั่นควรง่ายต่อความเข้าใจ โดยการพิจารณาความแตกต่างในรูปแบบของแอพพลิเคชั่นต่างๆที่สัมพันธ์กับการกระทำของมนุษย์ที่ต้องการทำงานในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ระบบคอมพิวเตอร์วิชั่นได้นำมาใช้งานมากมายโดยเปลี่ยนแปลงตามชนิดของสิ่งแวดล้อม เช่น ผังโรงงาน โรงพยาบาล ศัลยกรรม ตลอดจนพื้นผิวดาวอังคาร สำหรับตัวอย่างในระบบโรงงานอุตสาหกรรม คอมพิวเตอร์วิชั่นได้นำมาใช้เพื่อควบคุมคุณภาพโดยจะทำการตรวจสอบและจัดการกับระบบต่างๆของโรงงานให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ และอีกตัวอย่างหนึ่งที่น่าสนใจก็คือชนิดของระบบที่ใช้ควบคุมการบรรจุเครื่องดื่มดราฟลงในกระป๋อง

หลักความแตกต่างระหว่างเครื่องดื่มดราฟและเครื่องดื่มที่อัดใส่กระป๋อง เครื่องดื่มดราฟนี้จะไม่มีกรดจนกว่าจะได้ทำการบริโภค กระบวนการนี้โรงงานอุตสาหกรรมจะอัดวัตถุขนาดเล็กที่เป็นแก๊สที่มีกรดลงในกระป๋องเครื่องดื่มซึ่งมีอุปสรรคในการทำอย่างหนึ่งก็คือ ถ้าขนาดของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงโดยใหญ่มากหรือเล็กมาก (1 mm) จะไม่สามารถกระทำได้ ถ้าใหญ่มากมันจะทำให้กระป๋องเครื่องดื่มจมหรือถ้าเล็กมากมันจะลอยมาถึงส่วนยอดของกระป๋อง ดังนั้นระบบคอมพิวเตอร์วิชั่นจึงทำการวัดวัตถุต่างๆและลดทอนส่วนที่ไม่จำเป็นหรือส่วนที่ฟุ่มเฟือยทิ้งไป

ระบบคอมพิวเตอร์วิชั่นได้ใช้ความแตกต่างที่มีขอบเขตภายในของวงการแพทย์ มาใช้สร้างแอพพลิเคชั่นให้มีความต่อเนื่อง ปัจจุบันตัวอย่างระบบทางการแพทย์ได้มีการพัฒนาซึ่งประกอบไปด้วย ระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบผิวที่บวม ระบบศัลยกรรมสมองที่เกี่ยวกับโรคทางระบบประสาท และระบบอัตโนมัติที่ทำการทดสอบเกี่ยวกับยา ระบบอัตโนมัติของกระบวนการตรวจโรคได้ทำการพัฒนาเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญทางยาสามารถใช้เครื่องมือได้ และระบบคอมพิวเตอร์วิชั่น

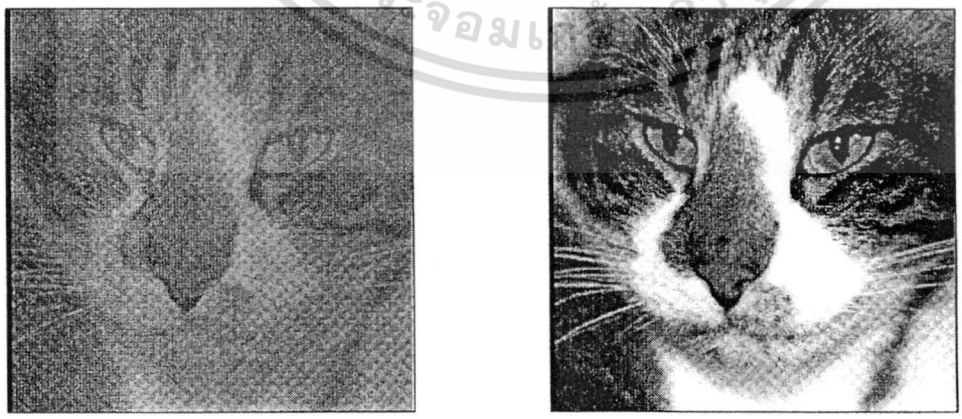
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ช่วยในการมองภาพในการผ่าตัดเพื่อให้ทราบว่าเกิดอะไรขึ้นในร่างกายระหว่างที่ทำการผ่าตัด และเป็นผลให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพในการรักษาทางการแพทย์ให้ดีขึ้นซึ่งระบบนี้สามารถใช้สำหรับการวิเคราะห์เนื้อเยื่อและเซลได้

การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพเป็นภาพคอมพิวเตอร์ในลักษณะของแอพพลิเคชั่นที่สัมพันธ์กับมนุษย์ หรืออาพกล่าวได้ว่าเป็นการประยุกต์ภาพต่างๆที่พิจารณากระทำโดยมนุษย์ สำหรับชนิดของการประยุกต์ เราต้องการเข้าใจการทำงานบางอย่างในระบบการมองของมนุษย์ซึ่งทำให้ได้หลักของการประมวลผลภาพที่ประกอบด้วย การปรับปรุงภาพให้กลับสมบูรณ์ดังเดิม การขยายภาพ และการลดขนาดภาพ ก่อนหน้านี้ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ภาพโดยใช้การทำงานเบื้องต้นในการพัฒนากระบวนการประมวลผลภาพซึ่งเป็นภาพเอาท์พุทที่ใช้โดยมนุษย์

การปรับปรุงภาพ (Image enhancement) จะสัมพันธ์กับการนำภาพมาทำการปรับปรุงแก้ไขให้สามารถมองเห็นได้ชัด โดยใช้ระบบตอบสนองในการมองของมนุษย์เป็นเกณฑ์ การปรับปรุงภาพเป็นวิธีการหนึ่งที่ง่ายในการที่จะแก้ไขภาพที่เสียให้ดูดีขึ้นหรือชัดขึ้น (รูปที่ 1) วิธีการปรับปรุงนี้จะเป็นปัญหาเฉพาะ ตัวอย่างเช่นวิธีที่ใช้ปรับปรุงภาพถ่ายดาวเทียมแต่จะไม่เหมาะสำหรับการปรับปรุงภาพทางการแพทย์ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงภาพและการทำภาพให้กลับสมบูรณ์ดังเดิมจะมีจุดมุ่งหมายเดียวก็คือการทำให้ภาพมองเห็นชัดขึ้น ทั้งสองวิธีนี้จะแตกต่างกันคือการทำภาพให้กลับสมบูรณ์ดังเดิมนั้นจะเป็นการปรับปรุงภาพที่มีความเพี้ยนให้เป็นภาพต้นแบบที่สมบูรณ์ที่คอมพิวเตอร์สามารถรับได้ แต่การปรับปรุงภาพจะเป็นการทำภาพให้ดีขึ้นโดยใช้ระบบการมองหรือประสาทสัมผัสของมนุษย์เป็นเกณฑ์



a. ภาพที่มืดทึบหรือภาพที่มีสีดำมาก b. ภาพที่ทำการเสริมแต่งแล้ว

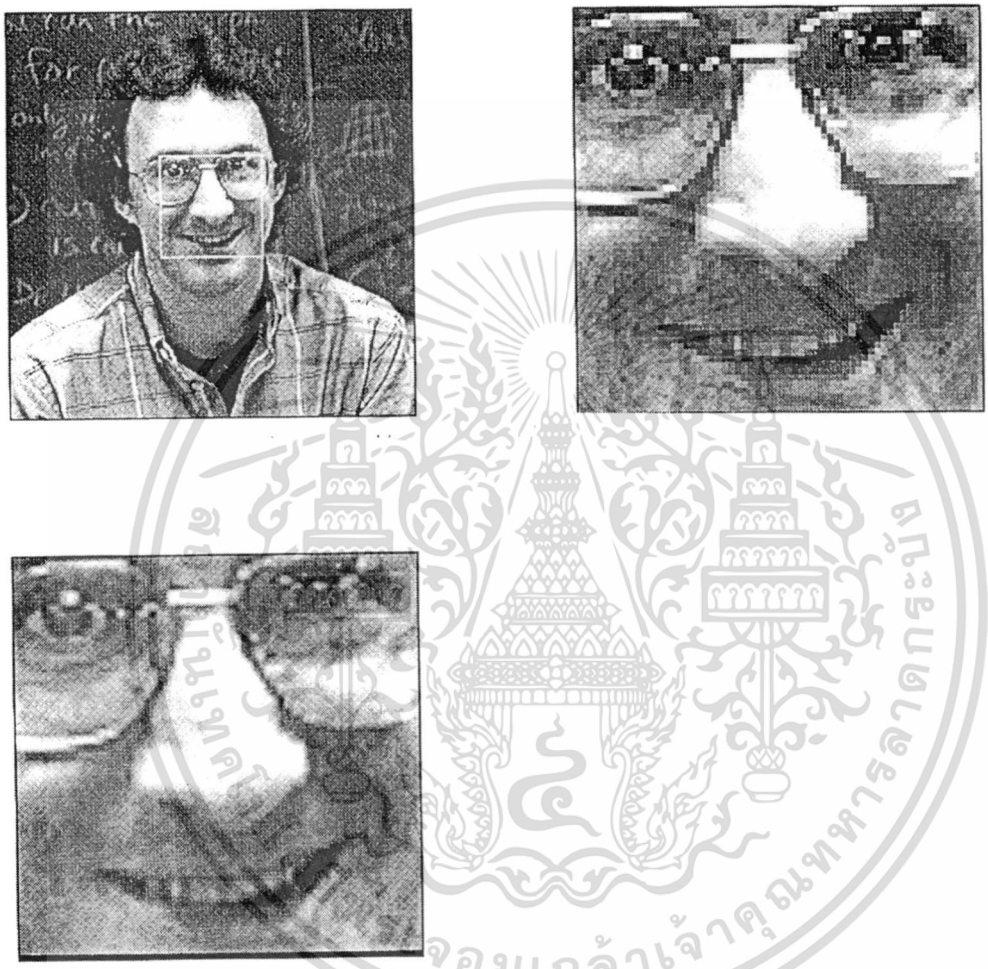
รูปที่ 1 การเสริมแต่งภาพที่มีสีขาวสีดำจัด (Contrast Stretching)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Region-of-Interest Image Geometry

ในการวิเคราะห์ภาพนั้นจะต้องทำการพิจารณาในพื้นที่เฉพาะส่วนที่เรียกว่า "Region of Interest (ROI)" ซึ่งในการที่เราจะดึงเอาส่วนที่เราต้องการมาพิจารณาได้นั้นเราจะต้องใช้วิธีการที่เรียกว่า " geometry operation" โดยในที่นี้จะอธิบายไว้ดังนี้ คือ crop, zoom, enlarge, shirk, translate และ rotate



รูปที่ 2

กระบวนการ Image crop เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการเลือกส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพ (Subimage) แล้วทำ การตัดออกมาพิจารณา ภาพย่อยที่ได้นี้สามารถนำไปซูมได้ โดยการขยายส่วนของมัน การซูมสามารถ ทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันคือ zero-order hold หรือ first-order hold โดยวิธี zero -order hold ทำได้โดยทำการ ซ้ำค่าของ pixel ก่อนหน้ามัน จากนั้นก็สร้าง blocky effect ส่วนการขยายขนาดของภาพโดยวิธี first-order hold ทำได้โดยใช้ linear interpolation ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58901

adjacent pixels วิธีการที่ง่ายที่สุดในการที่ง่ายที่สุดทำได้โดยหาค่าเฉลี่ยระหว่าง pixel ที่อยู่ติดกัน แล้วนำค่าที่ได้ไปใส่ ณ. ตำแหน่งระหว่างค่าทั้งสอง ตัวอย่างเช่น

ORIGINAL IMAGE ARRAY

$$\begin{bmatrix} 8 & 4 & 8 \\ 4 & 8 & 4 \\ 8 & 2 & 8 \end{bmatrix}$$

IMAGE WITH ROWS EXPANDED

$$\begin{bmatrix} 8 & 6 & 4 & 6 & 8 \\ 4 & 6 & 8 & 6 & 4 \\ 8 & 5 & 2 & 5 & 8 \end{bmatrix}$$

ในการพิจารณาจะเริ่มพิจารณาค่าในแต่ละแถวก่อน ในแถวที่ 1 ค่าเฉลี่ยระหว่างคู่แรก (คือ 8 กับ 4) จะได้ (8+4)/2=6 แล้วนำค่า 6 ไปใส่ไว้ตรงกลางระหว่างค่า 8 กับ 4 จากนั้นก็หาค่าเฉลี่ยของคู่ถัดไปทำอย่างนี้ จนครบทุกแถว แล้วจึงทำวิธีเดียวกันกับค่าในแต่ละคอลัมม์จนครบ ได้เมตริกซ์ผลลัพธ์ดังนี้

IMAGE WITH ROWS AND COLUMNS EXPANDED

$$\begin{bmatrix} 8 & 6 & 4 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 4 & 6 & 8 & 6 & 4 \\ 6 & 5.5 & 5 & 5.5 & 6 \\ 8 & 5 & 2 & 5 & 8 \end{bmatrix}$$

วิธีนี้สามารถขยายภาพขนาด N x N เป็นภาพขนาด (2N-1) x (2N-1) ได้ และสามารถขยายต่อโดยการทำซ้ำได้ตามต้องการ

วิธีอีกวิธีหนึ่งคือ การใช้ Convolution หรือที่เรียกว่า Convolution process ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ

1) การขยายภาพโดยการเพิ่มแถวและหลักของศูนย์เข้าไประหว่างแถวและหลักที่มีอยู่เดิม

ORIGINAL IMAGE ARRAY

$$\begin{bmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 2 & 7 & 6 \\ 3 & 4 & 9 \end{bmatrix}$$

IMAGE EXTENDED WITH ZEROS

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 5 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 7 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 4 & 0 & 9 & 0 \end{bmatrix}$$

2) ใช้วิธีการ convolution โดยใช้ convolution mask ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONVOLUTION MASK FOR FIRST - ORDER HOLD

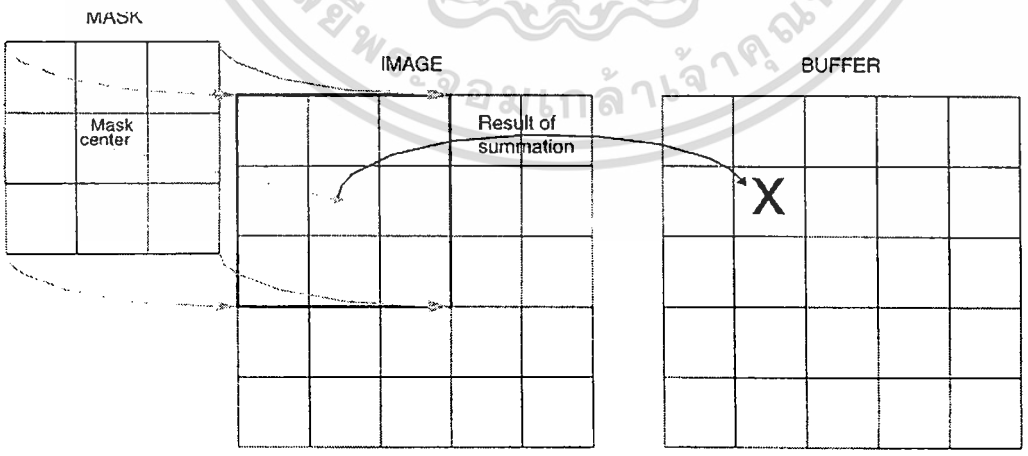
$$\begin{bmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{bmatrix}$$

ในขั้นตอนนี้ จะทำโดยเปรียบเสมือนกับเอามาส์กไปวางลงบนภาพ จากนั้นทำการหาผลรวมของผลคูณระหว่างค่าที่ทับกันของภาพและของมาสก์ ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า Vector inner product จะนำ ไปใส่ไว้ในภาพใหม่ ณ. ตำแหน่งที่ตรงกับจุดศูนย์กลางของมาสก์ ดังแสดงในรูปที่ 3 จากเมตริกซ์ที่ได้ทำการ เพิ่มแถวและหลักของศูนย์ดังในข้อ 1 แล้วเมื่อนำมาสก์มาวางทาบในตำแหน่งดังรูปที่ 4 สามารถหาค่า vector inner product ดังนี้

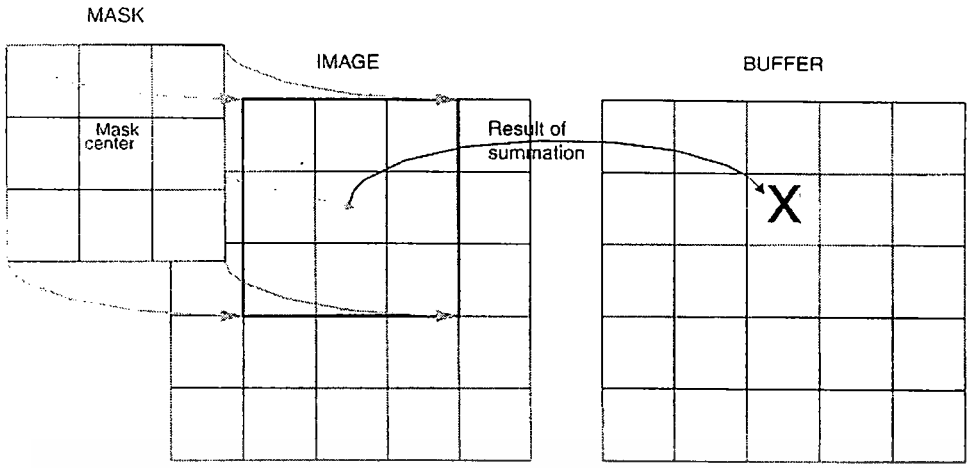
$$\frac{1}{4}(0)+\frac{1}{2}(0)+\frac{1}{4}(0)+\frac{1}{2}(0)+1(3)+\frac{1}{2}(0)+\frac{1}{4}(0)+\frac{1}{2}(0)+\frac{1}{4}(0)=3$$

ทำการหาค่า Vector inner product ไปจนครบทั้งภาพ โดยจะสามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

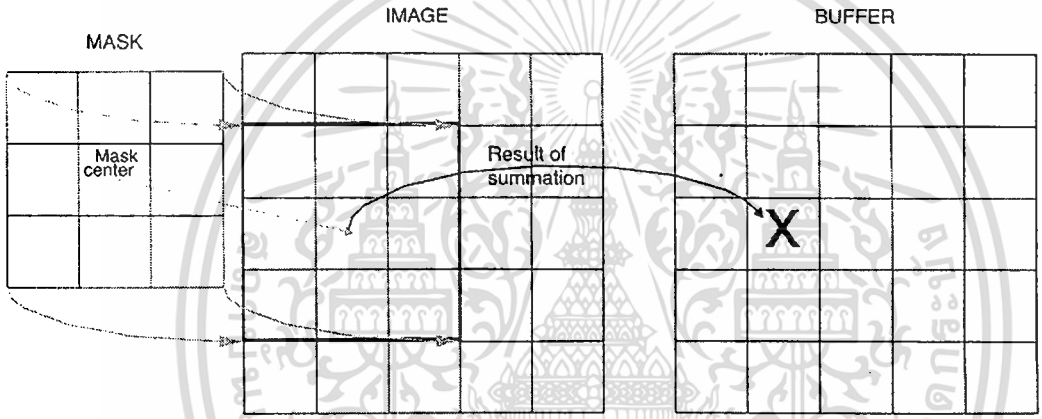
$$\sum_{X=-\infty}^{\infty}\sum_{Y=-\infty}^{\infty} I(r-x,c-y)M(x,y)$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



b. Move the mask one pixel to the right, multiply coincident terms, sum, and place the new result into the buffer at the location that corresponds to the new center location of the convolution mask, which is now at $(r,c) = (1,2)$. Continue to the end of the row.



c. Move the mask down one row and repeat the process until the mask is convolved with the entire image. Note that we 'lose' the outer row(s) and column(s).

รูปที่ 3

ไม่เพียงแต่ First-order hold ที่สามารถหาได้ด้วยวิธีนี้ zero-order hold ก็ทำได้เช่นกันโดยใช้ค่ามาสก์ข้างล่างนี้

ZERO - ORDER HOLD CONVOLUTION MASK

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

โดยที่ผลลัพธ์ที่ได้จะใส่ไว้ยังตำแหน่งที่ตรงกับมุมล่างขวาของมาสก์เนื่องจากไม่มีจุดศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการซูมแล้ว กระบวนการที่สำคัญอีก 2 วิธี คือ การเลื่อนตำแหน่งภาพและการหมุนภาพ โดยที่ขบวนการเลื่อนตำแหน่งภาพสามารถทำได้โดยการใช้สมการดังนี้

$$r' = r + r_0$$
$$c' = c + c_0$$

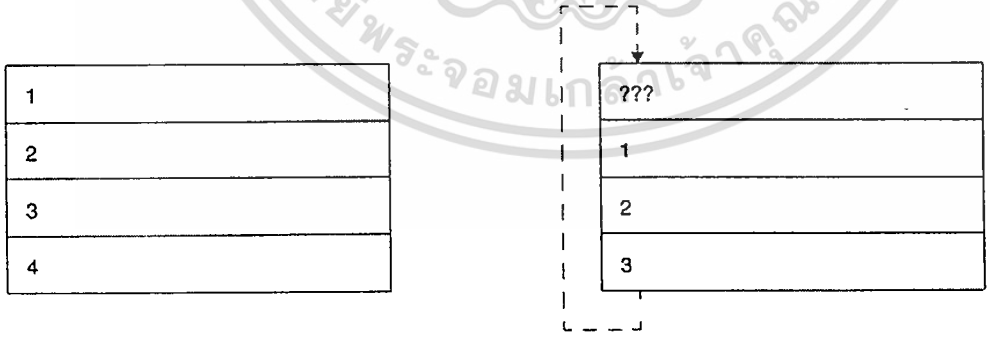
ส่วนการหมุนภาพนั้นสามารถทำได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\bar{r} = r(\cos\theta) + c(\sin\theta)$$
$$\bar{c} = -r(\sin\theta) + c(\cos\theta)$$

เราสามารถที่จะทำการเลื่อนและหมุนภาพโดยใช้สมการดังนี้

$$\bar{r}' = (r + r_0)(\cos\theta) + (c + c_0)(\sin\theta)$$
$$\bar{c}' = -(r + r_0)(\sin\theta) + (c + c_0)(\cos\theta)$$

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเลื่อนตำแหน่งภาพก็คือการเกิดตำแหน่งว่างขึ้น เช่นเมื่อทำการเลื่อนภาพทั้งหมดไปด้านล่างหนึ่งแถวจะพบว่าเกิดตำแหน่งว่างขึ้นที่แถวบนสุด ปัญหานี้แก้ไขได้โดยการเติมค่าคงที่ลงไปแทนซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นค่าของสีดำ (0) หรือค่าของสีขาว (255) หรืออาจจะใช้วิธีนำค่าแถวล่างสุดกลับมาใส่ในตำแหน่งบนสุดแทน

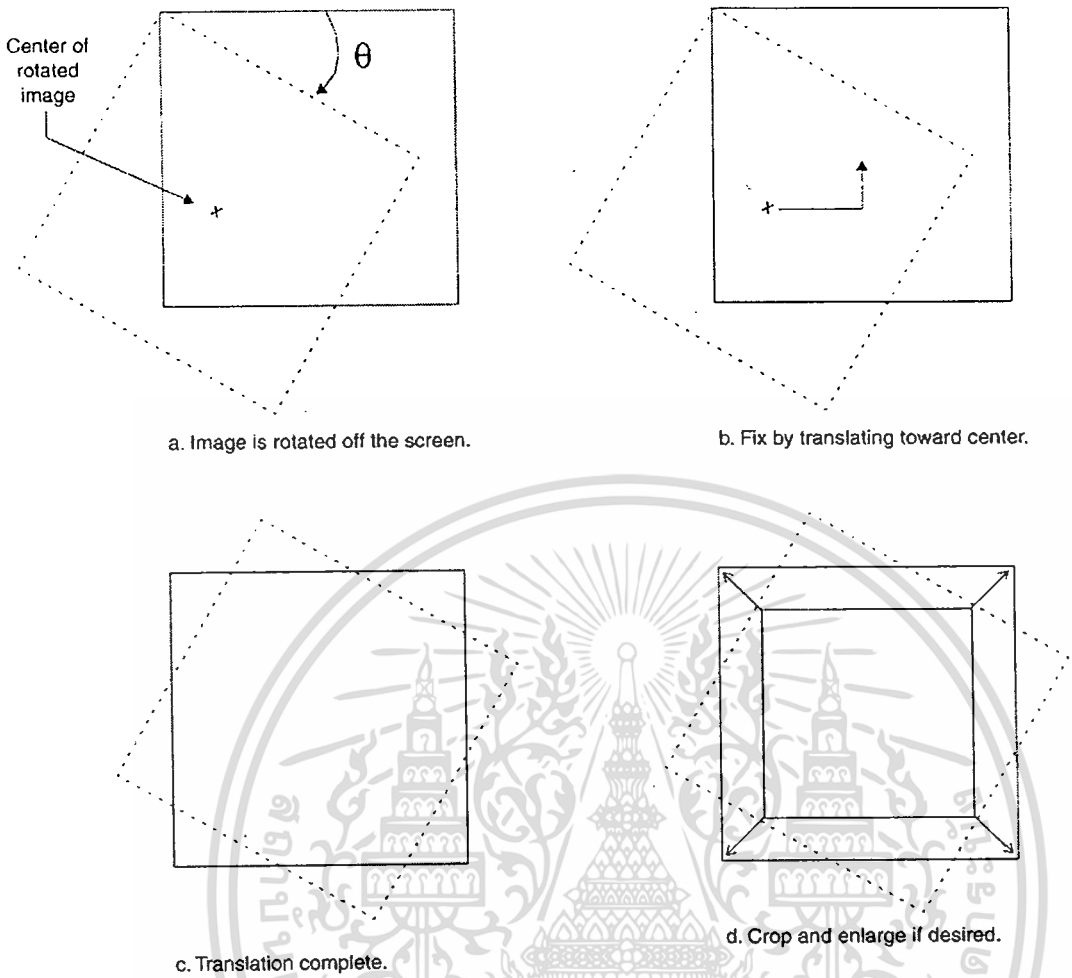


a. BEFORE: A four-row image translating down by one row, $r_0 = 1$.

b. AFTER: If we wrap-around, row 4 goes into ???. Otherwise, the top row is filled with a constant, typically zero.

รูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5

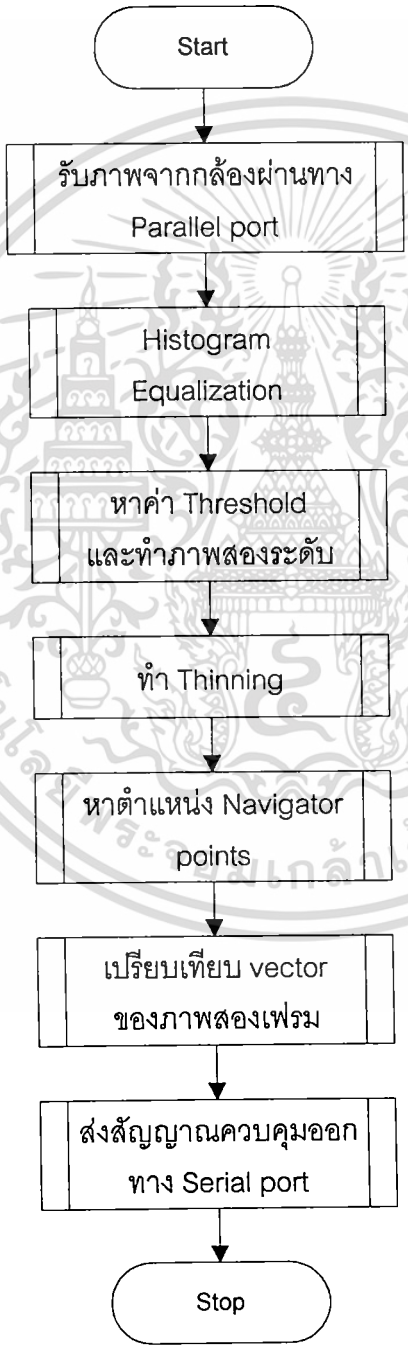
ส่วนในการหมุนภาพนั้นก็เกิดปัญหาเช่นกันคือ เมื่อหมุนภาพแล้วภาพอาจจะออกไปนอกกรอบซึ่งอาจ แก้ไปได้โดยเลื่อนตำแหน่งภาพไปยังจุดศูนย์กลาง เมื่อเลื่อนไปแล้วก็จะพบว่า ที่มุมของภาพจะเกิดตำแหน่งว่างขึ้น โดยเราสามารถเติมตำแหน่งที่ว่างนี้ด้วยค่าคงที่ หรือแยกส่วนกลางออกมาแล้วค่อยขยายกลับเป็นขนาดเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทดลองและผลการทดลอง

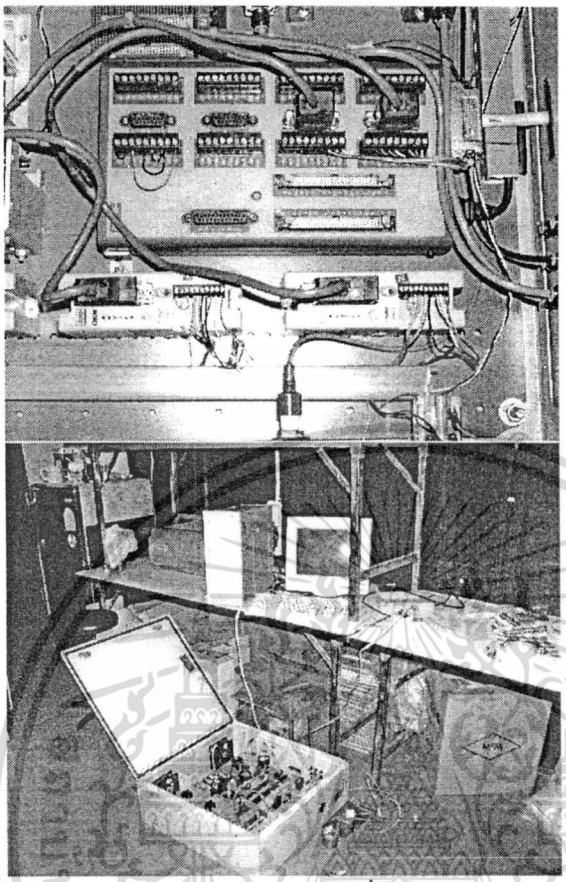
ภาพที่ได้จากกล้องทุกๆสองเฟรมภาพ จะนำมาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบด้วย การปรับปรุงภาพ การแยกรายละเอียดของภาพ และการหาตำแหน่งของฉลากจากเส้นขอบภาพ ผังงานสำหรับส่วนประมวลผลนี้แสดงในรูปที่ 1



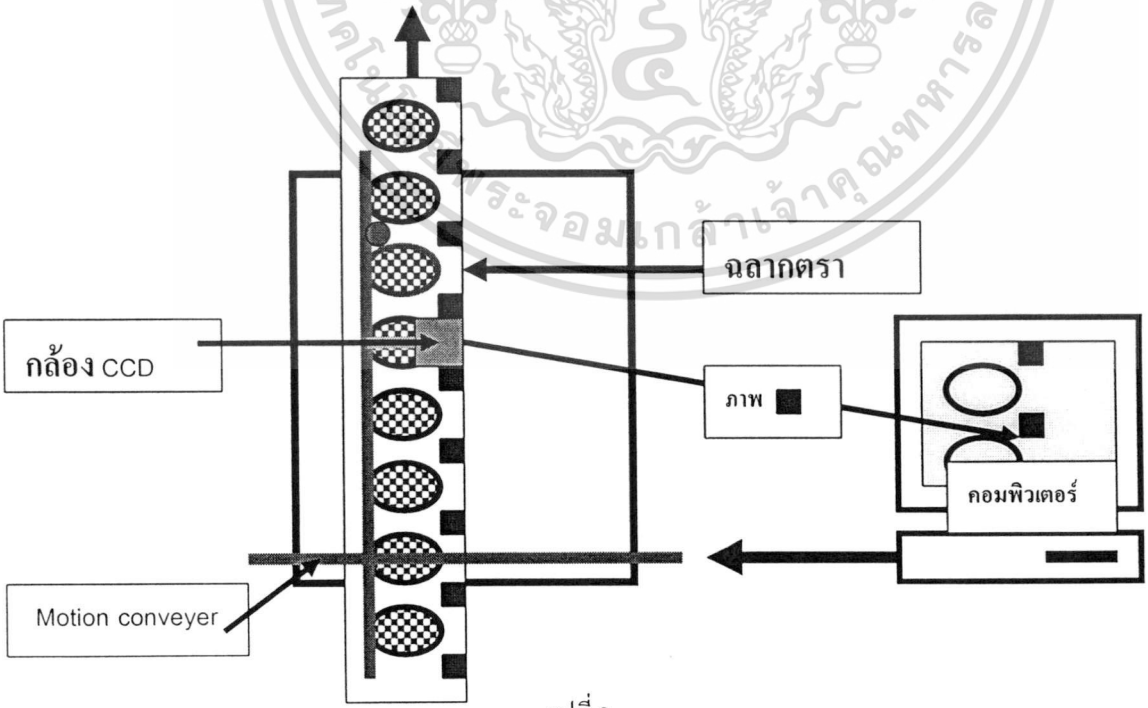
รูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของวงจรควบคุมมอเตอร์ สำหรับอุปกรณ์คัดแยกขวด แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2



รูปที่ 3

รูปที่ 3 แสดงถึงการทำงานของระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นมา ได้ทำการทดลองระบบ โดยการป้อนขวดที่ผ่านการปิดฉลากให้กับระบบ โดยใช้การประมวลผลภาพดังที่กล่าวมาแล้ว ระบบนี้สามารถแยกเอาขวดที่ปิดฉลากได้ถูกต้องสมบูรณ์ ออกมาจากขวดที่ปิดฉลากเอียงหรือมีรอยเลอะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้จะต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมทางแสงให้คงที่ด้วย ผลจากการทดลองจำนวน 10,000 ขวด ได้ประสิทธิภาพออกมาสูงถึง 97%

ความเร็วในการวิ่งของขวดรวมทั้งการประมวลผล วัดได้สูงสุดประมาณ 1.4 ขวดต่อวินาที ซึ่งถือว่า ช้ามากสำหรับกระบวนการควบคุมผลิตแบบอัตโนมัติ ทางอุตสาหกรรม

ในการทดลองนี้ ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลางเป็นชนิด Pentium ความถี่ 300 MHz ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows98 ใช้พอร์ตการสื่อสารข้อมูลแบบขนานสองทางสำหรับติดต่อกับกล้อง QuickCAM ของบริษัท Connectix ส่วนการควบคุมอุปกรณ์ทางกลได้ออกแบบโดยใช้ Micro-controller MSC-51 เป็นส่วนติดต่อกับมอเตอร์ และ Software ทั้งหมดในส่วนของการประมวลผลภาพ เขียนขึ้นโดยใช้ Microsoft Visual C/C++ ร่วมกับ Microsoft Video for Windows ของบริษัท Microsoft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

อัลกอลิทึมของการประมวลผลภาพ สำหรับการควบคุมและคัดแยกผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ เป็นกระบวนการที่ง่ายและไม่ซับซ้อน เนื่องมาจากมีจุดมุ่งหมายที่จะนำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ กับการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกโดยอัตโนมัติ เป็นประการแรก ประการที่สอง เนื่องจากต้องการควบคุมการทำงานในเวลาจริง (Real-time) จึงต้องลดเวลาของการประมวลผลภาพให้น้อยที่สุด แนวทางการแก้ไขสำหรับกรณีนี้อาจจะมีการใช้ส่วนประมวลผลสัญญาณดิจิตอลมาร่วมด้วย จึงจะสามารถทำให้การคัดแยกทำได้เร็วขึ้นไปอีก ในเวลาจริง

ในงานวิจัยต่อไปจะมีการปรับปรุงส่วนของการตรวจจับวัตถุ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยสามารถตรวจสอบสี และตัวหนังสือที่อยู่บนฉลากได้ด้วย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้