สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพ

Automated Visual Inspection

นายสาคร เกียรติพิพัฒนกุล

นายสินธุวงค์ เง่อเขียว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62827
วัน,เดือน,ปี 23 ส.ค. 2549

b.....
.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพ

Automated Visual Inspection

โดย

นายสาคร เกียรติพิพัฒนกุล

นายสินธุวงค์ เง่อเขียว

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.วัชระ ฉัตรวิริยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพ

Automated Visual Inspection

ผู้จัดทำ

1. นายสาคร เกียรติพิพัฒนกุล รหัสนักศึกษา 46015379
2. นายสินธุวงค์ เง่อเขียว รหัสนักศึกษา 46015381

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.วัชระ ฉัตรวิริยะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพ

นายสาคร เกียรติพิพัฒนกุล 46015379
นายสินธุวงค์ เง่อเขียว 46015381
ดร.วัชระ ฉัตรวิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

การควบคุมคุณภาพได้ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานในสายการผลิต เพื่อที่จะคัดแยกชิ้นงานที่มีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า ในการตรวจสอบคุณสมบัติของชิ้นงานนั้นส่วนใหญ่ยังใช้สายตามนุษย์ในการตรวจสอบ ซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการพิจารณาและตรวจสอบด้วยสายตาของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีการนำวิธีการตรวจสอบคุณสมบัติของชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพเข้ามาใช้ โดยวิธีการวิเคราะห์ภาพดิจิตอลและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ที่ทำให้การคัดแยก ตรวจสอบชิ้นงานมีความเร็วและความแม่นยำในการตรวจสอบเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automated Visual Inspection

Sakorn Kaitpipattanakul	46015379
Sinthuwong Ngerkheo	46015381
Dr. Watchara Chatwiriya	Advisor
Academic Year 2005	

ABSTRACT

Quality control is widely used in manufacturing industries. However, the traditional human visual inspection is unreliable and labor intensive. The application of image processing in inspection process is the preferred method to analyze or measure objects' properties. By using digital camera and image processing, the quality of the products can be automatically obtained faster and more reliable. This thesis presents the design and implementation of the Automated Visual Inspection system under a controlled environment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถเสร็จสมบูรณ์ได้ถ้าไม่ได้รับคำแนะนำ และความรู้จาก ดร.วัชระ ฉัตรวิริยะ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับทุกสิ่งทุกอย่างที่ได้รับจากอาจารย์ นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้สอนสั่งคณะผู้จัดทำจนมีความรู้ความสามารถจนถึงทุกวันนี้

ขอขอบคุณบริษัท Canon Singapore Pte Ltd. ที่ได้สนับสนุน Software SDK (Canon Digital Camera CD-SDK 7.3.0 for Windows) ให้แก่เรานำมาใช้ในโครงงาน และบริษัท Canon Marketing (Thailand) Co.,Ltd ที่ช่วยติดต่อประสานงานเรื่องขอ Software SDK จากบริษัท Canon Singapore Pte Ltd.

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือกันมาตลอด

และขอขอบคุณพ่อแม่ที่เป็นกำลังใจให้มาตลอด

นายสาคร เกียรติพิพัฒนกุล 46015379

นายสินธุวงค์ เง่อเขียว 46015381

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน..... 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....1

1.4 วิธีการดำเนินการ..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 2.1. เทคโนโลยีของการตรวจสอบด้วยสายตา..... 3

2.1.1 การตรวจสอบโดยใช้มนุษย์ (Human visual inspection)..... 3

2.1.2 เซนเซอร์แสงตรวจสอบเป็นจุดและพื้นที่ (Light-sensor spot and area detection) 3

2.1.3 เซนเซอร์แบบ Line scan เพื่อวิเคราะห์ภาพ (Line-scan sensor image analysis).... 4

2.1.4 การวิเคราะห์ภาพจากกล้อง (Camera image analysis)..... 4

2.2 สภาพแวดล้อมในการมองเห็นที่เป็นปัญหา (Visual Conditions Problems)..... 4

2.2.1 การเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง (Position Variation)..... 4

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงของขนาด (Size Variation)..... 4

2.2.3 ความสับสนกับพื้นหลัง (Confused Background)..... 4

2.2.4 ความมัวของภาพ (Blur)..... 5

2.2.5 ความแตกต่างของแสงที่ไม่ต่างกันมาก (Poor Contrast)..... 5

2.2.6 สภาวะของแสงที่ไม่แน่นอน (Inconsistent Lighting)..... 5

2.2.7 เงา (Shadows)..... 5

2.2.8 ความซับซ้อนในการแบ่งแยก (Part Overlapping)..... 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.9 การเปลี่ยนแปลงการประมวลผล (Process Variation)..... 6

2.3 การจัดแสงและการควบคุมแสง..... 6

2.3.1 Front Ring Brightfield Illumination 7

2.3.2 Front Ring Darkfield Illumination 7

2.3.3 Directional Front Illumination 8

2.3.4 Coaxial Illumination 8

2.3.5 Diffuse Front Illumination..... 9

2.3.6 Diffuse Dome Illumination 9

2.3.7 Polarized Front Illumination 10

2.3.8 Transmitted Illumination..... 10

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา..... 11

3.1 การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมแสง..... 11

3.1.1 กล่องป้องกันแสงจากภายนอก..... 11

3.1.2 การออกแบบแหล่งกำเนิดแสง..... 13

3.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมกล้องดิจิตอล..... 13

3.3 การออกแบบโปรแกรมประมวลผล..... 16

3.3.1 ลักษณะการทำงานโดยรวมของโปรแกรม..... 16

3.3.2 การแปลงภาพขาวดำ..... 17

3.3.3 การวัด..... 18

3.3.4 การนับ..... 19

3.3.5 การเปรียบเทียบ..... 20

บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ผล..... 22

4.1 ขั้นตอนการทดลอง..... 22

4.2 การทดลอง..... 22

4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 22

4.2.2 การประมวลผลหาขนาดของชิ้นงาน..... 23

4.2.3 การประมวลผลหาจำนวนของชิ้นงาน..... 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.4 การประมวลผลคัดแยกชิ้นงาน.....27
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผล.....30
5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....30
5.2 ผลที่ได้รับจากโครงการ.....30
5.3 ปัญหาที่พบในการทำโครงงาน.....30
5.4 ข้อเสนอแนะ.....31
บรรณานุกรม.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงการเปรียบเทียบ ขนาดชิ้นงานจริง กับโปรแกรม..... 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 เทคนิคการให้แสงแบบ Front Ring Brightfield 7

2.2 เทคนิคการให้แสงแบบ Front Ring Darkfield 7

2.3 เทคนิคการให้แสงแบบ Directional Front 8

2.4 เทคนิคการให้แสงแบบ Coaxial 8

2.5 เทคนิคการให้แสงแบบ Diffuse Front 9

2.6 เทคนิคการให้แสงแบบ Diffuse Dome 9

2.7 เทคนิคการให้แสงแบบ Polarized Front 10

2.8 เทคนิคการให้แสงแบบ Transmitted 10

3.1 ขนาดของอุปกรณ์ควบคุมแสง 12

3.2 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ 12

3.3 แผง LED 13

3.4 กล้อง Cannon PowerShot A520 14

3.5 โปรแกรมควบคุมกล้อง 15

3.6 แสดงภาพการทำงานโดยรวมของโปรแกรม 16

3.7 แสดงภาพการทำงานแปลงเป็นภาพ Binary 17

3.8 แสดงภาพการทำงานในส่วนของการวัด 18

3.9 แสดงภาพการทำงานในส่วนของการนับ 19

3.10 แสดงภาพการทำงานในส่วนของการเปรียบเทียบ 20

4.1 แสดงภาพตัวอย่างของชิ้นงานที่ถ่ายได้จากกล้อง 23

4.2 แสดงการแปลงภาพจากภาพปกติเป็นภาพแบบไบนารี 23

4.3 แสดงภาพที่เกิดจากการหมุนให้เข้าที่ตามต้องการและ Inverse ภาพ 24

4.4 แสดงภาพผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ประมวลผลการวัดเสร็จสิ้น 24

4.5 แสดงภาพของประเก็นทั้ง 3 รูปแบบที่นำมาทดลอง 25

4.6 ภาพของชิ้นงานในการทดลองการนับ 26

4.7 แสดงการแปลงภาพจากภาพปกติเป็นภาพแบบไบนารี 26

4.8 แสดงภาพที่เกิดจากการหมุนให้เข้าที่ตามต้องการและ Inverse ภาพ 27

4.9 แสดงภาพผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ประมวลผลการวัดเสร็จสิ้น 27

4.10 แสดงภาพของประเก็นทั้ง 3 รูปแบบที่นำมาทดลอง 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.11ภาพของชิ้นงานในการทดลองการนับ.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ปัจจุบันนี้ในอุตสาหกรรมการผลิตได้มีการคัดแยกชิ้นงานต่างๆ ให้ได้ตามมาตรฐานก่อนส่งถึงมือลูกค้า และคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพออกไป กระบวนการตรวจสอบคุณภาพมักใช้สายตาของมนุษย์ในการพิจารณาตรวจสอบ แต่ความสามารถในการตรวจสอบพิจารณาของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจ ความไม่ได้มาตราฐานเดียวกัน และใช้เวลามากในการทำงาน

การประมวลผลภาพดิจิตอลสามารถนำเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานได้ เช่น การวัดขนาดของชิ้นงาน พื้นที่ของชิ้นงาน เป็นต้น รวมไปถึงสิ่งผิดปกติบนชิ้นงานที่ไม่ถูกต้องตามแบบที่วางไว้ โดยจะมีการทำงานแบบอัตโนมัติ และการตรวจสอบชิ้นงานนั้นจะขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์เป็นตัวกำหนดว่าจะตรวจสอบเกี่ยวกับอะไร วิธีนี้เป็นวิธีการใหม่ที่จะนำไปใช้ในการคัดแยกและตรวจสอบชิ้นงานแทนแรงงานของมนุษย์ ได้อย่างถูกต้อง เที่ยงตรง เป็นมาตราฐานและความเร็วของเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ทำให้การทำงานดังกล่าวมีความรวดเร็วกว่ามนุษย์ด้วย

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1. นำเทคนิคในการประมวลผลภาพดิจิตอลมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณสมบัติของชิ้นงาน

1.2.2. สร้างระบบรับภาพชิ้นส่วนและวัดคุณสมบัติต่างๆของชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติ

1.3. ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1. ระบบงานนี้เป็นการทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมแสงที่ควบคุมได้ โดยจะต้องมีการออกแบบส่วนควบคุมการให้แสงสว่างแก่ชิ้นงานและภาพหลัง

1.3.2. ชิ้นงานที่สนใจในงานนี้เป็น ชิ้นงาน 2 มิติ หรือชิ้นงานที่มีความหนาไม่มาก จนเกิดการบังส่วนอื่น และการตรวจสอบทำกับชิ้นงานทีละชิ้นเท่านั้น

1.3.3. ต้องการตรวจสอบว่าชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบผิดเพี้ยนไปจากข้อมูลต้นแบบหรือไม่ โดยสามารถระบุผลลัพท์ในเชิงตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4. วิธีการดำเนินงาน

1.4.1. วางแผนการทำงานและกำหนดระยะเวลาของการทำกิจกรรมต่างๆ

1.4.2. นำความรู้ที่ได้มาทั้งหมดมาวิเคราะห์และออกแบบซอฟต์แวร์ และส่วนการให้แสงสว่าง ส่วนการติดตั้งกล้อง ส่วนกำบังแสง

1.4.3. พัฒนาซอฟต์แวร์ทั้งในส่วนของการตรวจวัด นับ และการเปรียบเทียบ

1.4.4. สร้างส่วนสภาพการให้แสงที่ควบคุมได้ ทดสอบซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นมา ตรวจสอบความถูกต้องว่าสามารถทำงานได้ตรงตามที่ได้กำหนดไว้

1.4.5. สรุปผลการทำงานของซอฟต์แวร์ ผลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ และแนวทางในการพัฒนางานศึกษานี้

1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. สามารถสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบชิ้นงานเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

1.5.2. สามารถนำไปพัฒนาการตรวจสอบกับชิ้นงานแบบอื่นได้

1.6. ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงานชุดนี้ ทั้งทฤษฎีพื้นฐาน ที่ว่าด้วยเทคโนโลยีของ Automated Visual Inspection การจัดแสงและการควบคุมแสง

บทที่ 3 จะกล่าวถึง รายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมแสงและซอฟต์แวร์ที่ใช้ตรวจสอบ

บทที่ 4 เป็นการทดลอง และวิเคราะห์ผลงาน

บทที่ 5 เป็น บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Automated Visual Inspection คือ วิธีการตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงาน ด้วยวิธีการประมวลผลจากภาพถ่าย ที่ถ่ายชิ้นงานนั้นขึ้นมา ซึ่งวิธีการนี้จะทำการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ตามซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้ในการประมวลผล ในบทนี้จะกล่าวถึง เทคโนโลยีของการตรวจสอบด้วยสายตา ปัญหาในการตรวจสอบการประมวลผลจากภาพ การจัดแสงและรูปแบบต่างในการจัดแสง

2.1. เทคโนโลยีของการตรวจสอบด้วยสายตา

เทคโนโลยีของการตรวจสอบด้วยการสายตา(Visual Inspection Technology) มีหลายวิธี ดังต่อไปนี้

2.1.1. การตรวจสอบโดยใช้มนุษย์ (Human visual inspection)

เป็นวิธีการแรกที่ใช้ในการตรวจสอบ ซึ่งจะใช้มนุษย์ในการตรวจสอบ คุณสมบัติและคุณภาพของวัสดุต่างๆ โดยจะใช้สายตาของมนุษย์ในการตรวจสอบ ซึ่งวิธีการนี้ เป็นการตรวจสอบที่ยืดหยุ่นที่สุดและทำงานที่ซับซ้อนได้ดีที่สุด แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ว่า การตรวจสอบนั้นต้องการการฝึกฝน และมีความล่าช้าในการตรวจสอบด้วย

2.1.2. เซนเซอร์แสงตรวจสอบเป็นจุดและพื้นที่ (Light-sensor spot and area detection)

เป็นวิธีการตรวจสอบโดยวิธีการใช้แสงส่องหาจุดผิดปกติของชิ้นงานเป็นจุด ใช้วิธีการส่องแสงออกไปตรวจสอบแบบจุด หรือแบบเป็นพื้นที่ในการตรวจสอบนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการตรวจสอบว่าจะมีการตรวจสอบอย่างไร เช่น กระดาษ จะหาจุดดำ โดยการฉายแสงส่องเป็นพื้นที่เพื่อหาจุดทึบแสงที่ผิดปกติกับพื้นที่อื่นของกระดาษ วิธีการนี้ จะมีความรวดเร็ว และถูกต้องในการตรวจสอบ แต่ขาดความยืดหยุ่นในการตรวจสอบ ต้องมีการออกแบบเครื่องหมายมาตรฐาน(Reference marks) ในการตรวจสอบด้วย

2.1.3. เซนเซอร์แบบ Line scan เพื่อวิเคราะห์ภาพ (Line-scan sensor image analysis)

เป็นวิธีการตรวจสอบภาพโดยวิธีการ Line scan ภาพออกมาวิเคราะห์ ซึ่งวิธีการนี้จะมีความรวดเร็วในการตรวจสอบ การทำงานมีลักษณะคล้ายกับ การตรวจสอบเป็นพื้นที่ แต่วิธีการนี้ จะเป็นการ Scan ชิ้นงานเป็นแนวเพื่อตรวจสอบ ทำให้มีความรวดเร็วขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4. การวิเคราะห์ภาพจากกล้อง (Camera image analysis)

เป็นวิธีการวิเคราะห์ภาพจากภาพถ่ายที่ถ่ายชิ้นงานออกมา เป็นการวิเคราะห์วัตถุเชิง 2 มิติ สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ เช่น ขนาด สี พื้นที่ เป็นต้น โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการประมวลผลจากคอมพิวเตอร์ ความเร็วในการตรวจสอบขึ้นอยู่กับความซับซ้อนในการวิเคราะห์ ไม่จำกัดรูปแบบการตรวจสอบ ไม่ต้องมีการกำหนดจุดการตรวจสอบก็ได้ แต่ต้องการสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกที่การถ่ายภาพ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ต้องการการวิเคราะห์และออกแบบก่อนทำงานค่อนข้างมากกว่าวิธีอื่นด้วย

2.2. สภาพแวดล้อมในการมองเห็นที่เป็นปัญหา (Visual Conditions Problems)

ปัญหาที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นปัญหาที่ต้องมีการค้นคว้าและออกแบบป้องกัน เพื่อให้การประมวลผลทำได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

2.2.1. การเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง (Position Variation)

ในการถ่ายภาพขึ้นมาตรวจสอบนั้น ตำแหน่งเป็นสิ่งที่สำคัญข้อหนึ่ง เรื่องตำแหน่งต้องมีตำแหน่งที่ถูกต้อง ในการประมวลรูปภาพนั้น จะมีการคำนวณจากตำแหน่งที่คงที่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งของภาพ การประมวลผลก็จะคลาดเคลื่อนได้ เช่น การวัดขนาดของชิ้นงาน ถ้ามีการเขียนโปรแกรมประมวลผลโดยกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนของชิ้นงานไว้แล้ว ถ้าตำแหน่งของชิ้นงานเลื่อนไป การคำนวณขนาดของชิ้นงานจะผิดพลาดได้

2.2.2. การเปลี่ยนแปลงของขนาด (Size Variation)

ในการถ่ายภาพขึ้นมาตรวจสอบนั้น แต่ละชิ้นงานต้องมีขนาดที่เท่ากันทุกชิ้น เพื่อที่จะได้ตรวจสอบ ได้ถูกต้อง ถ้าขนาดของชิ้นงานแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ในการตรวจสอบวัดขนาดของชิ้นงานได้กำหนดตำแหน่งตายตัวแล้ว เมื่อขนาดของชิ้นงานเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทางด้านความหนา ชิ้นการจะถูกยกตัวขึ้น เมื่อกล้องจับภาพได้จะดูว่าผิวหน้าชิ้นงานมีขนาดใหญ่กว่าความเป็นจริงที่จะได้

2.2.3. ความสับสนกันระหว่างชิ้นงานกับพื้นหลัง (Confused Background)

ความสับสนกันระหว่างชิ้นงานกับพื้นหลัง คือการที่ ชิ้นงานและพื้นหลัง มีสีที่คล้ายคลึงกัน หรือ อาจเกิดจากการที่พื้นหลังมีสีที่ไม่เหมือนกันทั้งหมด ทำให้การถ่ายออกมาแล้วประมวลผล อาจทำให้เกิดการประมวลผลที่ผิดพลาดได้ เช่น การที่สีของชิ้นงานกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นมีสีที่ใกล้เคียงกันเมื่อถ่ายภาพและประมวลผลออกมาอาจถูกมองว่า ไม่มีชิ้นงานอยู่เลย เป็นต้น

2.2.4. ความมัวของภาพ (Blur)

ความมัวของภาพคือ ภาพที่ได้ถ่ายมาแล้วไม่ชัดหรือพร่ามัว ซึ่งอาจจะเกิดจากการโฟกัสของกล้องถ่ายภาพไม่ดีพอ ทำให้การตรวจสอบภาพจะทำได้ยากขึ้น เพราะไม่รู้ลักษณะที่แท้จริงของภาพเป็นอย่างไร และอาจมองไม่เห็นสิ่งผิดปกติของภาพได้

2.2.5. ความสว่างของแสงที่มีน้อยเกินไป (Poor Contrast)

ภาพที่มีถ่ายออกมาในสภาวะที่มีการให้แสงน้อยเกินไป จะทำให้ตัวประมวลผลแยกแยะสีของชิ้นงานไม่ถูกและอาจมองไม่เห็นจุดที่ผิดพลาดบนชิ้นงานได้ เช่น เมื่อถ่ายภาพชิ้นงานในสภาวะแสงน้อยๆ ออกมา จะทำให้พื้นหลังและชิ้นงานดูมืดมองไม่เห็นจุดที่บกพร่องบนชิ้นงานและไม่ทราบสีของชิ้นงานจริงๆ ว่าเป็นสีอะไร เป็นต้น

2.2.6. สภาวะแสงที่ไม่แน่นอน (Inconsistent Lighting)

สภาวะแสงที่ไม่แน่นอน คือสภาวะของแสงที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ทำใช้ชิ้นงานที่ถ่ายออกมานั้น ความสว่างและสีอาจไม่เหมือนกัน ยิ่งแสงมากสีจะดูอ่อน แต่ถ้าแสงน้อยสีจะดูเข้ม เมื่อนำมาประมวลผลเปรียบเทียบกันแล้วอาจทำให้มองว่าชิ้นงานทั้งสองไม่เหมือนกัน เช่น การตรวจสอบความเหมือนของชิ้นงาน เมื่อถ่ายในความสว่างที่ไม่เท่ากันแล้ว ผลการประมวลผลก็บอกว่าไม่เหมือนกัน ทั้งที่ความจริงแล้วเป็นชิ้นงานชนิดเดียวกันและเหมือนกัน

2.2.7. เงา (Shadows)

เงาเกิดจากการให้แสงที่ไม่สม่ำเสมอกันในทุกๆด้านของชิ้นงาน ซึ่งเงาที่เกิดขึ้นจากชิ้นงานนี้จะมีผลทำให้การประมวลผลผิดพลาดได้เหมือนกัน เช่น เมื่อถ่ายภาพชิ้นงานออกมาแล้วนำไปประมวลผล ตัวประมวลผลอาจมองว่า เงานั้นเป็นส่วนหนึ่งของชิ้นงานได้

2.2.8. การซ้อนกัน (Part Overlapping)

ในการวางชิ้นงานเพื่อถ่ายภาพนั้น ถ้ามีการวางชิ้นงานซ้อนทับกันแล้ว ก็จะทำให้การประมวลผลนั้นผิดพลาดไปได้ เช่นเมื่อถ่ายภาพชิ้นงานและประมวลผลภาพของชิ้นงานนั้นออกมาอาจทำให้ตัวประมวลผลมองว่าชิ้นงานที่วางทับกันนั้นเป็นชิ้นงานเดียวกันเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9. การเปลี่ยนแปลงการประมวลผล (Process Variation)

การเปลี่ยนแปลงการประมวลผลก็คือ เปลี่ยนการตรวจสอบเรื่องหนึ่งไปอีกเรื่องหนึ่ง จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมในการประมวลผลใหม่ ถ้าการตรวจสอบนั้น อยู่คนละแผนงานการประมวลผลกัน ก็จะทำให้การประมวลผลผิดพลาดได้อย่างแน่นอน ยกตัวอย่างเช่น นำตัวประมวลผลคัดแยกมะม่วงไปคัดแยกมะนาว เป็นต้น

2.3. การจัดแสงและการควบคุมแสง

ภาพของชิ้นงานที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบควรมีภาพของชิ้นงานอย่างเดียวเพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผล ถ้ามีองค์ประกอบอื่นรวมอยู่จะต้องทำการตัดส่วนที่ไม่ต้องการออกก่อน ซึ่งอาจทำได้ง่ายๆ ด้วยการจัดสภาพแวดล้อมแสง นอกจากนี้การจะทำให้ภาพที่ถ่ายออกมาใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด จะต้องพิจารณาเรื่องการเลือกชนิดของแสงที่จะนำมาเป็นไฟส่องสว่างด้วย โดยควรเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่เทียบเคียงได้กับแสงอาทิตย์ เพราะแสงอาทิตย์เป็นแสงที่มีความถี่ครบทุกความถี่ในย่านความถี่แสง เรียกแสงลักษณะนี้ว่า “แสงขาว” ซึ่งเมื่อสะท้อนวัตถุแล้วจะให้สีที่ถูกต้องที่สุด แสงที่เกิดจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์จะไม่สมบูรณ์เท่าทำให้มองเห็นวัตถุสีเพี้ยนไป แหล่งกำเนิดแสงที่มีความใกล้เคียงกับแสงอาทิตย์มากคือหลอดไฟแบบไส้

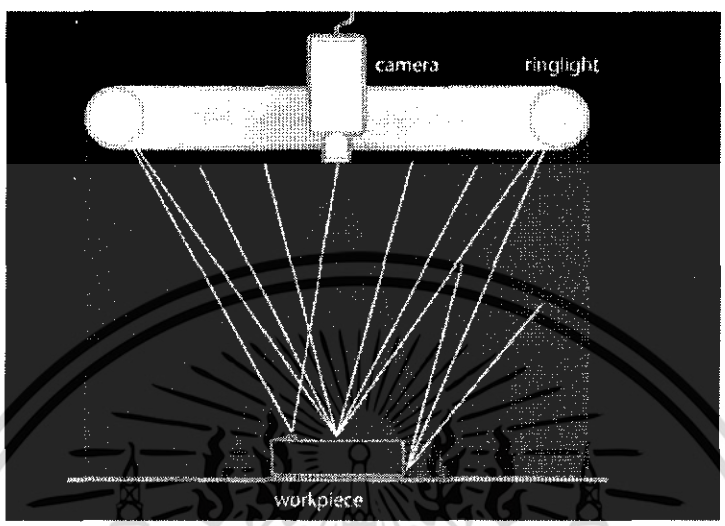
การจัดแสงจะช่วยทำให้ภาพถ่ายมีความถูกต้องมากขึ้น เพราะเป็นการลดปัญหาที่เกิดจากสภาวะของแสงที่ไม่แน่นอน และเงาเป็นต้น ซึ่งดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 2.2. เรื่องปัญหาสภาวะในการมองเห็นและตรวจสอบชิ้นงาน ซึ่งวิธีการให้แสงมีด้วยกันหลายวิธีเช่น การให้แสงโดยตรง การให้แสงจากข้างหลัง การให้แสงบริเวณรอบ

จากข้อมูลของบริษัท SCHOTT North America ได้จัดเทคนิคการให้แสงออกเป็นแบบต่างๆ เพื่อใช้สำหรับงานที่เกี่ยวกับ Machine Vision โดยการใช้กล้องที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1. Front Ring Brightfield Illumination

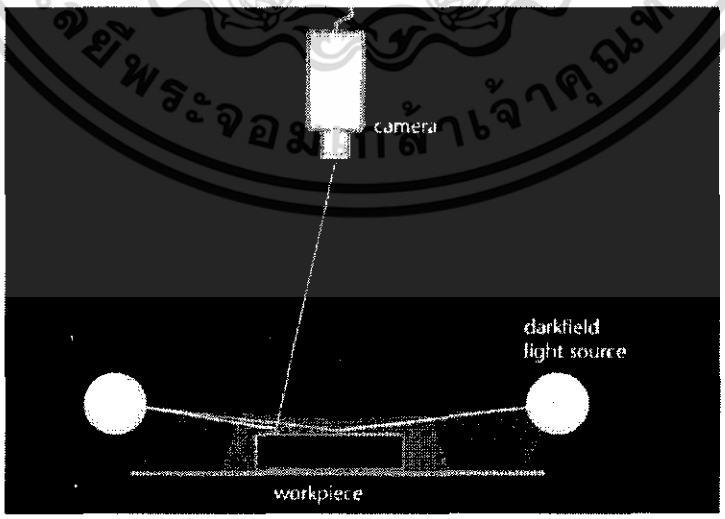
การให้แสงแบบทั่วๆ ไป การให้แสงมีทิศทางที่ส่องลงมาในแนวเฉียง ไม่เหมาะสำหรับพื้นผิวที่มีความมัน ความวาว และพื้นผิวที่มีเงา



รูปที่ 2-1 เทคนิคการให้แสงแบบ Front Ring Brightfield Illumination

2.3.2. Front Ring Darkfield Illumination

มีมุมในการสะท้อนแสงน้อย ทำให้ภาพที่ได้ออกมานั้นมืด เมื่อชิ้นงานมีความบกพร่องจะทำให้แสงสะท้อนเข้ากล้องมากกว่าบริเวณอื่น ภาพที่ถ่ายได้จึงมีความสว่างมากกว่าจุดอื่นๆ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการตรวจสอบหาตำหนิบนพื้นผิวของชิ้นงาน

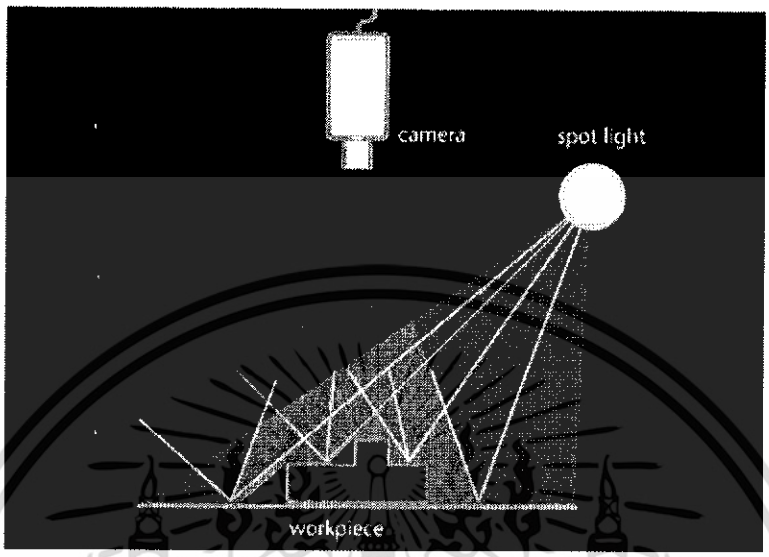


รูปที่ 2-2 เทคนิคการให้แสงแบบ Front Ring Darkfield Illumination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3. Directional Front Illumination

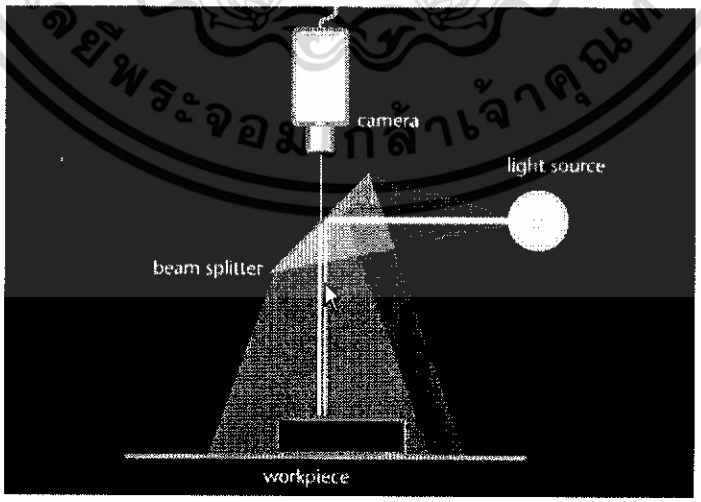
เพิ่มมุมของแหล่งกำเนิดแสงมากขึ้น ทำให้แสงที่ตกกระทบจากพื้นผิวของชิ้นงานมีมากขึ้น เทคนิคการให้แสงแบบนี้จะทำให้เกิดเงาและควบคุมส่วนที่เกิดเงาได้



รูปที่ 2-3 เทคนิคการให้แสงแบบ Directional Front Illumination

2.3.4. Coaxial Illumination

เป็นการนำแสงรวมให้อยู่ในแกนเดียวกันกับกล้องโดยใช้ beam splitter (half-mirror) เป็นตัวสะท้อนแสงไปยังชิ้นงาน เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีความมันวาวสูง แต่มีความต้องการพื้นที่ในการติดตั้ง

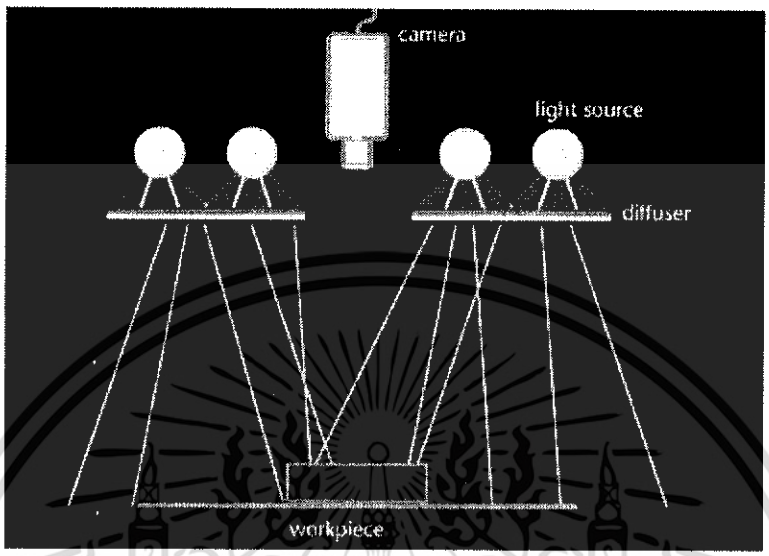


รูปที่ 2-4 เทคนิคการให้แสงแบบ Coaxial Illumination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5. Diffuse Front Illumination

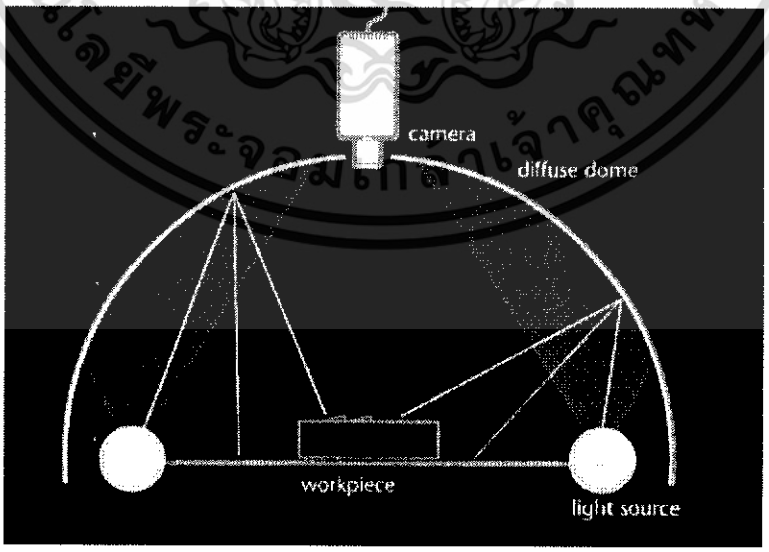
ไม่ได้เป็นการให้แสงโดยตรง สามารถที่จะลดการเกิดเงาได้ แสงจะมีความสม่ำเสมอ ไม่เหมาะสำหรับงานที่เกี่ยวกับการหาขอบภาพ



รูปที่ 2-5 เทคนิคการให้แสงแบบ Diffuse Front Illumination

2.3.6. Diffuse Dome Illumination

มีการแพร่กระจายของแสงที่เกิดจากขอบของโดมไปยังบริเวณที่วางชิ้นงาน โดยที่จะมีกล้องติดอยู่บริเวณด้านบนของโดม

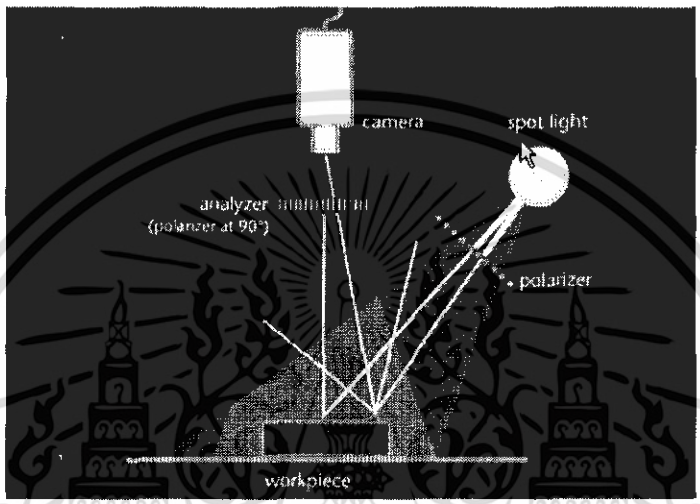


รูปที่ 2-6 เทคนิคการให้แสงแบบ Diffuse Dome Illumination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7. Polarized Front Illumination

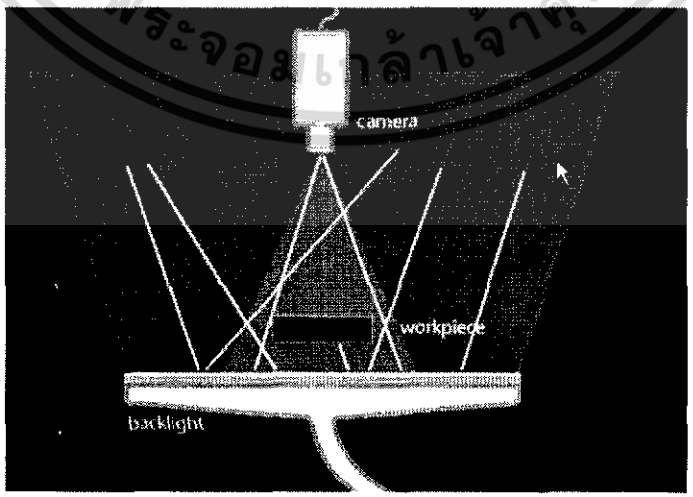
แสงจากแหล่งกำเนิดแสง Spot light จะถูกบังคับทิศทางให้ส่งไปยังชิ้นงาน เมื่อแสงตกกระทบกับชิ้นงานจะสะท้อนผ่านตัวบังคับแสง (Analyzer) ซึ่งตัวบังคับแสงที่ติดอยู่หน้ากล้องนั้น จะยอมให้แสงรูปแบบที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น เหมาะสำหรับงานที่ต้องการลดการสะท้อนแสงจากพื้นผิวที่มีความมันวาวมาก และงานที่ต้องการๆ ป้องกันแสงผ่านเข้าสู่กล้องโดยตรง



รูปที่ 2-7 เทคนิคการให้แสงแบบ Polarized Front Illumination

2.3.8. Transmitted Illumination

แหล่งกำเนิดแสงจะอยู่ตรงข้ามกับกล้อง ลักษณะการให้แสงแบบนี้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการตรวจขอบของชิ้นงานและงานที่ต้องการรูปทรง แต่จะทำให้ไม่สามารถตรวจรายละเอียดที่อยู่บนชิ้นงานได้



รูปที่ 2-8 Transmitted Illumination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

ในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของระบบที่ออกแบบ แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาระบบทั้ง ในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่เป็นตัวควบคุมแสง และซอฟต์แวร์ที่เป็นตัวประมวลผลงาน การตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพมีกระบวนการทำงานหลักๆ คือ นำชิ้นงานเข้าสู่เครื่องควบคุมแสง เรียกใช้โปรแกรมถ่ายภาพเพื่อนำภาพชิ้นงานเข้าไปตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ตามขั้นตอนที่ได้โปรแกรมไว้

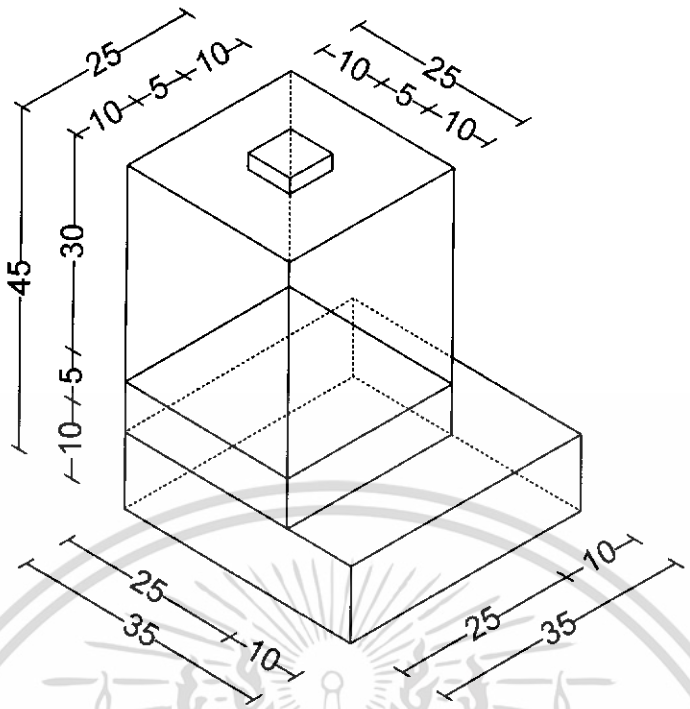
3.1. การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมแสง

อุปกรณ์ควบคุมแสงประกอบด้วยส่วนของกล่องป้องกันแสงภายนอกและส่วนของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งได้เลือกใช้หลักการให้แสงแบบ Transmitted illumination ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่แล้วมาใช้เป็นตัวอย่างในการออกแบบและสร้าง

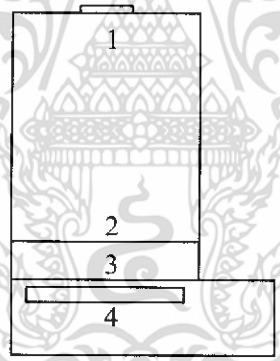
3.1.1. กล่องป้องกันแสงจากภายนอก

อุปกรณ์ที่ใช้ในควบคุมแสงสำหรับถ่ายภาพชิ้นงานเพื่อนำมาประมวลผล ได้ทำการกำหนดตำแหน่งของกล้องและตำแหน่งสำหรับวางชิ้นงาน เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้ถูกต้อง ช่วยลดความผิดพลาดในการประมวลผล เช่นระยะของการถ่ายภาพที่ไม่เท่ากัน แสงที่มาจากหลายๆ แหล่งที่มาตกกระทบกับชิ้นงานทำให้เกิดเงาอยู่ที่บริเวณขอบชิ้นงาน จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดไป หรือการวางชิ้นงานนอกบริเวณที่กำหนดเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-2 ขนาดของอุปกรณ์ควบคุมแสง



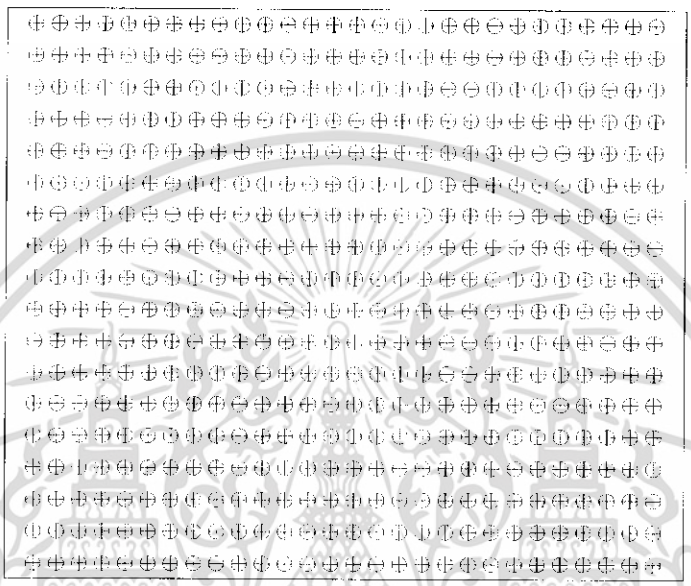
รูปที่ 3-3 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์

จากรูป บนตำแหน่งหมายเลข 1 คือจุดที่ทำการติดตั้งกล้องสำหรับถ่ายภาพชิ้นงาน ตำแหน่งหมายเลข 2 สำหรับวางชิ้นงานและมีการติดกระดาษไขไว้สำหรับทำหน้าที่กระจายแสงที่ออกมาจากหลอด LED ตำแหน่งที่ 3 ติดกระดาษไขชั้นที่ 2 และตำแหน่งที่ 4 คือวงจรหลอด LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. การออกแบบแหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงเลือกใช้หลอด LED จำนวน 504 หลอด แบ่งเป็น 12 ชุด ซึ่งแต่ละชุดประกอบด้วยวงจรไดร์และวงจร LED ที่มีจำนวนหลอด 42 หลอด โดยต้องใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 5 โวลต์ กระแส 18 แอมป์ ต่อเข้ากับวงจรหลอด LED และ วงจรไดร์ LED ทั้งหมด



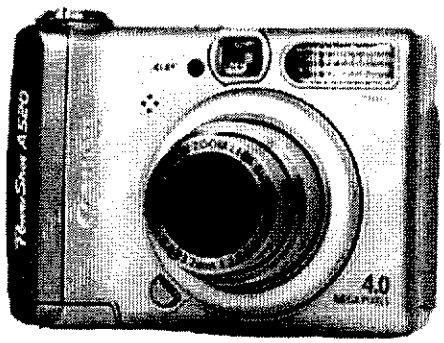
รูปที่ 3-6 แผง LED

จากรูป คือลักษณะการเรียงหลอด LED ทั้งหมด

3.3. การออกแบบโปรแกรมควบคุมกล้องดิจิตอล

ภาพที่นำไปใช้กับโปรแกรมตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานยิ่งมีความละเอียดสูง ยิ่งให้ค่าการตรวจสอบที่ถูกต้องมากขึ้น กล้องที่เลือกใช้ถ่ายภาพชิ้นงานเป็นกล้องรุ่น Canon PowerShot A520 ซึ่งกล้องรุ่นนี้สามารถที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานได้โดยผ่าน SDK ของกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

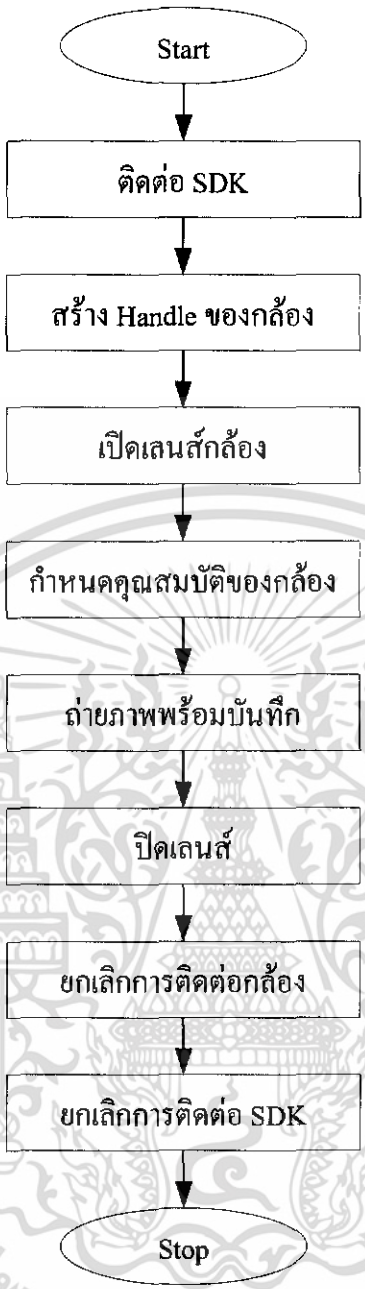


รูปที่ 3-7 กล้อง Cannon PowerShot A520

การเขียนโปรแกรมควบคุมใช้พัฒนาโดยโปรแกรม Visual C++ ร่วมกับ Canon Digital Camera CD-SDK 7.3.0 for Windows เพื่อควบคุมการถ่ายภาพ ตามขั้นตอนต่างๆ โดยมีการกำหนดคุณสมบัติของกล้องดังนี้

- ขนาดของรูปภาพ 4 ล้านพิกเซล หรือ 2272 x 1704
- ความไวชัตเตอร์ 1/60 วินาที
- ช่องรับแสง F/4
- ความไวแสง ISO : 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-8 โปรแกรมควบคุมกล้อง

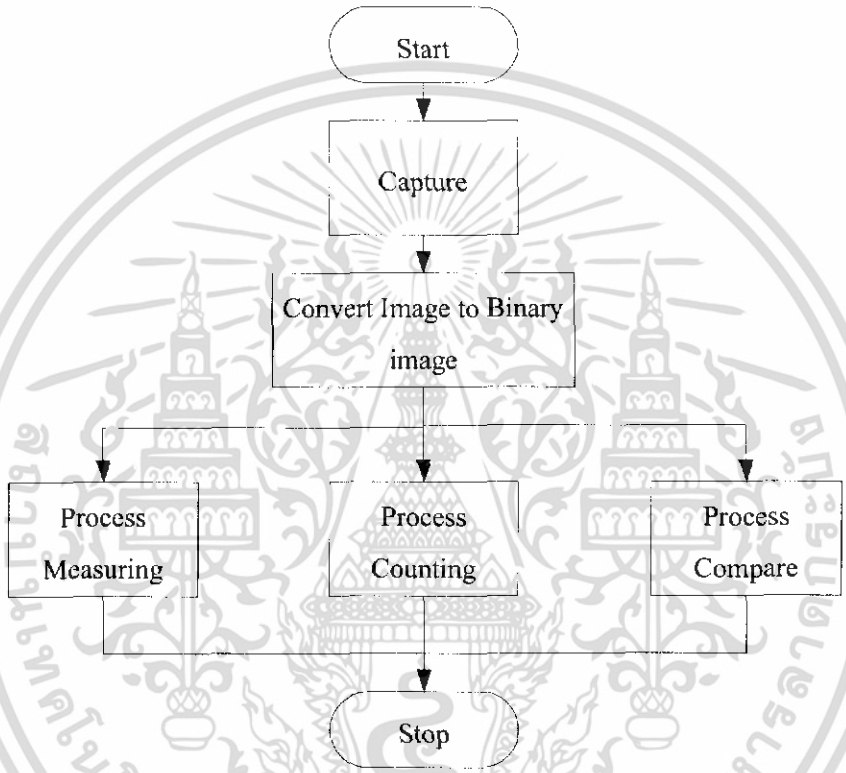
จากรูป แสดงขั้นตอนควบคุมกล้องโดยผ่าน SDK จึงต้องทำการกำหนดเวอร์ชั่นของ SDK ให้กับโปรแกรมหลังจากนั้นสร้าง Handle ของกล้องเพื่อที่จะนำค่านี้ไปใช้สำหรับควบคุมการเปิดเลนส์ และกำหนดค่าของ ขนาดรูปภาพ ความไวชัตเตอร์ ช่องรับแสง และความไวแสงที่ได้กล่าวไว้แล้วให้กับ Handle หลังจากนั้นทำการถ่ายภาพแล้วบันทึกภาพเพื่อนำไปใช้กับการประมวลผล แล้วทำการปิดเลนส์กล้อง ยกเลิกการติดต่อกับ SDK เพื่อจะสิ้นสุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. การออกแบบโปรแกรมประมวลผล

ในส่วนของโปรแกรมประมวลผล จะสร้างขึ้นมาในลักษณะของเครื่องมือการทำงาน โดยมีความสามารถในการ วัดขนาด นับจำนวน และเปรียบเทียบชิ้นงาน ซึ่งลักษณะการทำงานจะอธิบายต่อไปนี้

3.3.1. ลักษณะการทำงานโดยรวมของโปรแกรม



รูปที่ 3-9 แสดงภาพการทำงานโดยรวมของโปรแกรม

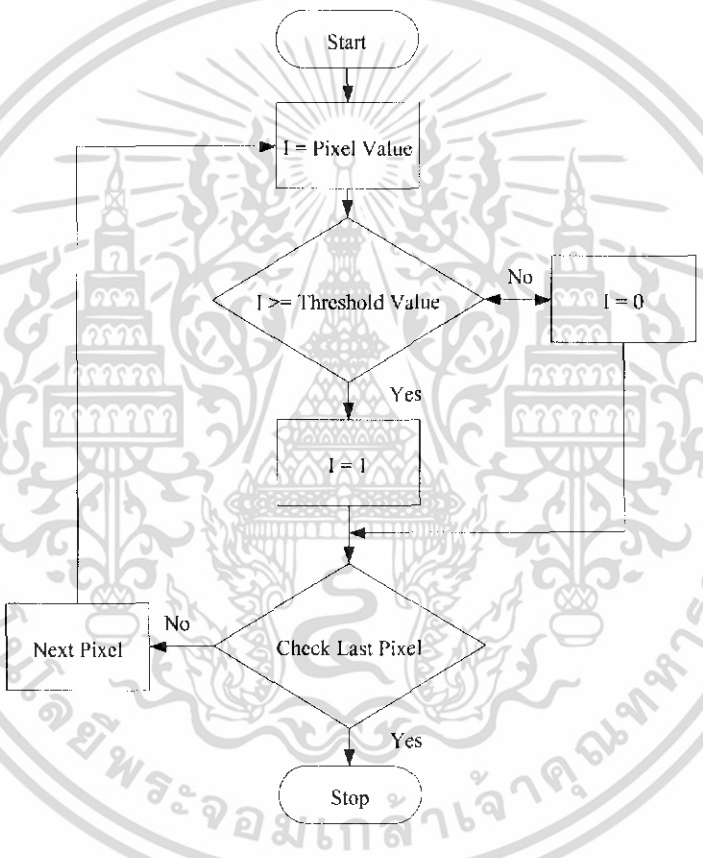
จากรูป แสดงภาพรวมการทำงานของโปรแกรม โดยมีลำดับขั้นการทำงานโดย เมื่อเริ่มการทำงาน จะทำการถ่ายภาพชิ้นงานจากกล้อง แล้วนำภาพไปแปลงให้เป็นภาพขาวดำ (Binary Image) หลังจากนั้นจะส่งเข้าในส่วนของการประมวลผล ซึ่งมี 3 แบบ คือ การวัด การนับ และการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3.2. การแปลงภาพระดับความเข้มให้เป็นขาวดำ

การประมวลผล ขั้นตอนแรก จะต้องเตรียมข้อมูลภาพหลังจากที่ถ่ายภาพชิ้นงานจากกล้องเข้ามาแล้วเพื่อนำไปประมวลผล โดยภาพที่ถ่ายนั้น จะนำมาปรับระดับภาพก่อนเพื่อทำให้ข้อมูลภาพมีรูปแบบที่เหมาะสมในการประมวลผลจึงต้องทำการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นภาพขาวดำหรือแบบไบนารีคือ มีระดับเพียง 2 ระดับ คือ 0 และ 1 โดยการเลือกค่าเทรชโฮลด์(Threshold) ที่ เหมาะสม โดยข้อมูลภาพที่มีระดับความสว่างสูงกว่าค่า เทรชโฮลด์จะถูกปรับเป็น 1 หรือสีขาว ส่วนค่าระดับความสว่างที่มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับจะถูกปรับให้เป็น 0 หรือสีดำ ตามผังดังนี้

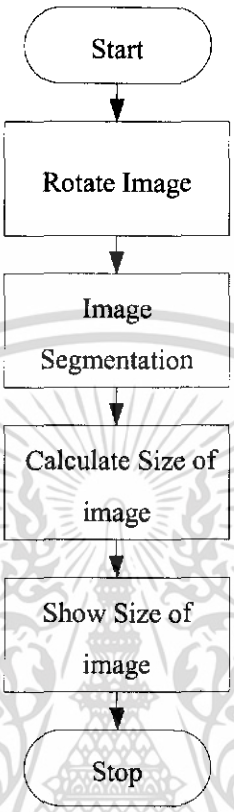


รูปที่ 3-10 แสดงภาพการทำงานแปลงเป็นภาพไบนารี

62827
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3. การวัด

ส่วนของโปรแกรมประมวลผลด้านการวัดนั้น จะมีการทำงานตามผังดังนี้



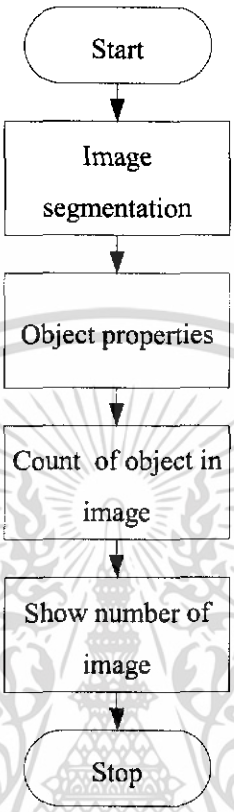
รูปที่ 3-11 แสดงภาพการทำงานส่วนของการวัด

จากรูป แสดงการทำงานที่ต้องทำต่อจากที่มีการแปลงภาพเป็นไบนารีแล้ว โดยเมื่อเริ่มโปรแกรมจะต้องมีการหมุนภาพให้เข้าที่ เพื่อให้สามารถวัดภาพในระดับ และรูปร่างที่ถูกต้อง จากนั้นวิเคราะห์หาชิ้นส่วนที่ไม่ติดกัน(Image labeling) หรือวิเคราะห์แยกชิ้นส่วน (Image Segmentation) แล้วนำชิ้นส่วนของชิ้นงานจากภาพที่ได้ไปวิเคราะห์หาขนาด เพื่อนำไปแสดงผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4. การนับ

ในส่วนของโปรแกรมประมวลผลด้านการนับนั้น จะมีการทำงานตามผังดังนี้



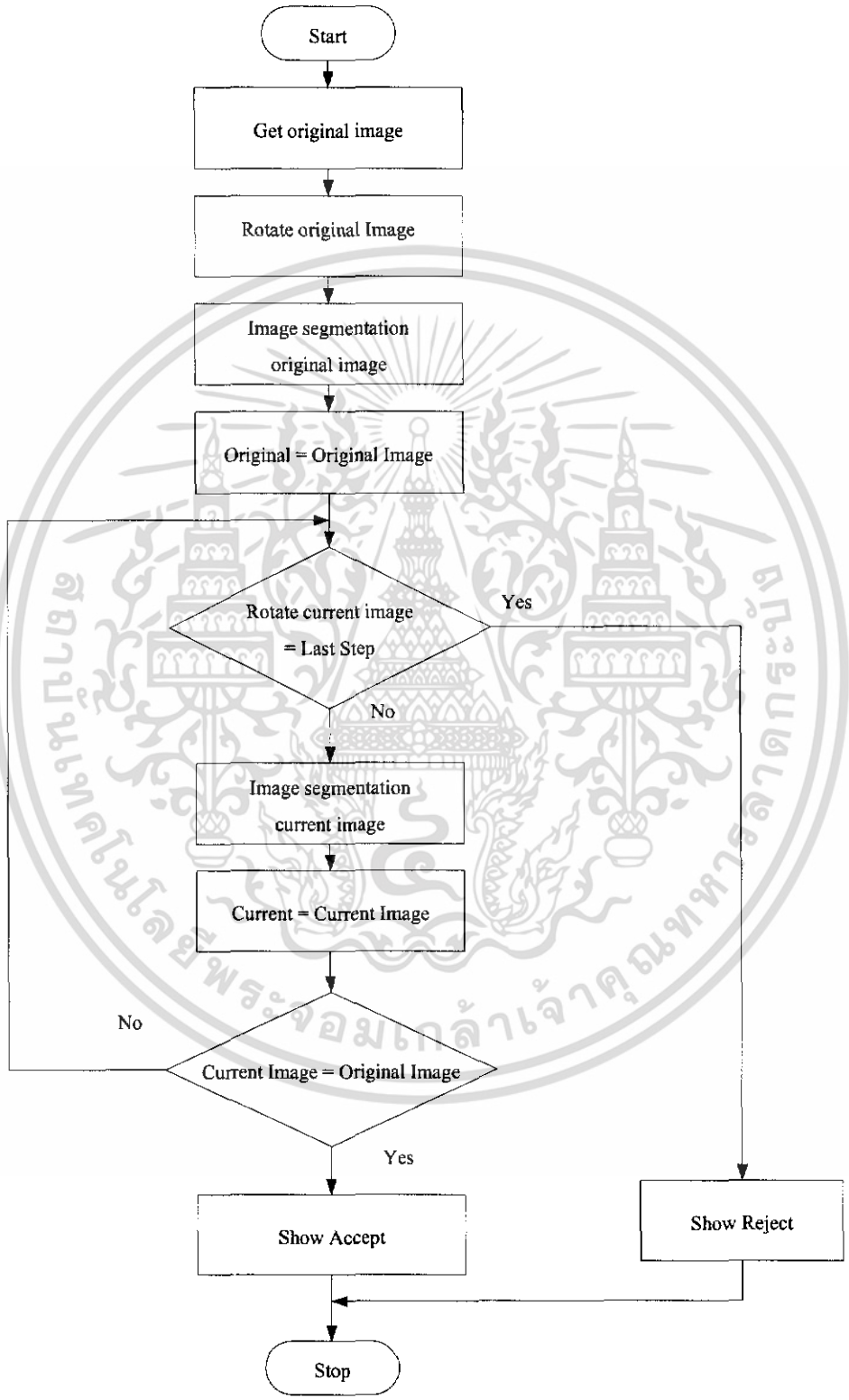
รูปที่ 3-12 แสดงภาพการทำงานส่วนของการนับ

จากรูป แสดงขั้นตอนการนับจำนวนชิ้นงานในภาพหนึ่งๆ ภาพที่ใช้วิเคราะห์ต้องเป็นภาพแบบไบนารี เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หาชิ้นส่วนที่ไม่ติดกัน(Image labeling) หรือการวิเคราะห์แยกชิ้นส่วน (Image Segmentation) แล้วนำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมาวิเคราะห์คุณสมบัติ โดยเฉพาะเรื่องของขนาด จากนั้นนับจำนวนเฉพาะชิ้นส่วนที่มีขนาดตามที่ต้องการหรือกำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5. การเปรียบเทียบ

ส่วนของโปรแกรมประมวลผลด้านการเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบชิ้นงาน ว่าได้คุณภาพและลักษณะตรงตามภาพต้นแบบหรือไม่ ซึ่งมีการทำงานตามผังดังนี้



รูปที่ 3-13 แสดงภาพการทำงานในส่วนของการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป แสดงขั้นตอนการทำงาน การเปรียบเทียบชิ้นงาน โดยจะมีการนำภาพต้นแบบเข้ามาเก็บไว้ก่อน แล้วนำภาพต้นแบบมาหมุนให้เข้าที่ เพื่อวิเคราะห์แยกชิ้นส่วนของชิ้นงานจากภาพออกมา จากนั้นนำภาพที่ถ่ายเข้ามาหมุนให้เข้าที่ตามจุดอ้างอิงที่สร้างขึ้น วิเคราะห์แยกชิ้นส่วนของชิ้นงานจากภาพออกมา แล้วนำภาพต้นแบบและภาพที่ถ่ายเข้ามาเปรียบเทียบและตรวจสอบว่า เหมือนกันหรือไม่ ถ้าไม่เหมือนกันให้ หมุนภาพชิ้นงานที่ถ่ายมาใหม่อีกครั้งตามจุดอ้างอิงจุดต่อไป แล้วทำขั้นตอนเดิมไปเรื่อยๆ จนกว่าจะครบรอบการหมุนที่ถูกกำหนด โดยจุดอ้างอิง สุดท้ายถ้าชิ้นงานในภาพยังไม่เท่ากันอีก แสดงว่า ชิ้นงานนั้นไม่สมบูรณ์หรือไม่เหมือนกับชิ้นงานต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและวิเคราะห์ผล

เนื้อหาในบทนี้เป็นการทดสอบเพื่อประเมินผลโครงงานว่าสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงงานที่ได้ตั้งไว้หรือไม่โดยการทดสอบเครื่องตรวจชิ้นงานโดยการประมวลผลทางภาพด้วยกล้องดิจิตอล ได้นำรูปแบบของประเก็น(Gasket) 3 รูปแบบมาเป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดยในแต่ละรูปแบบมีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกัน

4.1. ขั้นตอนการทดลอง

4.1.1. จัดสภาวะควบคุมความสว่างของแสง ตำแหน่งของชิ้นงาน และตำแหน่งของกล้องดิจิตอล

4.1.2. ทดลองถ่ายภาพชิ้นงานเพื่อนำมาเป็นข้อมูล

4.1.3. ใช้โปรแกรมที่พัฒนาประมวลผลหาขนาดของชิ้นงาน

4.1.4. ใช้โปรแกรมที่พัฒนาประมวลผลหาจำนวนของชิ้นงาน

4.1.5. ใช้โปรแกรมที่พัฒนาประมวลผลคัดแยกชิ้นงาน

4.2. การทดลอง

สำหรับการทดลองจะทำการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการทำงานของโปรแกรมเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและปรับปรุงแก้ไขในระบบต่อไป โดยในการทดลอง จะใช้ ประเก็นเป็นชิ้นงานทดสอบในการทดลอง โดยจะถ่ายภาพของประเก็นมา แล้วทดลองใช้ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาประมวลผล

4.2.1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1.1. กล้องถ่ายภาพ

กล้อง Cannon PowerShot A520 ขนาดของรูปภาพ 4 ล้านพิกเซล(2272 x 1704) ความไวของชัตเตอร์ 1/60 วินาที ช่องรับแสง F/4 ความไวแสง ISO : 100

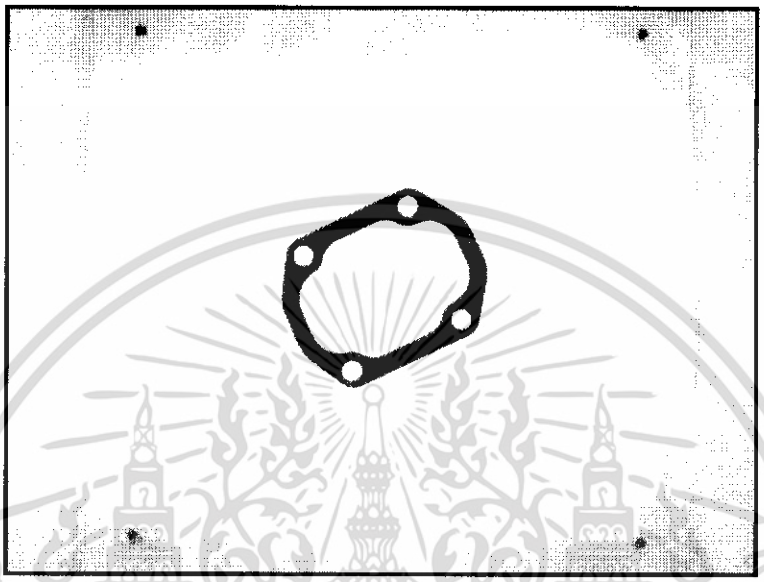
4.2.1.2. Computer

ใช้ Computer Notebook ยี่ห้อ ASUS รุ่น a3000n CPU Pentium M 1.5GHz Ram 512 MB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

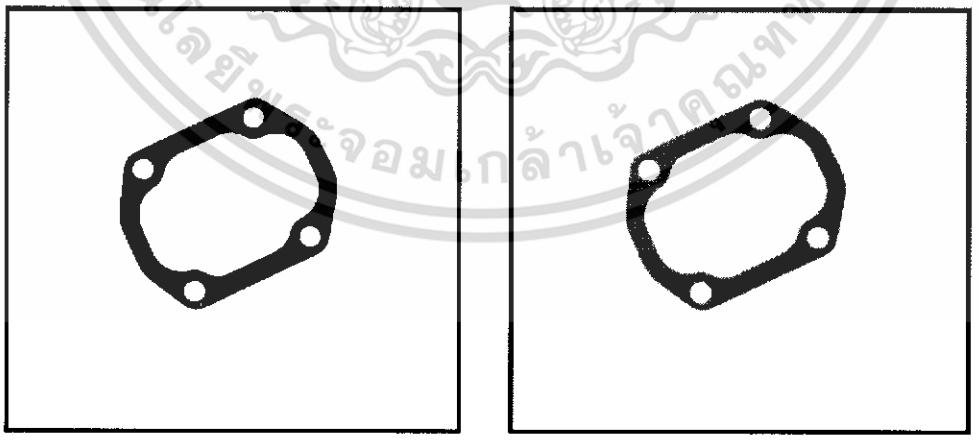
4.2.2. การประมวลผลหาขนาดของชิ้นงาน

ในการทดลองวัดขนาดได้ใช้ประเก็นเป็นชิ้นงานตัวอย่างในการวัด จากการทดลองเมื่อโปรแกรมสั่งกล้องให้ถ่ายภาพเข้ามาแล้วนำมาประมวลผล โดยการหาขนาดความกว้าง และ ความยาว ของชิ้นงาน



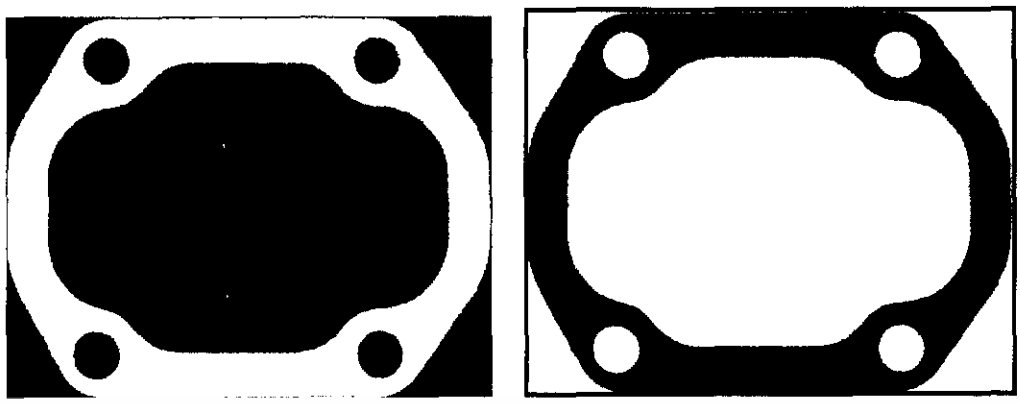
รูปที่ 4-1 แสดงภาพตัวอย่างของชิ้นงานที่ถ่ายได้จากกล้อง

เมื่อประมวลผลจากโปรแกรม จะต้องมีการปรับภาพให้เป็น ภาพไบนารีก่อน แล้วหมุนภาพตามที่ต้องการจะวัด จากนั้นก็เข้าสู่การประมวลผลวัดขนาดออกมาดังภาพ



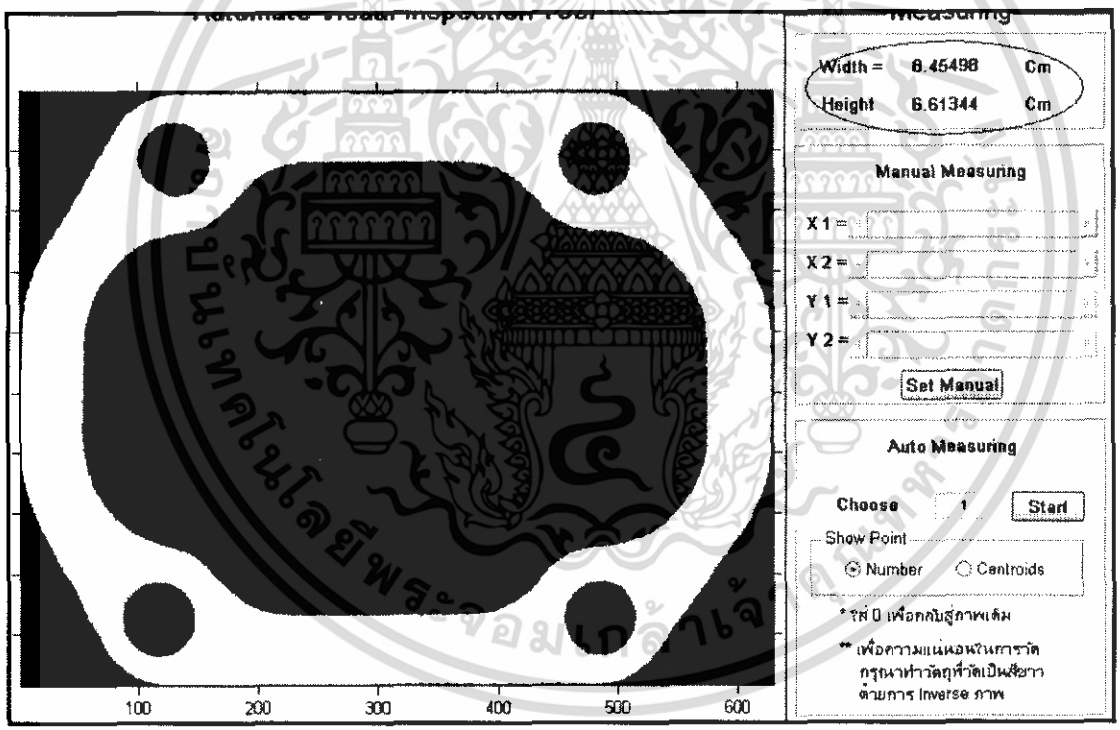
รูปที่ 4-2 แสดงการแปลงภาพจากภาพปกติเป็นภาพแบบไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



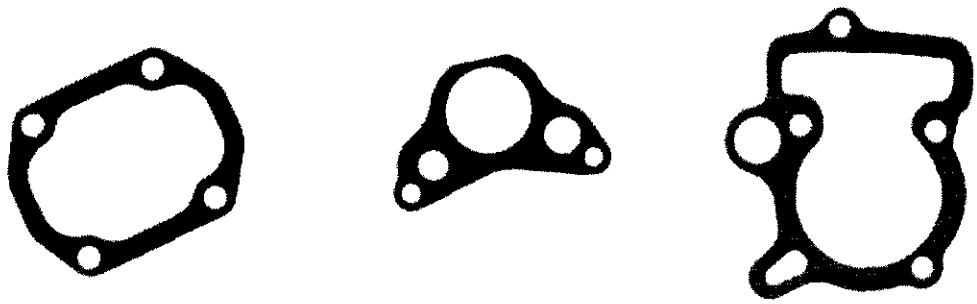
รูปที่ 4-3 แสดงภาพที่เกิดจากการหมุนให้เข้าที่ตามต้องการและ Inverse ภาพ

แนวคิดของโปรแกรมนั้น จะวัดในส่วนของพื้นที่ๆ เป็นสีขาว ถ้าต้องการวัด ตัวชิ้นงาน ต้องมีการ Inverse ภาพเพื่อให้ตัวชิ้นงานเป็นสีขาวก่อน แล้วจึงหาขนาด



รูปที่ 4-4 แสดงภาพผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ประมวลผลการวัดเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-5 แสดงภาพของประเก็นทั้ง 3 รูปแบบที่นำมาทดลอง

ตารางที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบ ขนาดชิ้นงานจริง กับโปรแกรม

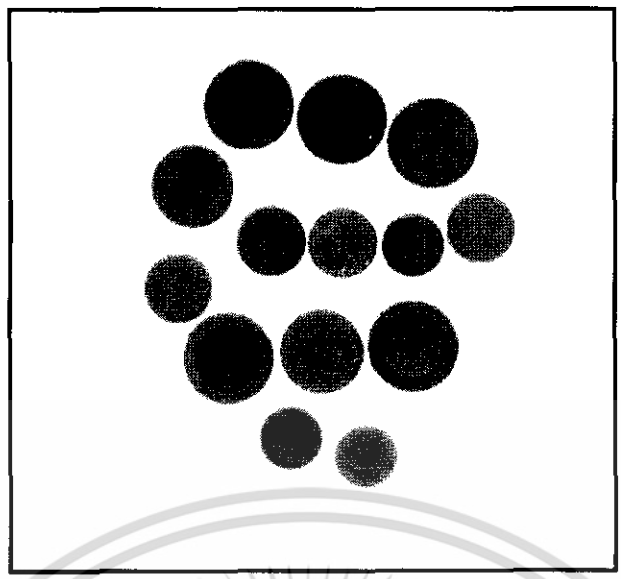
ชนิดของชิ้นงาน	ขนาดจริง		ขนาดที่วัดจากโปรแกรม		ค่าผิดพลาด	
	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)
1	6.6	8.45	6.61	8.46	0.01	0.01
2	4.85	7.95	4.84	7.92	0.01	0.03
3	9.1	11.00	9.15	11.01	0.04	0.01

จากการทดลองวัดขนาดของประเก็นทั้ง 3 รูปแบบ ผลที่ได้ออกมาตามตารางจะเห็นว่าขนาดอาจมีการคลาดเคลื่อนไปเพียงเล็กน้อย ไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร

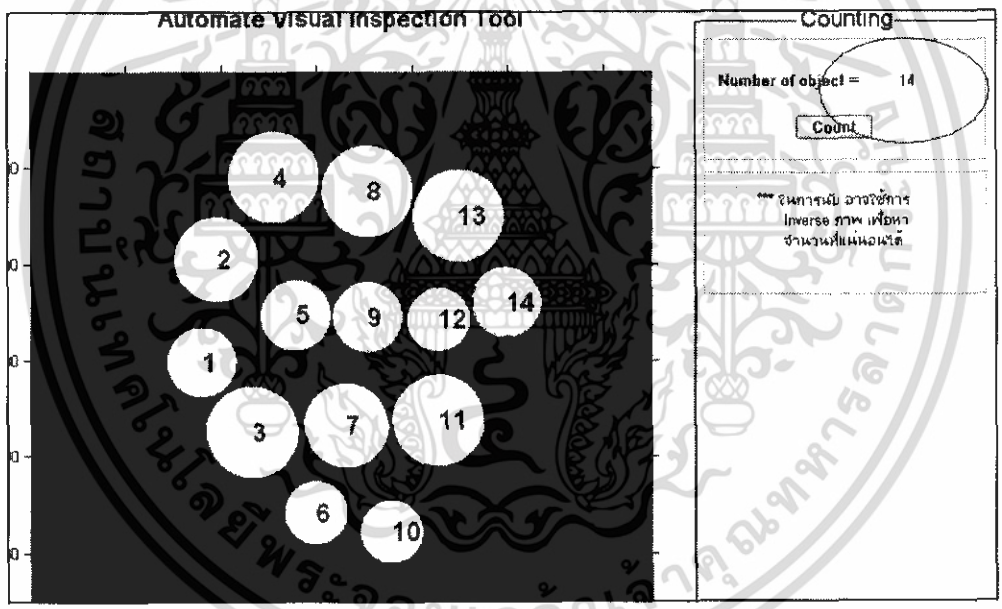
4.2.3. การประมวลผลหาจำนวนของชิ้นงาน

ในการประมวลผลนับจำนวนนี้ จะใช้เหรียญเงินเป็นชิ้นงานตัวอย่างในการทดลอง ซึ่งในการทดลองได้นำ เหรียญเงินจำนวนหนึ่งใส่เข้าไปในอุปกรณ์ควบคุมแสงแล้วถ่ายภาพออกมาเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ให้โปรแกรมประมวลผลนับจำนวนออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-6 ภาพของชิ้นงานในการทดลองการนับ



รูปที่ 4-7 แสดงภาพผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ประมวลผลการนับเสร็จสิ้น

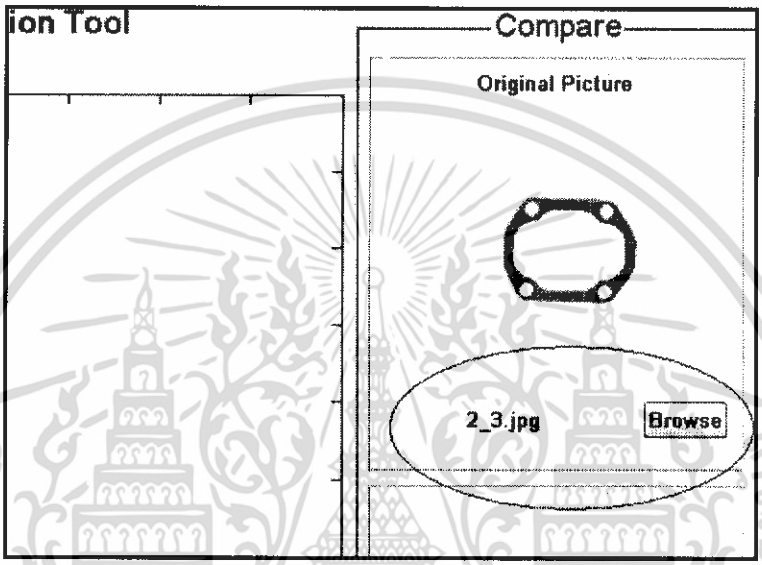
จากการทดลองได้ทดลองใส่ชิ้นงานขนาดต่าง ๆ เข้าไป และเพิ่มจำนวนของชิ้นงานเข้าไปเรื่อยๆ และโปรแกรม สามารถนับจำนวนของชิ้นงานได้ทั้งหมดตรงตามที่ใส่เข้าไป มีข้อแม้ว่า ชิ้นงานที่วัดทั้งหมดต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ติดกันหรือไม่ซ้อนกัน และอยู่ในขอบเขตที่กำหนดเอาไว้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4. การประมวลผลคัดแยกชิ้นงาน

การประมวลผลคัดแยกชิ้นงานในที่นี้คือการตรวจสอบชิ้นงานเปรียบเทียบกับชิ้นงานตัวอย่างว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยจะตรวจสอบว่า ลักษณะของชิ้นงานมีส่วนผิดเพี้ยนไปจากชิ้นงานต้นแบบหรือเปล่าถ้ามีส่วนที่ผิดเพี้ยนไปก็จะถือว่าชิ้นงานนั้นไม่สมบูรณ์ ให้คัดทิ้งไป

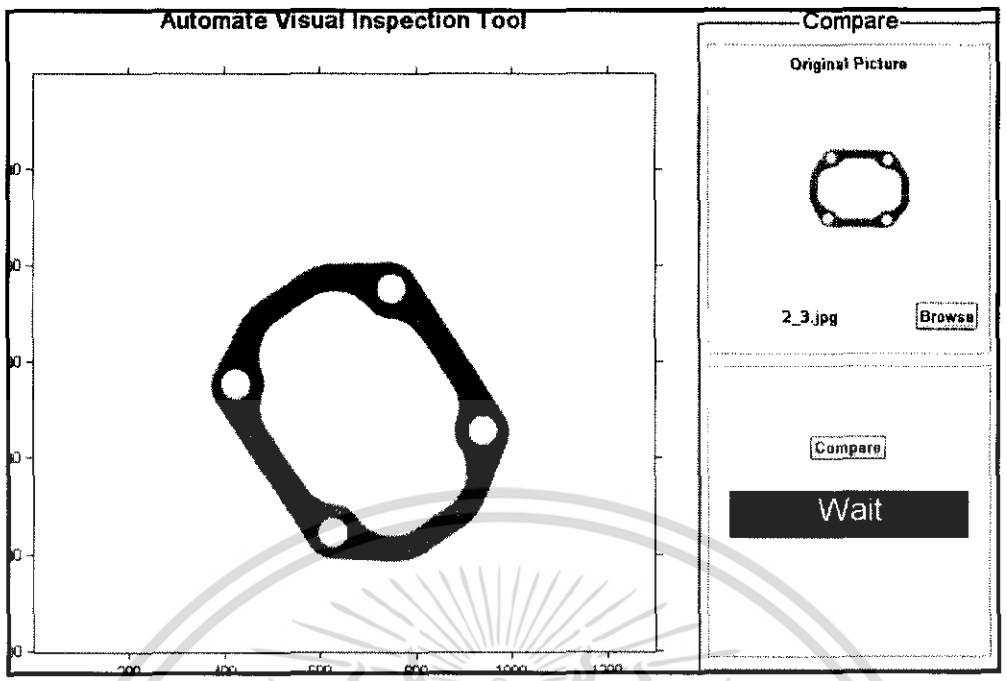
ในการทดลองขั้นแรก ต้องมีการนำภาพชิ้นงานต้นแบบเข้ามาก่อน



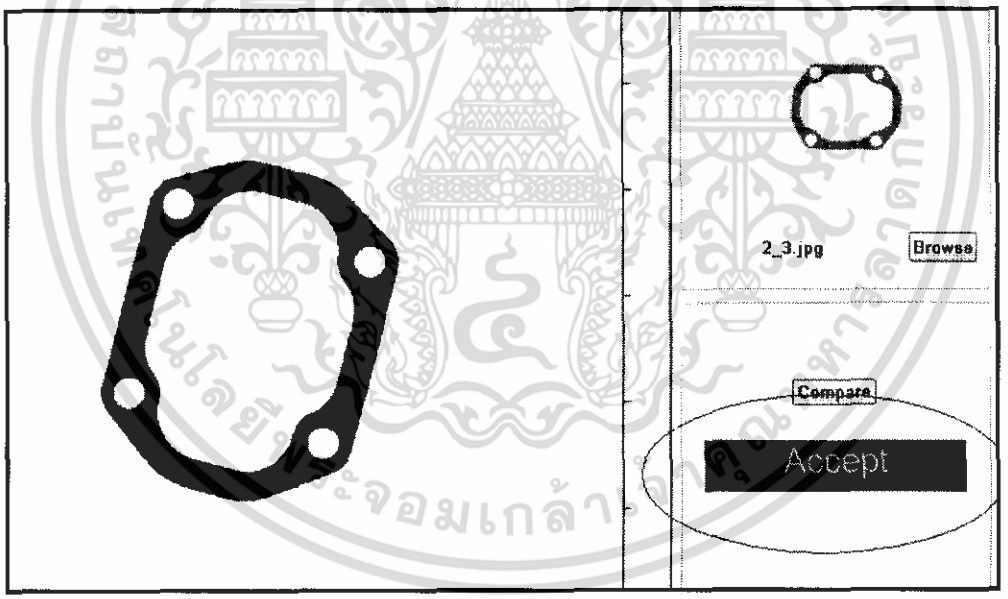
รูปที่ 4-8 แสดงการนำภาพต้นแบบเข้ามาในโปรแกรม

เมื่อนำภาพต้นแบบเข้ามาแล้ว ก็ทำการถ่ายภาพเข้ามาเพื่อประมวลผลในโปรแกรมเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

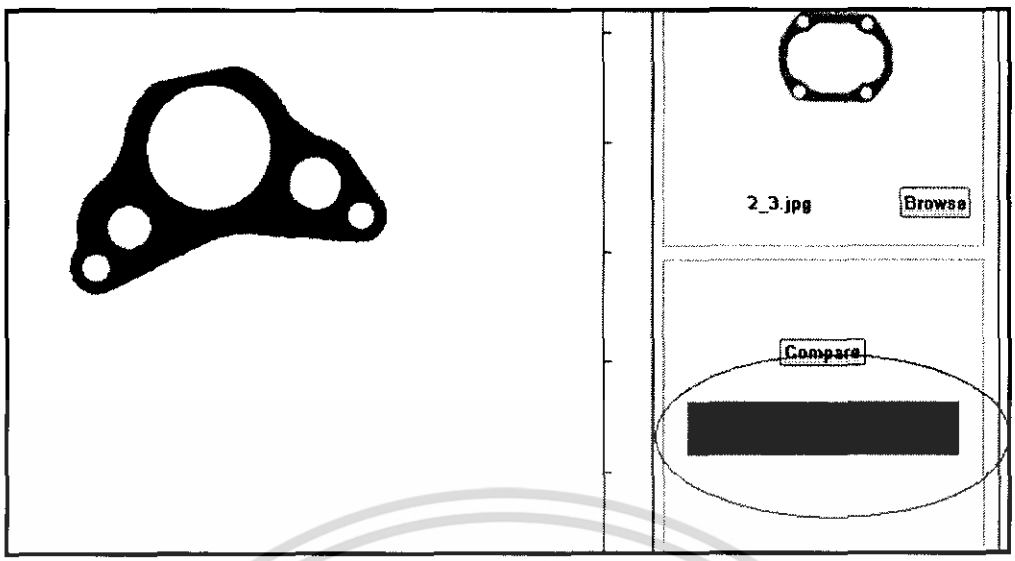


รูปที่ 4-9 แสดงการเริ่มต้นการประมวลผลเปรียบเทียบภาพของชิ้นงาน



รูปที่ 4-10 แสดงผลลัพธ์ในการคัดแยกชิ้นงาน ที่เป็นชนิดเดียวชิ้นงานต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-11 แสดงผลลัพธ์ในการคัดแยกชิ้นงาน ที่เป็นคนละชนิดเดียวชิ้นงานต้นแบบ

จากการทดลองสามารถคัดแยกชนิดของชิ้นงานได้ แต่มีข้อแม้ว่าชิ้นงานต้องมีขนาดและรูปร่างที่เหมือนกัน และต้องไม่โค้ง งอ เพราะถ้าชิ้นงานมีการโค้งงอ จะทำให้ชิ้นงานมีขนาดและรูปร่างเปลี่ยนไป การตรวจสอบจะได้ว่า ชิ้นงานชิ้นนี้ไม่ผ่านต้องถูกคัดออกไปเพราะไม่ใช่ชนิดเดียวกับชิ้นงานต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุปผล

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองระบบตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพ สามารถนำภาพถ่ายชิ้นงานเข้าไปตรวจสอบได้เลย โดยที่ไม่ต้องทำการปรับแต่งภาพแต่อย่างใด เพราะมีอุปกรณ์ควบคุมการให้แสงแก่ชิ้นงาน ทำให้ลดขั้นตอนการทำงานในส่วนของการปรับแต่งและการกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพออกไป ในส่วนของโปรแกรมมีการประมวลผลในการวัด การนับและการเปรียบเทียบเพื่อคัดแยกชิ้นงาน

การประมวลผลการวัดขนาดของชิ้นงานนั้น สามารถวัดขนาดของชิ้นงานได้ ซึ่งมีค่าผิดพลาดไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร แต่วัตถุที่นำเข้ามานั้นมีลักษณะในการวางที่แตกต่างกัน จึงต้องมีการหมุนภาพของชิ้นงานให้ได้ตามลักษณะที่เราต้องการจะวัดก่อน

การประมวลผลการนับจำนวนของชิ้นงาน สามารถวัดขนาดของชิ้นงานได้ตรงตามจำนวนของชิ้นงานที่ใส่เข้าไป แต่ชิ้นงานที่ใส่เข้าไปนั้นต้องไม่ซ้อนหรือติดกันเพราะจะทำให้การนับผิดพลาดได้

การประมวลผลการเปรียบเทียบชิ้นงานสามารถคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ใช่รูปแบบเดียวกับชิ้นงานต้นแบบได้ แต่ชิ้นงานที่จะนำมาเปรียบเทียบนั้นต้องไม่โค้งหรืองอ เพราะจะทำให้โปรแกรมมองว่าไม่เหมือนกับชิ้นงานต้นแบบได้

5.2 ผลที่ได้รับจากโครงการ

5.2.1. ได้ระบบซอฟแวร์ตรวจสอบคุณสมบัติชิ้นงานโดยการประมวลผลภาพ

5.2.2. ได้อุปกรณ์ควบคุมแสง

5.3 ปัญหาที่พบในการทำโครงงาน

5.3.1. ภาพชิ้นงานหลังจากการหมุนเพื่อนำไปตรวจสอบนั้นมีขนาดที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อนำไปตรวจสอบจะได้ขนาดที่ผิดเพี้ยนไป

5.3.2. การนับชิ้นงานที่วางติดกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดไป

5.3.3. แหล่งกำเนิดแสงใช้หลอดแอลอีดีจำนวนมาก กระแสทั้งหมดของวงจร 20 แอมป์ เมื่อเปิดใช้เป็นเวลานาน จะทำให้เกิดความร้อนต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1.1. ติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับแหล่งกำเนิดแสงและวงจร

5.1.2. เก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในเชิงสถิติ เช่น การนำไปตรวจสอบ 6 SIGMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] SCHOTT North America, 2006, "Machine Vision", [Online] URL : http://www.us.schott.com/fiberoptics/english/products/machinevision/techniques/

[2] Tomislav Petkovic. "Automated Visual Inspection of Plastic Products" [Online] URL : http://ipg.zesoi.fer.hr/petkovic/publications/Automated Visual Inspection of Plastic Products.pdf

[3] ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ "Automated Visual Inspection" เอกสารประกอบการบรรยาย บริษัทปูนซีเมนต์ไทยจำกัด 2547

[4] รองศาสตร์ตราจารย์ ดร.ฬุศักดิ์ ชีวสุวิทย์ 2543, การประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้