การประยุกต์การประมวลผลภาพในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมอัลลอย

นายมานะชัย อุดมดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา พ.ศ.2541

ISBN 974-332-088-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19703124

IMAGE PROCESSING APPLICATIONS IN ALUMINUM ALLOY WHEEL INSPECTION

Mr.Manachai Udomdee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-332-088-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์การประมวลผลภาพในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมอัลลอย

โดย นายมานะชัย อุดมดี

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.นพ.ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ.ดร.เอกชัย ลีลารัศมี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ดร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รศ.ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

.....กรรมการ

(อ.สุวิทย์ นาคพีระยุทธ)

.....กรรมการ

(นายธวัชพงศ์ เพชรานนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มานะชัย อุดมดี : การประยุกต์การประมวลผลภาพในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมอัลลอย (IMAGE PROCESSING APPLICATIONS IN ALMINUM ALLOY WHEEL INSPECTION) อ.ที่ปรึกษา : ผ.ศร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ , อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล , 59 หน้า. ISBN 974-332-088-1

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการประยุกต์การประมวลผลภาพในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมอัลลอย โดยการจำแนกรอยตำหนิด้วย 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ ขนาด,ค่าระดับเทา,ความกลวง,การจัดกลุ่ม,การเรียงตัวและการเปรียบต่าง ขั้นตอนวิธีสำคัญที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ คือ การเก็บภาพซ้ำสำหรับการลดสัญญาณรบกวนที่เป็นแบบสุ่ม,การชดเชยภาพสำหรับการลดสัญญาณรบกวนที่เป็นแบบคงตัว,การขยายเมล็ดสำหรับการแบ่งส่วน และการใช้หลายจุดเริ่มเปลี่ยนเพื่อการจำแนกขนาด

จำนวนภาพที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของรอยตำหนิมี 30 ภาพ ประกอบด้วย 603 วัตถุ แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ วัตถุโครงสร้าง 293 วัตถุ,วัตถุรอยตำหนิขนาดใหญ่ 104 วัตถุ,วัตถุรอยตำหนิขนาดเล็ก 119 วัตถุและวัตถุอื่นๆ 87 วัตถุ และใช้ภาพอีก 25 ภาพ ประกอบด้วย 505 วัตถุ แบ่งตามกลุ่มเป้า 239,102,105 และ 59 วัตถุตามลำดับ เพื่อการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ

ผลการทดสอบที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลรุ่น Pentium II 400 MHz ให้อัตราการตรวจพินิจถูกต้องเนื่องจากระบบแสดงรอยตำหนิตรงกับรอยตำหนิจริงร้อยละ 78.15 และใช้เวลาในการประมวลผลประมาณ 45 วินาทีต่อภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า	ลายมือชื่อนิสิต มานะชัย อุดมดี
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C815520 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: IMAGE PROCESSING , NON-DESTRUCTIVE INSPECTION , ALUMINUM ALLOY WHEEL

MANACHAI UDOMDEE : IMAGE PROCESSING APPLICATIONS IN ALUMINUM ALLOY WHEEL INSPECTION, THESIS ADVISOR : Dr.SOMBOON CHONGCHAIKIT, Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSO.PROF.Dr.SOMCHAI JITAPUNKUL, Ph.D. 59 pp. ISBN 974-332-088-1

This thesis presents the image processing applications in aluminum alloy wheel inspection. The 6 defect parameters used for classification are size, gray level, hollow, grouping, alignment and contrast. The important algorithms in this thesis are the repeating image acquisition for the random noise reduction, the image compensation for the fix noise reduction, the seed growing for the segmentation and the multi thresholds for the size classification.

603 objects from 30 images are used for creating the defect parameters standard value. They are divided in 4 groups: 293 structure objects, 104 big defect objects, 119 small defect objects and 87 other objects. Another 505 objects from 25 images are used for testing the image processing efficiency. The testing objects are 239 structure objects, 102 big defect objects, 105 small defect objects and 59 other objects.

From the tests on Pentium II 400 MHz, it can be concluded that the hit rate of the defect inspection is 78.15 % and average processing time is 45 seconds/picture.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา และ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมทั้ง รองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลารัศมี , อาจารย์สุวิทย์ นาคพีระยุทธ และคุณธวัชพงศ์ เพชรานนท์ ซึ่งท่านเหล่านี้ได้ร่วมกันเป็นคณะกรรมการของวิทยานิพนธ์ , ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆในการวิจัยมาด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณ บริษัท สยามเลมเมอร์ซ จำกัด และพนักงานของบริษัท สยามเลมเมอร์ จำกัด ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการวิจัยนี้เป็นอย่างดียิ่ง นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณนิสิตของห้องปฏิบัติการเครื่องมือวัดคุมอุตสาหกรรมและห้องปฏิบัติการระบบเชิงเลขทุกท่านที่เป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งเป็นที่พึ่งและกำลังใจสูงสุดให้แก่ข้าพเจ้าจนสามารถสำเร็จการศึกษาได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1. แนวเหตุผลความเป็นมา..... 1

1.2. วัตถุประสงค์..... 1

1.3. ขั้นตอนการวิจัย..... 1

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

1.5. ขอบเขตวิทยานิพนธ์..... 2

2. ทฤษฎีพื้นฐานของระบบการประมวลผลภาพ..... 3

2.1. กระบวนการเก็บภาพ..... 3

2.2. กระบวนการประมวลผลก่อน..... 3

2.3. กระบวนการแบ่งส่วน..... 5

2.3.1. การกำหนดค่า..... 6

2.3.1.1. การกำหนดค่าหลังการลบ..... 6

2.3.1.2. การกำหนดค่าจากการใช้ตัวกรอง..... 7

2.3.2. การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน..... 7

2.4. กระบวนการการแทนและการบรรยาย..... 8

2.4.1. การทำให้บาง..... 8

2.4.2. การทำให้เป็นเวคเตอร์..... 9

2.5. กระบวนการการรู้จำและการแปล..... 10

3. ความรู้พื้นฐานของระบบตรวจพินิจล้ออลูมินัม..... 11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1. ระบบตรวจพินิจล้ออลูมินัมโดยสังเขป 11

3.2. ลักษณะทั่วไปของล้ออลูมินัม 12

3.3. ลักษณะทั่วไปของรอยตำหนิ 13

3.4. สัญญาณรบกวน 14

4. การทดลอง 15

4.1. ระบบการตรวจพินิจโดยสังเขป 15

4.2. ระบบการประมวลผลภาพเพื่อหารอยตำหนิ 16

4.2.1. กระบวนการเก็บภาพ 16

4.2.2. กระบวนการประมวลผลก่อน 18

4.2.2.1. การลดสัญญาณรบกวนด้วยตัวกรองมัธยฐาน 18

4.2.2.2. การชดเชยภาพ 19

4.2.3. กระบวนการแบ่งส่วน 22

4.2.3.1. การทำภาพให้เป็น 2 ระดับ 22

4.2.3.1.1. การเตรียมการเพื่อทำการเลือกจุดเมล็ด 22

4.2.3.1.2. การเลือกจุดเมล็ดเริ่มต้น 23

4.2.3.1.3. การขยายเมล็ด 25

4.2.3.2. การทำให้ขอบเรียบ 25

4.2.3.3. การหาขอบภาพ 27

4.2.4. กระบวนการแทนและการบรรยาย 28

4.2.4.1. การทำให้เป็นเวคเตอร์ 28

4.2.4.2. การประกาศเป็นวัตถุ 30

4.2.4.3. การจำแนกด้วยขนาดของวัตถุ 31

4.2.4.4. การจัดกลุ่มวัตถุ 32

4.2.5. กระบวนการจำแนก 33

4.2.5.1. การจำแนกด้วยระดับสี 34

4.2.5.2. การจำแนกความขาวดำ 34

4.2.5.3. การจำแนกด้วยการจัดกลุ่ม 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.5.4. การจำแนกด้วยการเรียงตัวของวัตถุ..... 36

4.2.5.5. การจำแนกด้วยการเปรียบต่าง..... 37

4.3. การทดลอง..... 39

4.3.1. การทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการจำแนก..... 39

4.3.2. การทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม..... 39

5. ผลการทดลอง..... 41

5.1. ผลการทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรที่จะนำไปใช้ในกระบวนการจำแนก..... 41

5.2. ผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรม..... 43

6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 44

6.1. สรุปผลการทดลอง..... 44

6.2. ข้อเสนอแนะ..... 44

รายการอ้างอิง..... 46

ภาคผนวก..... 47

ภาคผนวก ก..... 48

ภาคผนวก ข..... 50

ภาคผนวก ค..... 52

ประวัติผู้เขียน..... 59

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดของข้อมูลภาพ 30 ภาพที่นำมาใช้เพื่อหาค่าตัวแปรที่ใช้ในการจำแนก..... 41
ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองตัวแปรจำแนกด้วยค่าขนาด..... 42
ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองตัวแปรจำแนกด้วยค่าสี..... 42
ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองตัวแปรจำแนกด้วยการเปรียบต่าง..... 42
ตารางที่ 5.5 ผลการทดลองตัวแปรจำแนกด้วยความขาวดำ..... 42
ตารางที่ 5.6 ผลการทดลองตัวแปรจำแนกด้วยการเรียงตัว..... 42
ตารางที่ 5.7 รายละเอียดของข้อมูลภาพ 25 ภาพที่นำมาทดสอบโปรแกรม..... 43
ตารางที่ 5.8 ผลการทดลองจากภาพ 25 ภาพเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม..... 43

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ระบบการประมวลผลภาพ..... 3
รูปที่ 2.2 ภาพรังสีเอกซ์ของล้ออลูมินัม..... 4
รูปที่ 2.3 ตัวกรองเชิงพื้นที่..... 4
รูปที่ 2.4 การกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยตัวกรองสัญฐาน..... 5
รูปที่ 2.5 การลบกันด้วยภาพ..... 7
รูปที่ 2.6 การทำให้เป็นเวคเตอร์..... 9
รูปที่ 3.1 ระบบการตรวจพินิจล้ออลูมินัม..... 11
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างภาพล้ออลูมินัมแบบต่างๆ..... 13
รูปที่ 3.3 ภาพ 2 ระดับของกลุ่มฟองอากาศ..... 13
รูปที่ 4.1 ระบบการทำงานในการทดลอง..... 15
รูปที่ 4.2 ผังงานขั้นตอนการประมวลผลภาพ..... 17
รูปที่ 4.3 ตัวกรองมัธยฐาน..... 18
รูปที่ 4.4 ความผิดปกติของฉากรับรังสีและหลอดฉายรังสีเอกซ์..... 20
รูปที่ 4.5 การชดเชยภาพ..... 21
รูปที่ 4.6 การเตรียมการเพื่อการเลือกจุดเมล็ด..... 22
รูปที่ 4.7 ภาพรังสีเอกซ์ของล้ออลูมินัมหลังจากผ่านกระบวนการก่อนประมวลผล..... 24
รูปที่ 4.8 ภาพของจุดเมล็ดที่ใช้ขีดเริ่มต้นสำหรับวัตถุขนาดใหญ่..... 24
รูปที่ 4.9 ภาพของจุดเมล็ดที่ใช้ขีดเริ่มต้นสำหรับวัตถุขนาดเล็ก..... 25
รูปที่ 4.10 ภาพ 2 ระดับของการขยายเมล็ดของข้อมูลภาพในรูปที่ 4.8..... 26
รูปที่ 4.11 ภาพ 2 ระดับของการขยายเมล็ดของข้อมูลภาพในรูปที่ 4.9..... 26
รูปที่ 4.12 ภาพแสดงผลการผ่านตัวกรองสัญฐานแบบปิด..... 27
รูปที่ 4.13 ภาพแสดงผลการผ่านตัวกรองสัญฐานแบบเปิด..... 28
รูปที่ 4.14 ภาพแสดงผลการหาขอบภาพจากข้อมูลภาพในรูปที่ 4.12..... 29
รูปที่ 4.15 ภาพแสดงผลการหาขอบภาพจากข้อมูลภาพในรูปที่ 4.13..... 29
รูปที่ 4.16 ภาพแสดงจากเวคเตอร์ที่ได้จากการเปลี่ยนจุดภาพในรูปที่ 4.14 ให้เป็นเวคเตอร์..... 30
รูปที่ 4.17 ภาพแสดงจากเวคเตอร์ที่ได้จากการเปลี่ยนจุดภาพในรูปที่ 4.15 ให้เป็นเวคเตอร์..... 30
รูปที่ 4.18 ภาพแสดงการกำหนดเวคเตอร์ที่รวมกันเป็นวัตถุ..... 31
รูปที่ 4.19 ภาพแสดงการจำแนกด้วยขนาดให้เหลือแต่วัตถุขนาดใหญ่..... 33

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.20 ภาพแสดงการจำแนกด้วยขนาดให้เหลือแต่วัตถุขนาดเล็ก..... 33
รูปที่ 4.21 ภาพการรวมกลุ่มระหว่างวัตถุขนาดใหญ่และเล็ก..... 34
รูปที่ 4.22 วัตถุที่ต้องพิจารณาว่าเป็นรอยตำหนิหรือไม่..... 35
รูปที่ 4.23 ภาพของผลลัพธ์เมื่อผ่านการจำแนกด้วยสี..... 35
รูปที่ 4.24 ภาพของผลลัพธ์เมื่อผ่านการจำแนกด้วยความขาวดำ..... 36
รูปที่ 4.25 ภาพของผลลัพธ์เมื่อผ่านการจำแนกด้วยการจัดกลุ่ม..... 37
รูปที่ 4.26 แผนภาพกรอบการใช้หน้ากาก 4 หน้ากากในการหาการเปรียบต่าง..... 38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย