การปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายรังสีโดยใช้เทคนิคดีเอสพี

นางสาวภิญญาภัทร์ ศรีกฤษณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-9842-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPROVEMENT OF RADIOGRAPHIC IMAGE QUALITY USING DSP TECHNIQUE

Miss Pinyaphat Srikrishna

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Nuclear Technology

Department of Nuclear Technology

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-9842-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายรังสีโดยใช้เทคนิคดีเอสพี
โดย	นางสาวภิญญาภัทร์ ศรีกฤษณ์
สาขาวิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ เดโช ทองอร่าม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์เดโช ทองอร่าม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

..... กรรมการ
(อาจารย์สุรพันธ์ ยิ้มมั่น)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมยศ ศรีสถิตย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภิญญาภัทร์ ศรีกฤษณ์ : การปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายรังสีโดยใช้เทคนิคดีเอสพี (IMPROVEMENT OF RADIOGRAPHIC IMAGE QUALITY USING DSP TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษา : อ. เดโช ทองอร่าม, อ.ที่ปรึกษาร่วม ผศ.สุวิทย์ ปุณณชัยยะ จำนวน 123 หน้า. ISBN 974-17-9842-3.

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายรังสีโดยใช้เทคนิคดีเอสพี สัญญาณภาพจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยวงจรเอดีซี ซึ่งเลือกใช้อัตราสุ่มสัญญาณที่ความถี่ 5 MHz การทำงานของเอดีซีและหน่วยความจำจะได้รับการควบคุมให้ทำงานเข้าจังหวะกับสัญญาณภาพด้วยตัวประมวลสัญญาณดีเอสพี TMS320C31 เพื่อการรับส่งข้อมูลสัญญาณภาพสู่หน่วยความจำขนาดความละเอียดภาพ 122x267 จุดภาพ การประมวลสัญญาณภาพเลือกใช้กรรมวิธี 2 แบบ คือการกรองความถี่สูงและการหาขอบภาพแบบโซเบลเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีความชัดเจนและมีความเปรียบต่างสูงขึ้น ผลทดสอบการปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายรังสีทางอุตสาหกรรมพบว่าภาพที่ผ่านการกรองความถี่สูงและการหาขอบภาพให้มีความเปรียบต่างสูงขึ้น 40% และ 80% ในขณะที่การวัดความสามารถของการแจกแจงรายละเอียดภาพด้วยวิธี Edge Spread Function ให้ค่า Resolution เท่ากับ 1.5 มม. และ 0.5 มม. ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี	ลายมือชื่อนิสิต.....ภิญญาภัทร์ ศรีกฤษณ์.....
สาขาวิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2545	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4270484921 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEYWORD: RADIOGRAPHIC IMAGE / DSP TECHNIQUE

PINYAPHAT SRIKRISHNA: IMPROVEMENT OF RADIOGRAPHIC IMAGE QUALITY USING DSP TECHNIQUE. THESIS ADVISOR: DECHO THONG-ARAM, THESIS COADVISOR : ASST. PROF. SUVIT PUNNACHAIYA 123 pp. ISBN 974-17-9842-3.

This research is aimed to design an image processing system for improving the radiographic image quality using DSP technique. An image signal was converted to a digital signal by 8 bit flash ADC with a sampling rate of 5 MHz. The TMS320C31 chip was applied for controlling an image data signal communication between ADC and Dual port RAM at an image resolution of 122x267 pixels. The 2 type of image processing technique : high pass filter method and Sobel edge detection method were employed for image quality improving, both shapness and contrast. The industrial radiographic image signal was tested and found that the contrast ratio of the same image signal were 40% and 80% ,increased while the image resolution using edge spread function testing method gave the resolution value at 1.5 mm and 0.5 mm, respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Nuclear Technology
Field of study Nuclear Technology
Academic year 2002

Student's signature.....
Advisor's signature.....
Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์เดโช ทองอร่าม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษา ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ ปุณณะชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่เอื้อเฟื้อคำแนะนำและคำปรึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สุรพันธ์ ยิ้มมั่น ที่เอื้อเฟื้อคำแนะนำ คำปรึกษา ความช่วยเหลือในเรื่องสถานที่ในการวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนให้กำลังใจและอบรมสั่งสอนให้มีความอดทน มีความพยายามเมื่อประสบปัญหา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณตา คุณยาย ที่เป็นกำลังใจ สนับสนุนการศึกษาและให้การอบรมสั่งสอน

ขอขอบพระคุณ อ.อนุชิต อ.พยุง อ.พี่ป้อม อ.พิเชฐ พี่มงคล พี่วิทย์ ที่เป็นกำลังใจและเปิดห้องแล็ปให้ทำงานทุกวัน ซออู้ น้องอั๋น น้องนัฏ น้องรัช รัตน์ และน้องลิงที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือทุกอย่างที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยมา ณ โอกาสนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ไทย ..... ง

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์อังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1 **บทนำ** 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2

2 **แนวคิดและทฤษฎี** 4

2.1 หลักการถ่ายภาพด้วยรังสี 4

2.2 ทฤษฎีการสร้างภาพ 6

2.2.1 ภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ 6

2.2.1.1 สัญญาณซิงค์ในแนวนอน (Horizontal Sync) 8

2.2.1.2 สัญญาณซิงค์ในแนวตั้ง (Vertical Sync) 8

2.2.1.3 สัญญาณแบล็งค์ในแนวนอน (Horizontal Blanking) 9

2.2.1.4 สัญญาณแบล็งค์ในแนวตั้ง (Vertical Blanking) 9

2.2.1.5 สัญญาณอีควอไลท์ซิง (Equalizing Pulse) 9

2.2.1.6 สัญญาณภาพรวม (Composite video signal) 9

2.2.2 หลักการสร้างภาพทางดิจิทัล 11

2.3 ระบบประมวลผลสัญญาณดิจิทัล 12

2.3.1 ดิจิทัลฟิลเตอร์แบบเอฟไออาร์ 15

2.3.2 ดิจิทัลฟิลเตอร์แบบไอไออาร์ 16

บทที่ หน้า

2.3.3 ความแตกต่างระหว่างเอฟไอออาร์และไอไอออาร์ 17
2.4 การสุ่มตัวอย่าง 18
2.4.1 สัญญาณเวลาไม่ต่อเนื่อง 18
2.4.2 ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง 21
2.5 สถาปัตยกรรมของ TMS320C31 22
2.5.1 หน่วยประมวลผลกลาง(CPU) 24
2.5.2 การจัดหน่วยความจำ(Memory Organization) 29
2.5.3 ลักษณะบัสภายใน (Internal Bus Operation) 33
2.5.4 ลักษณะบัสภายนอก (External Bus Operation) 34
2.5.5 อุปกรณ์สนับสนุน 35
2.5.6 ชุดควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง(DMA) 36
2.6 บอร์ด TMS320C31 DSP STARTER KIT 37
2.6.1 ลักษณะของบอร์ด TMS320C31 DSP STARTER KIT 37
2.6.2 คุณลักษณะของบอร์ด TMS320C31 DSP STARTER KIT 39
2.6.3 การจัดหน่วยความจำบนบอร์ด TMS320C31 DSP STARTER KIT 40
3 วิธีการออกแบบ 41
3.1 การออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณภาพ 41
3.1.1 การคำนวณความถี่ที่ใช้ในการสุ่มภาพ. 42
3.1.2 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล 44
3.1.3 การอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 46
3.1.4 วงจรควบคุม 47
3.2 การประมวลผลสัญญาณภาพ 49
3.2.1 การฟิลเตอร์แบบความถี่(Frequency Filtering) 53
3.2.2 การฟิลเตอร์แบบสปาเชียล(Spatial Filtering) 53
3.2.2.1 การฟิลเตอร์ภาพแบบไฮพาสฟิลเตอร์ 54
3.2.2.2 การหาขอบภาพแบบโซเบล 55
4 การทดลองและผลการทดลอง 57
4.1 การวัดความเป็นเชิงเส้นของเอดีซี 57

บทที่ หน้า

4.2 เก็บข้อมูลภาพและประมวลผลภาพ....59
4.2.1 ภาพพระพุทธรูป....59
4.2.2 ภาพโลหะรูปวงกลม....61
4.2.3 ภาพรอยแตกในวัตถุ....62
4.3 การทดสอบคุณภาพของภาพ....63
4.3.1 การทดสอบคุณภาพของภาพวิธี Contrast ratio....63
4.3.2 การทดสอบคุณภาพของภาพวิธี Edge Spread Function....65
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ....68
5.1 สรุปผลการทดลอง....68
5.1.1 อุปกรณ์รับสัญญาณภาพ....68
5.1.2 การประมวลผลสัญญาณ....69
5.1.3 การทดสอบคุณภาพของภาพ....69
5.2 ข้อจำกัดของระบบ....70
5.3 ข้อเสนอแนะ....70
รายการอ้างอิง....71
บรรณานุกรม....72
ภาคผนวก....73
ภาคผนวก ก ลักษณะสัญญาณของ TMS320C31....74
ภาคผนวก ข โปรแกรม....77
ภาคผนวก ค Data Sheet....84
ภาคผนวก ง แผนภาพวงจร....120
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 ค่าพารามิเตอร์ของกล้องระบบต่างๆ ที่มีใช้ในปัจจุบัน 8

4.1 ผลการวัดความเป็นเชิงเส้นของเอดีซี 57

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.1 หลักการถ่ายภาพด้วยรังสีโดยใช้ฟิล์มรับภาพ 4
2.2 การถ่ายภาพด้วยรังสีโดยใช้กล้องซีซีดีรับภาพ 5
2.3 โครงสร้างพื้นฐานของหลอดภาพโทรทัศน์....6
2.4 การสแกนของลำอิเล็กตรอนบนจอภาพแบบสอดแทรก....7
2.5 การเติมสัญญาณซิงค์แนวนอนและแบล็งค์แนวนอนในสัญญาณภาพแต่ละเส้น....10
2.6 การเติมสัญญาณซิงค์แนวนอนและแบล็งค์แนวตั้งในสัญญาณแต่ละฟิลด์....11
2.7 หลักการสร้างภาพทางดิจิทัล....12
2.8 ระบบประมวลผลสัญญาณแบบอนาลอก....13
2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุต(input)และเอาท์พุต(output)ของระบบอนาลอก....13
2.10 การเปรียบเทียบระบบประมวลผลสัญญาณแบบอนาลอกกับระบบประมวลผลสัญญาณแบบดิจิทัล....14
2.11 แผนภาพระบบประมวลผลสัญญาณแบบดิจิทัล....15
2.12 การทำงานของเอฟไออาร์ฟิลเตอร์....16
2.13 การทำงานของไอไออาร์ฟิลเตอร์....18
2.14 ระบบประมวลผลสัญญาณแบบดิจิทัล....20
2.15 ระบบประมวลผลสัญญาณแบบดิจิทัล....21
2.16 ส่วนประกอบพื้นฐานของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล....21
2.17 ส่วนประกอบพื้นฐานของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล....22
2.18 แผนภาพของระบบประมวลผลสัญญาณแบบดิจิทัลที่สมบูรณ์....24
2.19 แผนภาพของ TMS320C31....25
2.20 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ของ TMS320C31....26
2.21 การจัดหน่วยความจำของ TMS320C31....31
2.22 การจัดแบ่งหน่วยความจำของ TMS320C31....33
2.23 การจัดหน่วยความจำในโหมดไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์....34
2.24 การจัดหน่วยความจำของอุปกรณ์สนับสนุน....35
2.25 แสดง Periperal Modules ของ TMS320C31....37
2.26 การควบคุม DMA ของ TMS320C31....39
2.27 สถาปัตยกรรมของบอร์ด TMS320C31 DSP STARTER KIT....40

ภาพประกอบ หน้า

2.28 แผนภาพของบอร์ด TMS320C31 DSP STARTER KIT 41
2.29 การจัดแบ่งหน่วยความจำในโหมดไมโครคอมพิวเตอร์/บูทโหลดเดอร์(Microcomputer/ Boot Loader) ของบอร์ด TMS320C31 DSP STARTER KIT 42
3.1 แผนภาพระบบปรับปรุงคุณภาพสัญญาณภาพ 43
3.2 เวลาที่ใช้ในการสแกนภาพของสัญญาณทางแนวนอน (Horizontal) 44
3.3 วงจรเลือกสัญญาณนาฬิกา 45
3.4 สัญญาณภาพกับแรงดันอ้างอิงและการต่อวงจรเอดีซี 46
3.5 วงจรขยายสัญญาณภาพ(Video Amplifier) 47
3.6 วงจรเอดีซี 48
3.7 แผนภาพของการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 49
3.8 วงจรแยกสัญญาณแนวนอน, แนวตั้ง, คู่/คี่ ออกจากสัญญาณภาพ 50
3.9 วงจรหน่วงสัญญาณแนวนอน (Horizontal) และ แนวตั้ง (Vertical) 51
3.10 วงจรเลือกตำแหน่งบน(upper), ล่าง(lower) ของหน่วยความจำ(Dual port ram) 52
3.11 การทำงานบนคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลทางจอมอนิเตอร์ 53
3.12 การฟิลเตอร์บนตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล.....54
3.13 การหาขอบภาพบนตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล.....55
3.14 เทมเพลตลักษณะต่างๆ ของการฟิลเตอร์แบบไฮพาส 57
3.15 เทมเพลตสองทิศทางแบบโซเบล.....59
4.1 แสดงผลความเป็นเชิงเส้นของเอดีซี 62
4.2 ภาพพระพุทธรูปจากฟิล์มถ่ายรังสี 62
4.3 ภาพที่ผ่านการฟิลเตอร์แบบไฮพาสต์ของรูปที่ 4.2 63
4.4 ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพแบบโซเบลของรูปที่ 4.2 63
4.5 ภาพโลหะรูปวงกลมจากฟิล์มถ่ายรังสี 64
4.6 ภาพที่ผ่านการฟิลเตอร์แบบไฮพาสต์ของรูปที่ 4.5 64
4.7 ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพแบบโซเบลของรูปที่ 4.5 64
4.8 ภาพรอยแตกในวัตถุจากฟิล์มถ่ายรังสี 65
4.9 ภาพที่ผ่านการฟิลเตอร์แบบไฮพาสต์ของรูปที่ 4.8 65
4.10 ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพแบบโซเบลของรูปที่ 4.8 66
4.11 การวัดค่าเดนซิตีของภาพ (Optical Density) จากรูปที่ 4.2 67

ภาพประกอบ หน้า

4.12 การวัดค่าเดนซิตีของภาพ (Optical Density) ที่ผ่านการฟิลเตอร์จากรูปที่ 4.2.....67
4.13 การวัดค่าเดนซิตีของภาพ (Optical Density) ที่ผ่านการหาขอบภาพจากรูปที่ 4.2.....68
4.14 การวัดค่าเดนซิตีของภาพ (Optical Density) จากรูปที่ 4.5 69
4.12 การวัดค่าเดนซิตีของภาพ (Optical Density) ที่ผ่านการฟิลเตอร์จากรูปที่ 4.6.....69
4.13 การวัดค่าเดนซิตีของภาพ (Optical Density) ที่ผ่านการหาขอบภาพจากรูปที่ 4.7.....70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย