

การพัฒนาระบบสร้างภาพตัดขวางด้วยไมโครคอมพิวเตอร์  
สำหรับงานถ่ายภาพด้วยรังสีในอุตสาหกรรม



นายประวิทย์ เวียงไทรรัตนโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-733-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018602

116148844

DEVELOPMENT OF COMPUTED TOMOGRAPHY  
FOR USE IN INDUSTRIAL RADIOGRAPHY



Mr. PRAWIT RUNGRAIRATANAROIJ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

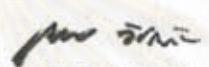
1992

ISBN 974-581-733-3

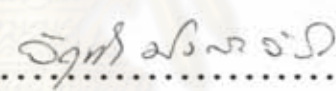
หัวข้อวิทยานิพนธ์      การพัฒนาระบบสร้างภาพตัดขวางด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับงาน  
ถ่ายภาพด้วยรังสีในอุตสาหกรรม  
โดย                              นายประวิทย์ เรืองไรรัตนโรจน์  
ภาควิชา                        นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
อาจารย์ที่ปรึกษา        รองศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร




บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชชัย สุมิตร)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต สีริอุปถัมภ์)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ประวิทย์ เรื่องไรต์นโรจน์ : การพัฒนาระบบสร้างภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับ  
งานถ่ายภาพด้วยรังสีในอุตสาหกรรม (DEVELOPMENT OF COMPUTED TOMOGRAPHY FOR  
USE IN INDUSTRIAL RADIOGRAPHY) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธัชชัย สุมิตร, 77 หน้า.  
ISBN 974-581-733-3

ระบบสร้างภาพตัดขวางที่พัฒนาขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างภาพตัดขวางของชิ้นงานในงาน  
อุตสาหกรรม เมื่อต้องการทราบตำแหน่งบกพร่องภายใน โดยใช้เทคนิคการสร้างภาพแบบแบ็กโพรเจกชัน  
(back projection) อุปกรณ์สร้างข้อมูลภาพตัดขวาง และโปรแกรมควบคุมออกแบบให้ใช้งานกับ  
ไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต ที่แสดงผลด้วยจอภาพสี (VGA) สามารถเก็บข้อมูลวัดรังสีแบบส่งผ่านขนาด  
129 เรย์ซัม (ray-sum) และ 100 โพรไฟล์ (profile) โดยมีระยะห่างระหว่างเรย์ซัมเท่ากับ  
1 มิลลิเมตร และแต่ละโพรไฟล์ห่างกัน 1.8 องศา ข้อมูลวัดรังสีที่บันทึกได้จะนำมาคำนวณสร้างภาพบนจอ  
ด้วยความละเอียด 128 × 128 จุดภาพและแสดงคอนทราสต์ด้วยความแตกต่างของสี 16 ระดับ

จากผลการทดลองสร้างภาพตัดขวาง เมื่อใช้ต้นกำเนิดรังสีซีซีเอ็ม -137 ความแรง 20  
มิลลิวรี (7.4 × 10<sup>8</sup> เบคเคอเรล) และหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์ขนาด 2 นิ้ว × 2 นิ้ว จักรระบบ  
วัดรังสีแบบส่งผ่าน ใช้ช่องบังกับลำรังสีของต้นกำเนิดรังสี และหัววัดรังสีขนาด 3 มิลลิเมตร และ 1  
มิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่าสามารถสร้างภาพตัดขวางของชิ้นงานทดสอบที่เป็นข้อต่อทองเหลือง เมื่อใช้  
ข้อมูล 20 โพรไฟล์ ใช้เวลาในการสแกนข้อมูล 110 นาที และเวลาในการสร้างภาพ 240 นาที ได้ภาพ  
ชัดเจนพอสมควร แต่มีระดับคอนทราสต์ต่ำ



ภาควิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี .....  
สาขาวิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี .....  
ปีการศึกษา 2534 .....

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## C017295 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD : IMAGE RECONSTRUCTION / BACK PROJECTION

PRAWIT RUNGRAIRATANAROIJ : DEVELOPMENT OF COMPUTED TOMOGRAPHY FOR USE  
IN INDUSTRIAL RADIOGRAPHY. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.TATCHAI SUMITRA  
ED.D. 77 PP. ISBN 974-581-733-3

A computed tomography system using the back projection technique is developed to reconstruct an industrial object cross-section image for defect analysis. The data collecting system and the control program are designed to fit IBM personal computer with VGA colour monitor. It can collect gamma transmitting data of 129 ray sums and 100 profiles with 1 mm ray sum step at 1.8 degree of each profile step. The recorded data can be reconstructed as an image on colour screen with a resolution of 128 x 128 pixels and 16 colour contrast levels.

A 20 mCi ( $7.4 \times 10^8$  Becquere) of Cs-137 radiation source and 2" x 2" NaI (Tl) detector contained in collimators of 3 mm and 1 mm, respectively, are used as radiation transmission measuring system. The system is tested for image reconstruction of samples like brass connecting pipe with 20 profile data, 110 minutes data collection time and 240 minutes for reconstruction process. The image is satisfactory, however with low contrast.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....นิเวศสรีรเทคโนโลยี.....  
สาขาวิชา.....นิเวศสรีรเทคโนโลยี.....  
ปีการศึกษา.....2534.....

ลายมือชื่อนิสิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีที่ให้คำปรึกษาแนะนำและว่ากล่าวตักเตือนจนข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

อนึ่งในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าได้รับความช่วยเหลือจากรุ่นพี่ คือ คุณจักรวาล พานิชไธทย และเพื่อนคือ คุณบุษบา แซ่ลิ้ม ตลอดจนคุณอรสา ศรีราตรี ซึ่งให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท คงศักดิ์อุตสาหกรรมการแพทย์ จำกัด ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์เพื่อใช้ในการสร้างระบบกลสำหรับเก็บข้อมูล ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนด้านการเรียนเสมอมา



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ค
สารบัญภาพ .....	ด



บทที่

1. บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย .....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
2. การสร้างภาพตัดขวาง .....	4
2.1 หลักการสร้างภาพตัดขวาง .....	4
2.2 สัมประสิทธิ์การลดทอนความเข้มรังสีของวัตถุ .....	4
2.3 นิยามของเรย์ซัม (Ray-Sum) .....	6
2.4 การหาระยะทางสั้นที่สุดจากจุดกำเนิด .....	8
2.5 การสร้างภาพด้วยวิธี back-projection .....	8
2.6 convolution back projection .....	10
3. การพัฒนาระบบสร้างภาพตัดขวางด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ .....	12
3.1 ระบบของเครื่องสร้างภาพตัดขวาง .....	12
3.2 การออกแบบระบบวัดรังสีแบบส่งผ่าน .....	14

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 การออกแบบระบบขับเคลื่อนขึ้นงาน .....	15
3.4 การออกแบบวงจรเชื่อมโยงสัญญาณกับไมโครคอมพิวเตอร์ .....	16
3.5 การออกแบบโปรแกรมสร้างภาพตัดขวาง .....	21
4. ผลการพัฒนาเครื่องสร้างภาพตัดขวาง .....	25
4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบ .....	25
4.2 การทดสอบวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ .....	26
4.3 การทดสอบระบบขับเคลื่อนขึ้นงาน .....	30
4.4 การทดสอบโปรแกรมเก็บข้อมูลและสร้างภาพ .....	31
5. สรุปวิจารณ์ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	42
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	42
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย .....	43
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	44
เอกสารอ้างอิง .....	45
ภาคผนวก ก .....	46
ภาคผนวก ข .....	49
ภาคผนวก ค .....	51
ภาคผนวก ง .....	54
ภาคผนวก จ .....	64
ประวัติผู้เขียน .....	66



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางแสดงการถอดรหัสแอดเดรสและโปรแกรมไอซี 8255A .....	18
3.2 แสดงสภาวะเวลาของการจ่ายไฟผ่านสวิตช์ SW1 ถึง SW4 เพื่อให้สแตปิงมอเตอร์เคลื่อนที่เป็นจังหวะ .....	19
4.1 แสดงผลการทำงานของวงจร ADC .....	28
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของพอร์คในการควบคุมทำงานของสแตปิงมอเตอร์	30



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงระนาบคัตขวางของชิ้นงาน .....	4
2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $I_0, I$ และความหนา $x$ ของวัตถุที่เป็น สารเนื้อเดียวตลอด .....	5
2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $I_0, I, \mu$ และความหนาของตัวกลางที่มีเนื้อสาร หลายชนิด .....	5
2.4 แสดงเรขาคณิตของรังสีที่เดินทางผ่านวัตถุชิ้นบาง ๆ การกำหนดตำแหน่งทุก ๆ จุดบนระนาบที่ลำรังสีผ่าน อธิบายด้วยมุม $\phi$ วัดเทียบกับแกน $Y$ .....	6
2.5 การเคลื่อนที่ตัดในแนวเส้นตรงของลำรังสีผ่านระนาบของวัตถุที่มุม $\phi$ ใด ๆ หัววัดรังสีจะบันทึกข้อมูลไว้ 1 โพรไฟล์ .....	7
2.6 แสดงการหาระยะสั้นที่สุดจากจุดกำเนิดไปยังโลกัส (Locus) ของจุด $X, Y$ ...	8
2.7 แสดงการเกิดภาพตามวิธีการ back-projection .....	10
3.1 แสดงแผนภาพของเครื่อง CT ที่สร้างขึ้น .....	13
3.2 แผนภาพระบบวัดรังสีเฉพาะพลังงาน .....	14
3.3 แสดงอุปกรณ์ก้ำบึงและบังค้ำรังสี .....	15
3.4 รูปวงจรรขยายศักดาไฟฟ้าจากเรตมิเตอร์ .....	16
3.5 วงจรขับเคลื่อนสแตปิงมอเตอร์ .....	19
3.6 วงจรขับเคลื่อนสแตปิงมอเตอร์ที่ใช้กับระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน .....	20
3.7 ผังงานโปรแกรมควบคุมระบบขับเคลื่อนชิ้นงานและรับข้อมูล .....	22
3.8 ผังงานโปรแกรมประมวลผล .....	23
3.9 ผังงานโปรแกรมสร้างภาพ .....	24
4.1 แสดงการต่อเครื่องมือเพื่อทดสอบการทำงานของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ .....	27
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักดาไฟฟ้าทางเข้าและค่าที่อ่านได้เชิงตัวเลข .	27
4.3 แผนภาพแสดงการจัดอุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบสัญญาณอินพุต และเอาต์พุตพอร์ต .	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4	แผนภาพแสดงการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน ..... 31
4.5	แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่พัฒนาขึ้น ..... 32
4.6	ระบบวัดนิวเคลียร์ที่ใช้ในการวัดรังสี ..... 33
4.7	ระบบขับเคลื่อนชิ้นงานและระบบวัดรังสีส่วนหน้า ..... 33
4.8	เครื่องสร้างภาพตัดขวางขณะทดสอบการทำงาน ..... 34
4.9	วงแหวนทองเหลืองกลมที่ใช้สร้างภาพตัดขวาง ..... 36
4.10	ภาพตัดขวางของวงแหวนทองเหลืองกลมที่ใช้วิธีสร้างภาพแบบ convolution back projection ..... 36
4.11	ภาพตัดขวางของวงแหวนทองเหลืองที่ใช้วิธีสร้างภาพ back projection 5 มม ..... 37
4.12	แท่งเหล็กฉากวางอยู่ในขีฟงที่ใช้สร้างภาพตัดขวาง ..... 37
4.13	ภาพตัดขวางของแท่งเหล็กฉากที่ปรับระดับความเข้ม 16 ระดับ ..... 38
4.14	ภาพตัดขวางของแท่งเหล็กฉากที่ปรับระดับความเข้ม 4 ระดับ ..... 38
4.15	แท่งเหล็กกลม 2 ขนาด วางอยู่ในขีฟงสำหรับใช้ทดลองสร้างภาพ ..... 39
4.16	ภาพตัดขวางจากแท่งเหล็กกลมใช้วิธี back projection ..... 39
4.17	ข้อต่อของเครื่องที่ใช้ทดสอบสร้างภาพตัดขวาง ..... 40
4.18	ภาพตัดขวางของข้อต่อของเครื่องด้วยวิธี back projection 20 มม ใช้ระดับสี 16 ระดับ ..... 40
4.19	ภาพตัดขวางของข้อต่อของเครื่องด้วยวิธี back projection 8 ระดับสี .... 41