

การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปแบบคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีเพื่อการตรวจสอบชิ้นงานอุตสาหกรรม



นางวัลยา เอี่ยมสุรนนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ 2538

ISBN 974-632-756-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16454232

DEVELOPMENT OF A COMPUTED TOMOGRAPHY PACKAGE PROGRAM  
FOR INSPECTING INDUSTRIAL SPECIMENS

WALLAYA IAMSURANAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-756-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปแบบคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีเพื่อการตรวจ  
สอบชิ้นงานอุตสาหกรรม


โดย นางวัลยา เอี่ยมสุรนนท์

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

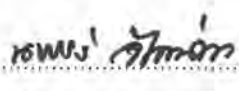
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์



บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ฤงสุวรรณ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทรินขาว )

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์ )

  
.....กรรมการ  
( อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ )

  
.....กรรมการ  
( อาจารย์ ดร.สุพิชชา จันทรโยธา )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



วัลยา เอี่ยมสุรนนท์ : การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปแบบคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีเพื่อ  
การตรวจสอบชิ้นงานอุตสาหกรรม (DEVELOPMENT OF A COMPUTED TOMOGRAPHY  
PACKAGE PROGRAM FOR INSPECTING INDUSTRIAL SPECIMENS)

อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์, 88 หน้า . ISBN 974-632-756-9

ในการวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างบางชนิด  
ด้วยโปรแกรมภาษาซี โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC 80486 จอภาพสี VGA โปรแกรมการ  
คำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีที่พัฒนาขึ้นมานี้ใช้ทฤษฎีการคำนวณสร้างภาพด้วยเทคนิคคอนโวลูชันแบค  
โปรเจกชัน (convolution backprojection) และสามารถเลือกใช้ฟิลเตอร์ฟังก์ชันของ Shepp-Logan หรือ Ram-  
Lak ได้ เป็นโปรแกรมที่ใช้ทั้งโหมดเทกซ์และโหมดกราฟิก โดยส่วนของเมนูจัดการพัฒนาขึ้นบนโหมดเทกซ์  
และส่วนแสดงผลภาพพัฒนาขึ้นบนโหมดกราฟิกโดยสามารถเลือกความละเอียดของจุดภาพได้ 640x480 ,  
800x600 และ 1024x768 จุดภาพ ด้วยระดับสี 64 หรือ 256 ระดับ

จากการทดลองสร้างภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่างท่ออะลูมิเนียม รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่า  
ศูนย์กลาง 50 ม.ม. ขอบหนา 3 ม.ม. ตรงกลางบรรจุด้วยแท่งอะลูมิเนียมทรงสี่เหลี่ยมขนาด 10x10 ตาราง  
มิลลิเมตร เก็บข้อมูลโปรเจกชันด้วยวิธีการถ่ายภาพเอกซเรย์ของวัตถุตัวอย่างที่หมุนเปลี่ยนไปด้วยมุมน้อยๆ  
ลงบนฟิล์มเอกซเรย์โดยใช้อุปกรณ์ชุดถ่ายภาพและเครื่องอ่านข้อมูลความดำแบบอัตโนมัติ ของภาควิชา  
นิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเรียกการเก็บข้อมูลโปรเจกชันด้วยวิธีนี้ว่า  
“เทคนิคฟิล์ม” โดยกำหนดจำนวนโปรเจกชันเท่ากับ 52 จำนวนเรย์ซัมเท่ากับ 231 ระยะห่างระหว่างเรย์  
ซัมเท่ากับ 0.5 ม.ม. ค่ามุมที่เปลี่ยนไปแต่ละโปรเจกชันเท่ากับ 3.6 องศา ใช้เวลาในการคำนวณประมาณ  
1 นาที พบว่าค่ารีโซลูชัน (resolution) ประมาณ 1.4 ม.ม. และผลภาพโทโมกราฟีที่ได้มีความชัดเป็นที่น่า  
พอใจ

ภาควิชา ..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
สาขาวิชา ..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
ปีการศึกษา ..... 2538.....

ลายมือชื่อนิติ ..... *วัลยา เอี่ยมสุรนนท์*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... *สมยศ ศรีสถิตย์*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C318145 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY  
 KEY WORD: COMPUTED TOMOGRAPHY/ CONVOLUTION/ BACKPROJECTION/ IMAGE RECONSTRUCTION  
 WALLAYA IAMSURANAN : DEVELOPMENT OF A COMPUTED TOMOGRAPHY PACKAGE  
 PROGRAM FOR INSPECTING INDUSTRIAL SPECIMENS . THESIS ADVISOR :  
 ASST. PROF. SOMYOT SRISATIT. 88 PP. ISBN 974-632-756-9

In this research, the computed tomography (CT) reconstruction software programme is developed on IBM PC 80486 microcomputer with VGA color monitor using C language. The Convolution Filter Backprojection (CFBP) algorithm and Shepp-Logan or Ram-Lak filter function are selected for CT reconstruction programme. The development of CT reconstruction programme is designed for two display modes. The first is text mode used to display the manager menu. The second is graphics mode used to display the CT image by the resolutoin of 640x480, 800x600 and 1024x768 pixels with 64 and 256 color levels.

The computed Tomography Program was test by using the profile data of an aluminum can of 3 mm thick and 50 mm diameter containing a 10x10 mm aluminum rods placed at the center. The profile data of an aluminum can was created by the radiographic set and an automatic scan densitometer which is developed by the Department of Nuclear Technology, Faculty of Engineering. This method is called "film technique". The results shows that the CT reconstruction needed 52 projections, 231 ray-sum, 0.5 mm ray-interval, and 3.6 degrees of angular step. It is found that the reconstruction time and resolution is approximately 1 minute and 1.4 mm respectively. The contrast of CT image is found to be satisfactory.

ภาควิชา.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์.....นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
 ปีที่.....2538

ลายมือชื่อผู้พิมพ์.....  
 วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อ.....  
 งานวิจัยนี้ขอเสนอขอรับเงินอุดหนุน.....



บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ

บทที่

1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. ทฤษฎี.....	4
ความเป็นมาของการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	4
ทฤษฎีการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	5
สัมประสิทธิ์การลดลงของรังสี.....	6
นิยามของเรย์ซัม.....	7
การคำนวณสร้างภาพแบบคอนโวลูชัน ฟิลเตอร์	
แบคโปรเจกชัน.....	10
วิธีการแบคโปรเจกชัน.....	12
ส่วนประกอบของ CT.....	14
ชุดเก็บข้อมูลโพรไฟล์.....	14
ชุดคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	15
คุณภาพของภาพ CT.....	16
เลขซีที.....	16

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
พิกเซล วิวกเซล และขนาดเมทริกซ์.....	16
การจัดเซ็นเตอร์และวินโดว์.....	17
ปริมาณที่ใช้กำหนดคุณภาพของภาพโทโมกราฟี.....	17
3. การพัฒนาโปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	18
อุปกรณ์ในการออกแบบโปรแกรม.....	18
ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม.....	18
โปรแกรม main.c.....	18
โปรแกรม recon.c.....	24
โปรแกรม menu.c.....	26
โปรแกรม graphics.c.....	28
โปรแกรม disp_c.c.....	28
การสร้างโปรแกรม tomo.exe.....	31
4. ขั้นตอนและผลการทดลอง.....	33
การนำเข้าข้อมูลโปรแกรม.....	33
การเรียกใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูปการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	33
5. การทดสอบโปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	42
การเตรียมข้อมูลโปรแกรม.....	42
การออกแบบวัตถุตัวอย่าง.....	43
การคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง.....	46
การทดสอบคุณภาพของภาพโทโมกราฟี.....	51
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	53
สรุปผลการทดลอง.....	53
ข้อเสนอแนะในการทดลองครั้งต่อไป.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	56
ก. โปรแกรม main.c.....	57

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ข. โปรแกรม menu.c.....	68
ค. โปรแกรม graphics.c.....	74
ง. โปรแกรม disp_c.c.....	79
ประวัติผู้เขียน.....	89



## สารบัญรูปภาพ

บทที่ 2	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงเรขาคณิตของลำรังสีที่เดินทางผ่านตัวกลาง 3 แบบ.....	7
รูปที่ 2.2 แสดงเรขาคณิตของรังสีที่เดินทางผ่านวัตถุชิ้นบางๆ ทุกๆ จุดบนระนาบ อธิบายด้วย $(x,y)$ .....	8
รูปที่ 2.3 การเคลื่อนที่ตัดในแนวเส้นตรงของรังสีเอกซ์ลำแคบตัดผ่านในระนาบ ของวัตถุที่มุม $\phi$ ใดๆ หัววัดจะบันทึกข้อมูลไว้ 1 โปรไฟล์.....	9
รูปที่ 2.4 แผนภาพการเก็บข้อมูลโปรไฟล์.....	10
รูปที่ 2.5 แสดงการเกิดภาพตามวิธีแบคโปรเจกชัน.....	13
รูปที่ 2.6 ก. โปรไฟล์ของวัตถุรูปวงกลมในสองทิศทาง.....	14
รูปที่ 2.6 ข. โปรไฟล์ A และ D มีส่วนทำให้ความหนาแน่นของจุดที่อยู่นอกภาพ ของวัตถุมีค่าสูงขึ้น เป็นสาเหตุทำให้เกิดความไม่คมชัด.....	14
รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขซีทีกับความขาวดำเมื่อมีการจัดวินโดว์.....	17
รูปที่ 2.8 กราฟแสดงการหาค่ารีโซลูชัน.....	18
<b>บทที่ 3</b>	
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม main.c .....	19
รูปที่ 3.2 การนำเข้าข้อมูลด้วยฟังก์ชัน void input_dat(void).....	20
รูปที่ 3.3 การนำเข้าข้อมูลด้วยฟังก์ชัน void input_data(void).....	20
รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรม recon.c.....	24
รูปที่ 3.5 แสดงการทำงานของฟังก์ชัน void draw_status_frame(void).....	25
รูปที่ 3.6 ช่องแสดงรายละเอียดของแฟ้มข้อมูล.....	29
<b>บทที่ 4</b>	
รูปที่ 4.1 เมนูหลักของโปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี.....	34
รูปที่ 4.2 เมนูการเลือกฟิลเตอร์ฟังก์ชัน.....	35
รูปที่ 4.3 เมนู input data to calculate the CT image.....	35
รูปที่ 4.4 เมนูแสดงการอ่านข้อมูลโปรเจกชัน.....	36
รูปที่ 4.5 เมนูการคำนวณสร้างภาพ (reconsturction ).....	37
รูปที่ 4.6 เมนูการแสดงผลภาพโทโมกราฟี.....	38

รูปที่ 4.7	เมนูย่อย input data filename จากเมนู Display the CT image.....	38
รูปที่ 4.8	เมนูย่อย Display mode จากเมนู Display the CT image.....	39
รูปที่ 4.9	แสดงผลภาพโทโมกราฟีของแฟ้มข้อมูลทดลองตัวอย่าง.....	40

## บทที่ 5

รูปที่ 5.1	ส่วนประกอบของข้อมูลโพรไฟล์.....	42
รูปที่ 5.2	ภาพของวัตถุตัวอย่าง A.....	43
รูปที่ 5.3	ภาพของวัตถุตัวอย่าง B.....	43
รูปที่ 5.4	ภาพของวัตถุตัวอย่าง C.....	44
รูปที่ 5.5	ภาพของวัตถุตัวอย่าง D.....	44
รูปที่ 5.6	ภาพของวัตถุตัวอย่าง E.....	45
รูปที่ 5.7	ภาพของวัตถุตัวอย่าง F.....	45
รูปที่ 5.8	ภาพของวัตถุตัวอย่าง G.....	46
รูปที่ 5.9	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง A.....	47
รูปที่ 5.10	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง B.....	47
รูปที่ 5.11	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง C.....	48
รูปที่ 5.12	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง D.....	48
รูปที่ 5.13	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง E.....	49
รูปที่ 5.14	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง F.....	50
รูปที่ 5.15	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง G.....	50
รูปที่ 5.16	กราฟการคำนวณค่าดัชนีสุชั้นของวัตถุตัวอย่าง A.....	51
รูปที่ 5.17	ภาพโทโมกราฟีของวัตถุแสดงในลักษณะ 256 ระดับสี.....	52

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้สละเวลาให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ท่านคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ได้ช่วยพิจารณาให้คำแนะนำ และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ทำยนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ผู้มีพระคุณอย่างสูงสุด ซึ่งได้สนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ ด้านเสมอมา