บทที่ 5
ขั้นตอนทดสอบการทำงานของซอฟท์แวร์และผลการทดลอง

5.1 ขั้นตอนการทำงานของซอฟท์แวร์คำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติ

เมื่อเตรียมข้อมูลภาพ โพรไฟล์ เสร็จแล้ว จะเป็นขั้นตอนการสร้างภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติ โดยข้อมูล (.PCX) จะถูกเรียกเข้าไปในหน่วยความจำ และอ่านค่าข้อมูลโพรไฟล์ตามจำนวนเรย์ซัม(ray-sum) และจำนวนระดับตัดขวางที่เลือกไว้ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกคำนวณเป็นภาพโทโมกราฟีสองมิติ ของแต่ละระดับ และถูกบันทึกเก็บไว้ ซึ่งจะมีชื่อข้างหน้าเหมือนกับชื่อข้อมูลภาพ แต่จะมีนามสกุลเป็น .CTI เช่นสมมติว่า เลือกจำนวนระดับตัดขวางจำนวน 11 ระดับจากข้อมูลโพรไฟล์ของตัวอย่าง A ก็จะได้ภาพตัดขวางจำนวน 11 ภาพ และได้ชื่อภาพตัดขวางแต่ละระดับเป็น .CTI จำนวน 11 ภาพ เช่นกัน โดยค่าข้อมูลโพรไฟล์ของแต่ละระดับตัดขวาง จะมีชื่อเป็น .DAT

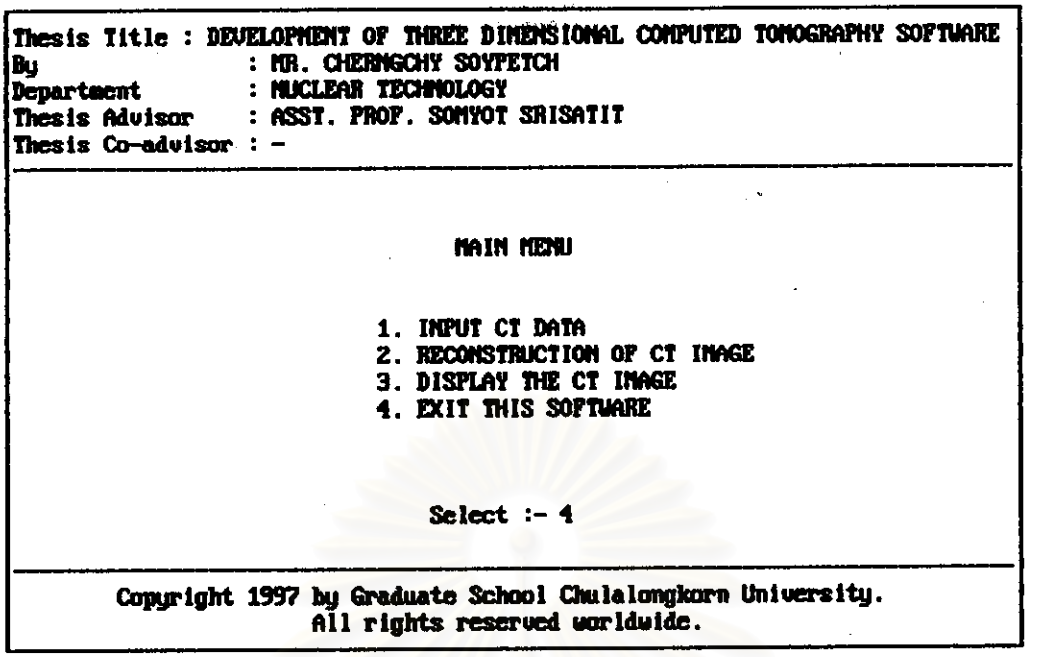
ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติมีดังนี้

5.1.1 การเข้าสู่โปรแกรม

จากเครื่องหมายพร้อม A:> ของระบบ DOS จะต้องตรวจสอบดูว่ามีโปรแกรม 4 โปรแกรมนี้ คือ

- CT_3D.EXE โปรแกรมคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติ
- EGAVGA.BGI เป็น DRIVER เพื่อแสดง กราฟิกส์
- SVGA256.BGI เป็น DRIVER เพื่อแสดงกราฟิกส์ 256 สี
- TRIP.CHR เป็น DRIVER เพื่อแสดงกราฟิกส์ ตัวอักษร

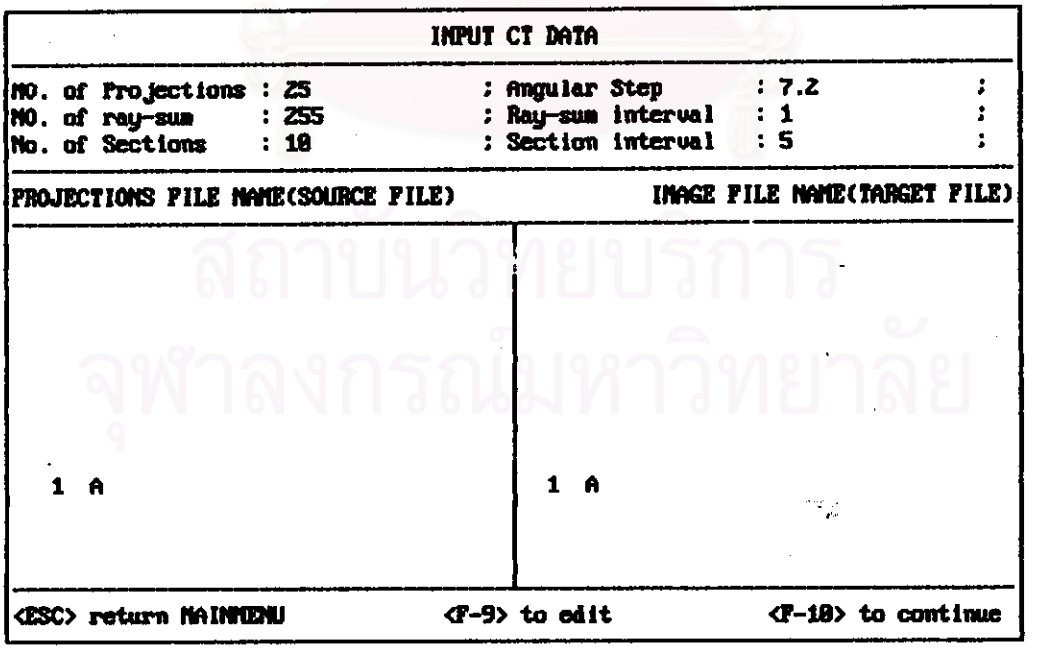
อยู่ในระบบโดยพิมพ์คำสั่ง A:> DIR ของ DOS สามารถเข้าสู่โปรแกรมได้โดย พิมพ์ คำสั่ง A:> CT_3D จะเข้าสู่เมนูหลักดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 เมนูหลัก(main menu) ของโปรแกรม CT_3D.EXE

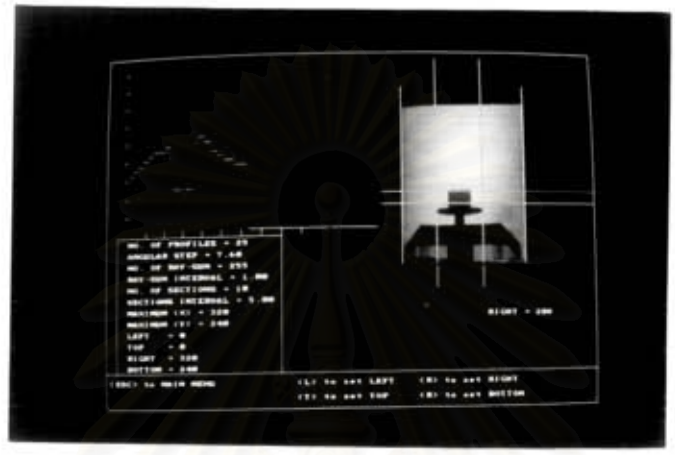
5.1.2 เมนู INPUT CT DATA

จากเมนูหลักของโปรแกรม CT_3D.EXE เลือกเมนูย่อย INPUT CT DATA โดยกด 1 หรือเลื่อน Highlight ไปที่ 1. INPUT CT DATA แล้วกด Enter โปรแกรมจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 เมนูย่อย INPUT CT DATA

จากหน้าจอ INPUT CT DATA ผู้ใช้ต้องใส่ข้อมูล Numbers of projections, Angular step, Numbers of ray-sum, Ray-sum interval, Numbers of sections, Section interval, Projections File name และ Image file name โดยใช้ Right Arrow ในการเลื่อนไปแต่ละช่อง เมื่อเติมข้อมูลเสร็จสมบูรณ์แล้ว ผู้ใช้กดปุ่ม <F-10> เพื่อเข้าสู่หน้าจอเลือกขอบเขตของภาพดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 เลือกขอบเขตของภาพ

ผู้ใช้สามารถกำหนดขอบเขตด้านบนในแนวระดับของภาพได้โดย กดปุ่ม T หน้าจอจะขึ้นข้อความ Top แล้วเลื่อนเส้นกำหนดขอบเขตด้านบนโดยใช้ปุ่มเครื่องหมาย + หรือ - ในการเลื่อนขึ้นหรือลง

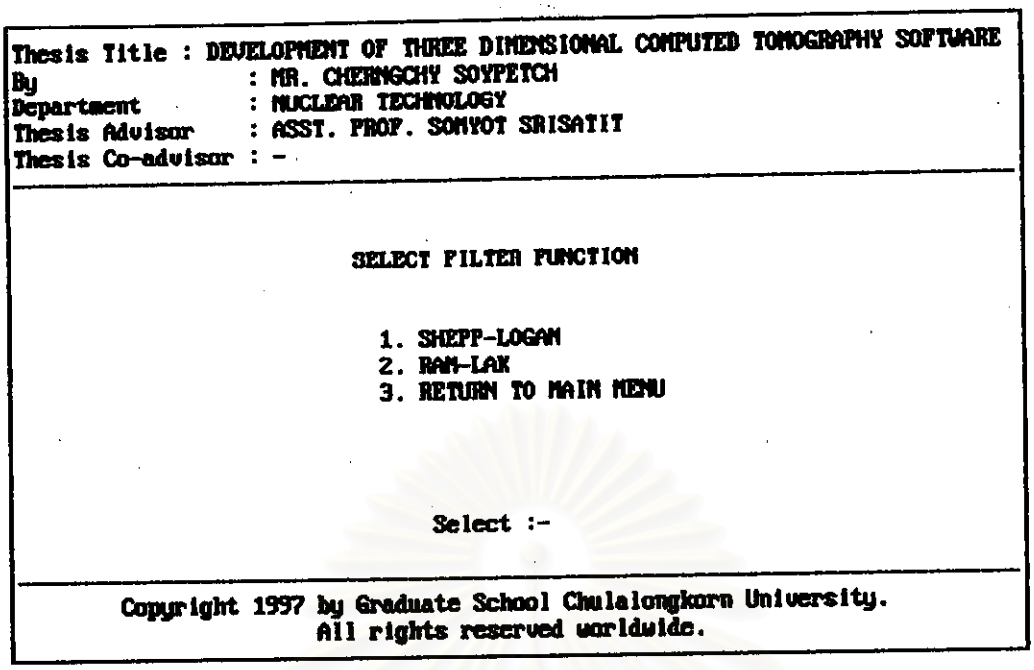
ในการกำหนดขอบเขตด้านล่างของภาพ กดปุ่ม B หน้าจอจะขึ้นข้อความ Bottom แล้วเลื่อนเส้นกำหนดขอบเขตด้านล่างโดยใช้ปุ่มเครื่องหมาย + หรือ - ในการเลื่อนขึ้นหรือลง

สำหรับการกำหนดขอบเขตในแนวดิ่งด้านซ้ายหรือขวาของภาพ กดปุ่ม L สำหรับด้านซ้าย หรือ R สำหรับด้านขวา โดยหน้าจอจะขึ้นข้อความ Left หรือ Right และสามารถเลือกขอบเขตด้านซ้ายหรือขวาในแนวดิ่งของภาพได้โดยใช้ปุ่มเครื่องหมาย + หรือ - ในการเลื่อนซ้ายหรือขวา

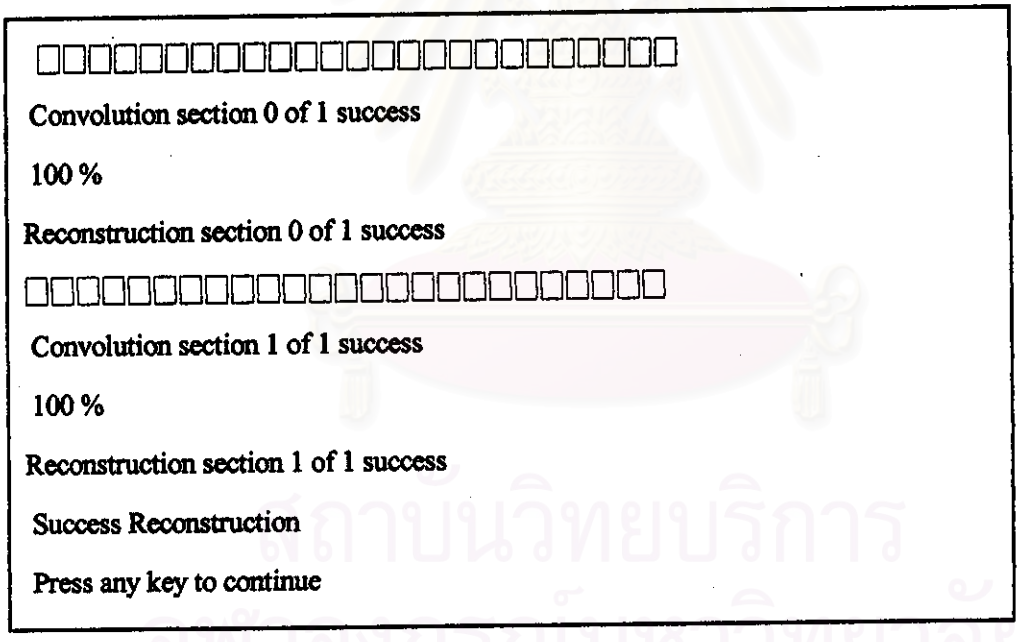
เมื่อ เลือกขอบเขตของภาพได้แล้ว กดปุ่ม ESC เพื่อกลับเมนูหลักของโปรแกรม

5.1.3 เมนู RECONSTRUCTION OF CT IMAGE

จากเมนูหลักของโปรแกรม CT_3D.EXE เมื่อเลือกเมนูย่อย Reconstruction of CT image โดยกด 2 หรือเลื่อน Highlight ไปที่ 2. RECONSTRUCTION OF CT IMAGE แล้วกด Enter โปรแกรมจะแสดงเมนูย่อยดังรูปที่ 5.4 เพื่อเลือกฟิลเตอร์ฟังก์ชันของ Shepp-Logan หรือ Ram-Lak รูปที่ 5.5 แสดงการทำงานขณะที่โปรแกรมกำลังคำนวณสร้างภาพ



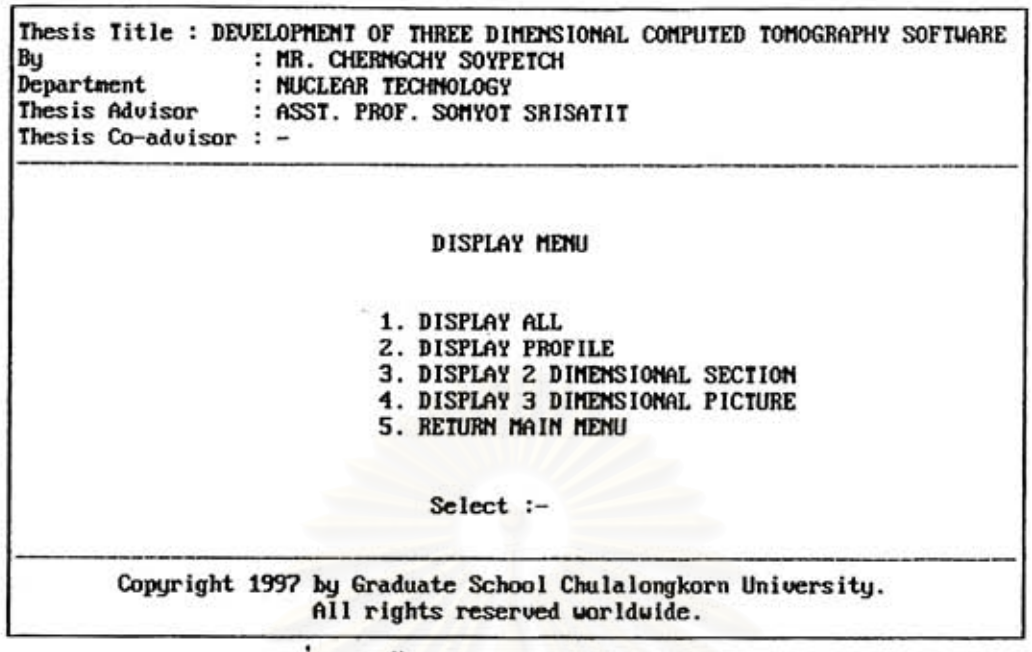
รูปที่ 5.4 เมนู RECONSTRUCTION OF CT IMAGE



รูปที่ 5.5 แสดงการ RECONSTRUCTION

5.1.4 เมนู DISPLAY THE CT IMAGE

จากเมนูหลักของโปรแกรม CT_3D.EXE เมื่อเลือกเมนูย่อย Display the CT image โดยกด 3 หรือเลื่อน Highlight ไปที่ 3. DISPLAY THE CT IMAGE แล้วกด Enter โปรแกรมจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 5.6 เพื่อให้เลือกแสดงภาพในลักษณะต่างๆ

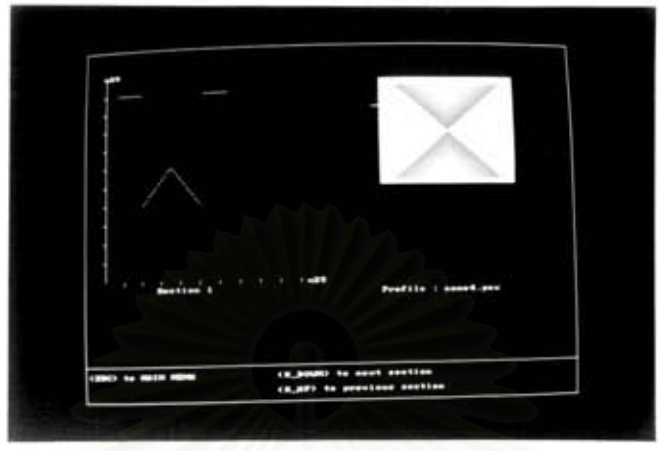


รูปที่ 5.6 หน้าจอ DISPLAY THE CT IMAGE

เมื่อเลือก เมนูย่อย 1. DISPLAY ALL เป็นการแสดงภาพ 2 มิติทุกภาคตัดขวาง (Section) ดังแสดงในรูปที่ 5.7

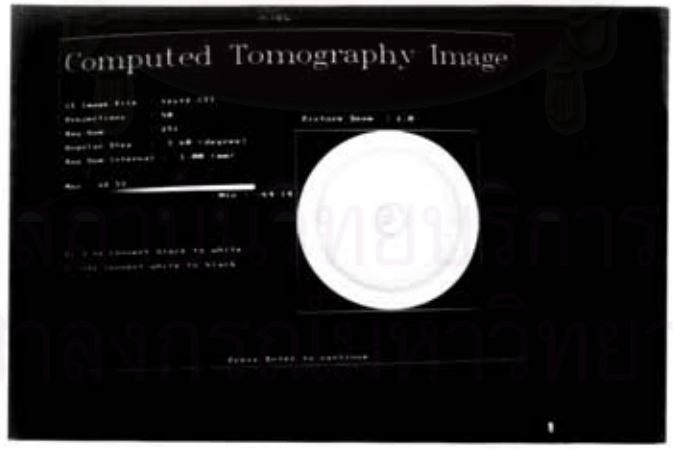
รูปที่ 5.7 การแสดงภาพโทโมกราฟีของทุก Section

เมื่อเลือกเมนูย่อย 2 DISPLAY PROFILE เป็นการแสดงข้อมูลโพรไฟล์ โดยการเลื่อนลูกศรขึ้นหรือลง (Up or down arrow key) จะสังเกตุเห็นว่าโพรไฟล์ทางซ้ายจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเลื่อนขึ้นลงของเส้นบอกตำแหน่ง ในภาพข้อมูลโพรไฟล์ทางด้านขวามือ



รูปที่ 5.8 การแสดง โพรไฟล์ ของข้อมูลภาพ

เมื่อเลือกเมนูย่อย 3. DISPLAY 2 DIMENSION SECTIONเป็นการแสดงภาพ 2 มิติในแต่ละระดับภาคตัดขวาง



รูปที่ 5.9 การแสดงภาพ 2 มิติของภาพโทโมกราฟี

เมื่อเลือก 4. DISPLAY 3 DIMENSION PICTURE เป็นการแสดงภาพ 3 มิติ ของวัตถุตัวอย่าง

รูปที่ 5.10 การแสดงภาพ 3 มิติของภาพโทโมกราฟี

ในการแสดงภาพสามมิตินี้ ผู้ใช้สามารถ เลือกหมุนรอบแกน (Rotation) X, Y หรือ Z โดยการใช้ แป้นพิมพ์ X, Y หรือ Z โดยการกดแป้นพิมพ์แต่ละครั้งเป็นการหมุนรอบแกนนั้นทีละ 10 องศา เช่น กด X 1 ครั้ง เป็นการหมุนรอบแกน X 10 องศา แต่ถ้ากด Shift-X จะเป็นการหมุนรอบแกน X 10 องศา เช่นกันแต่ในทิศตรงข้าม

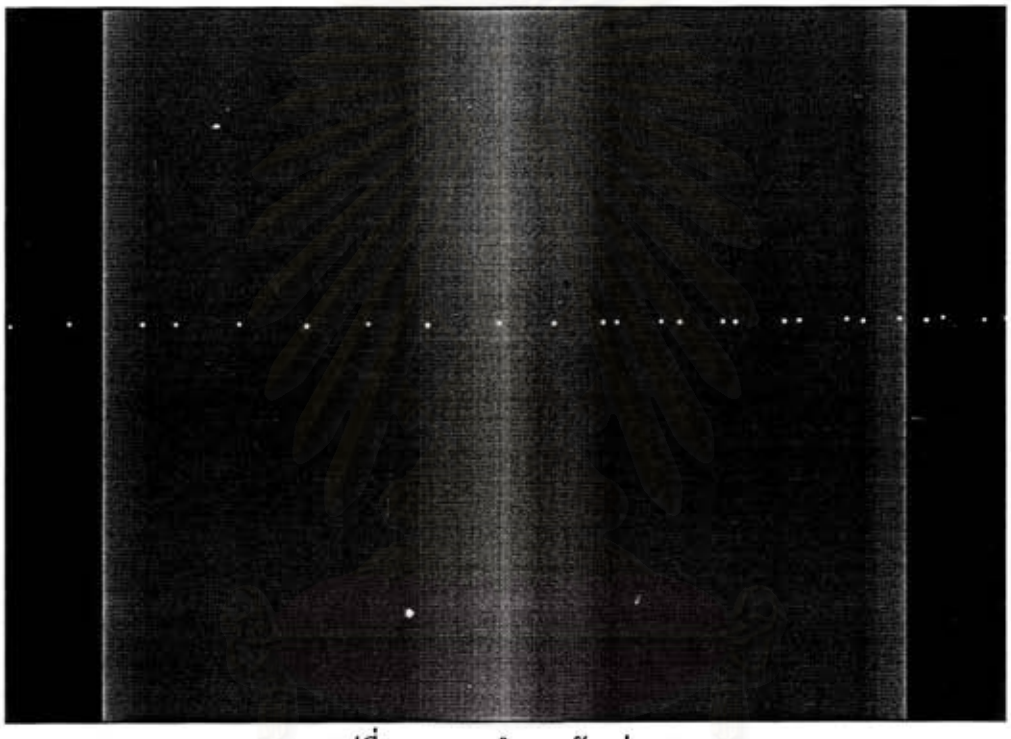
ทั้งนี้การแสดงภาพสามมิติซึ่งได้จากการคำนวณของซอฟท์แวร์ คำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติ อาจแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากฐานนิยมของข้อมูลซีที(CT-value) ห่างจากค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลซีทีมาก ดังนั้นผู้ใช้สามารถเลือกความกว้างของข้อมูลซีที โดยกดแป้นพิมพ์ D หรือ Shift-D เพื่อเพิ่มหรือลด เมื่อเลือกความกว้างของข้อมูลซีทีที่เหมาะสมแล้ว ผู้ใช้ยังสามารถเลือกค่ากึ่งกลางของความกว้างของข้อมูลซีทีได้โดยกดแป้นพิมพ์ S หรือ Shift-S ในการเลือกค่ากึ่งกลางข้อมูลซีทีให้ไปทางขวา หรือซ้ายตามลำดับ ผู้ใช้สามารถกลับไปแสดงภาพเริ่มต้นได้โดยกดแป้นพิมพ์ Shift-G

ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีแบบสามมิตินั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีข้อมูลโพรไฟล์(Profile) สำหรับในงานวิจัยนี้ข้อมูลโพรไฟล์สามารถได้มาหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่สะดวกที่สุดก็คือ วิธีการเก็บข้อมูลโพรไฟล์จากเทคนิคโทรทัศน์ ดังนั้นข้อมูลโพรไฟล์จึงกำหนดให้เก็บเป็นภาพชนิด PCX (PC paintbrush format) แบบ 256 สี โดยมีโครงสร้างข้อมูลดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 สำหรับข้อมูลโพรไฟล์เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ ได้มาจากการจำลองภาพและข้อมูลจากการทดลองด้วยการถ่ายภาพด้วยรังสีเอ็กซ์โดยเทคนิคโทรทัศน์

5.2 การจำลองข้อมูลภาพ โพรไฟล์ (Simulation of data profile)

ภาพที่ได้จำลองเพื่องานวิจัยนี้มี 2 ภาพด้วยกันคือ

5.2.1 ตัวอย่าง A เป็นภาพชนิด PCX ซึ่งสมมุติว่าเป็นวัตถุตัวอย่างที่มีแท่งวัตถุโลหะรูปทรงกระบอกตันอยู่กึ่งกลางของโลหะรูปทรงกระบอกกลวง ในที่นี้เมื่อหมุนวัตถุไปรอบๆตัวจะเห็นว่าภาพข้อมูลโพรไฟล์ที่ได้มีรูปภาพเหมือนกันหมด เพราะวัตถุมีความสมมาตร (Symmetry) จึงกำหนดว่าให้วัตถุหมุนรอบตัวเองด้วยมุมทีละ 3.6 องศา จำนวน 50 ครั้งดังนั้นภาพข้อมูลโพรไฟล์ที่ได้จึงเป็น 50 ภาพ และกำหนดชื่อเป็น A0.PCX, A1.PCX, A2.PCX, ... , A49.PCX



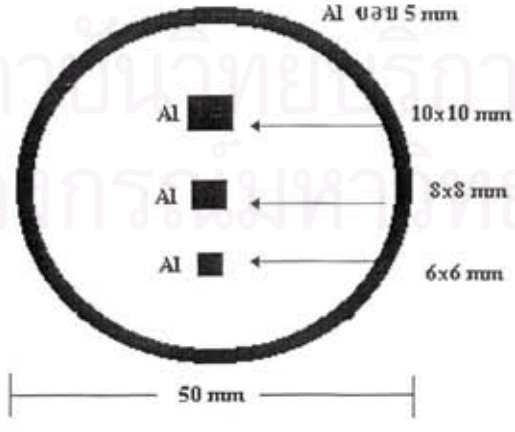
รูปที่ 5.11 ภาพจำลองตัวอย่าง A

5.2.2 ตัวอย่าง B เป็นภาพ PCX ซึ่งสมมุติว่าเป็นวัตถุตัวอย่างที่เป็นวัตถุรูปทรงกระบอกกลวง มีวัตถุรูปทรงกรวย บรรจุอยู่ภายใน ภาพข้อมูลโพรไฟล์ที่ได้จึงมีลักษณะ สมมาตร และกำหนดให้หมุนรอบตัวเองทีละ 3.6 องศา 50 ครั้ง โดยได้ภาพเช่นเดียวกัน 50 ภาพ และมีชื่อ เป็น B0.PCX, B1.PCX, ..., B49.PCX ดังรูปที่ 5.12

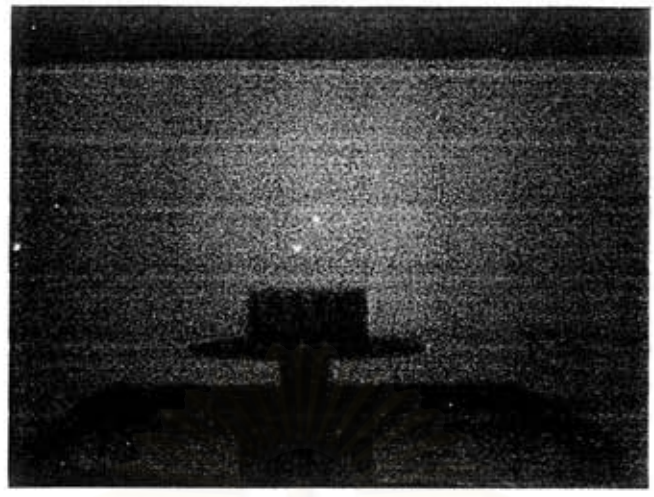
รูปที่ 5.12 ภาพจำลองตัวอย่าง B

5.3 ภาพข้อมูลโพรไฟล์ จากเทคนิคโทรทัศน์

ข้อมูลโพรไฟล์จากเทคนิคโทรทัศน์ ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ โดยหมุนวัตถุไปด้วยมุมทีละ 7.2 องศา จำนวน 25 ครั้ง ดังนั้นจึงได้ภาพข้อมูลโพรไฟล์ ทั้งหมด 25 ภาพ วัตถุตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเป็นอลูมิเนียมรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ขอบหนา 5 มิลลิเมตร ภายในบรรจุด้วยแท่งอลูมิเนียมรูปทรงสี่เหลี่ยมจำนวน 3 แท่ง ขนาดต่างๆกัน คือ 10 x 10 มม. 8 x 8 มม. และ 6 x 6 มม. ดังรูปที่ 5.13 และภาพข้อมูลโพรไฟล์ จากเทคนิคโทรทัศน์แสดงในรูปที่ 5.14 (เป็นภาพที่มุมใดๆ)



รูปที่ 5.13 ภาพตัวอย่างวัตถุ



รูปที่ 5.14 ภาพข้อมูลโพรไฟล์จากวัตถุตัวอย่าง

5.4 ผลการทดลอง

5.4.1 ภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติ จากการจำลองวัตถุตัวอย่าง A ดังแสดงในรูปที่ 5.15 จะสังเกตเห็นวัตถุรูปทรงกระบอกตันอยู่ภายในโลหะรูปทรงกระบอกกลวง ซึ่งเป็นภาพที่มีการบังจากด้านนอกแต่สามารถสังเกตภาพโทโมกราฟีแต่ละระดับได้ขณะสร้างภาพ

รูปที่ 5.15 ภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติของตัวอย่าง A

รูปที่ 5.16 ภาพโทโมกราฟีแบบสามมิติของตัวอย่าง B

5.4.2 ภาพโทโมกราฟี แบบสามมิติจากภาพข้อมูลโพรไฟล์ด้วยเทคนิคโทรทัศน์ ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.17

รูปที่ 5.17 ภาพโทโมกราฟี แบบสามมิติจากภาพข้อมูลโพรไฟล์ด้วยเทคนิคโทรทัศน์

I 16206505