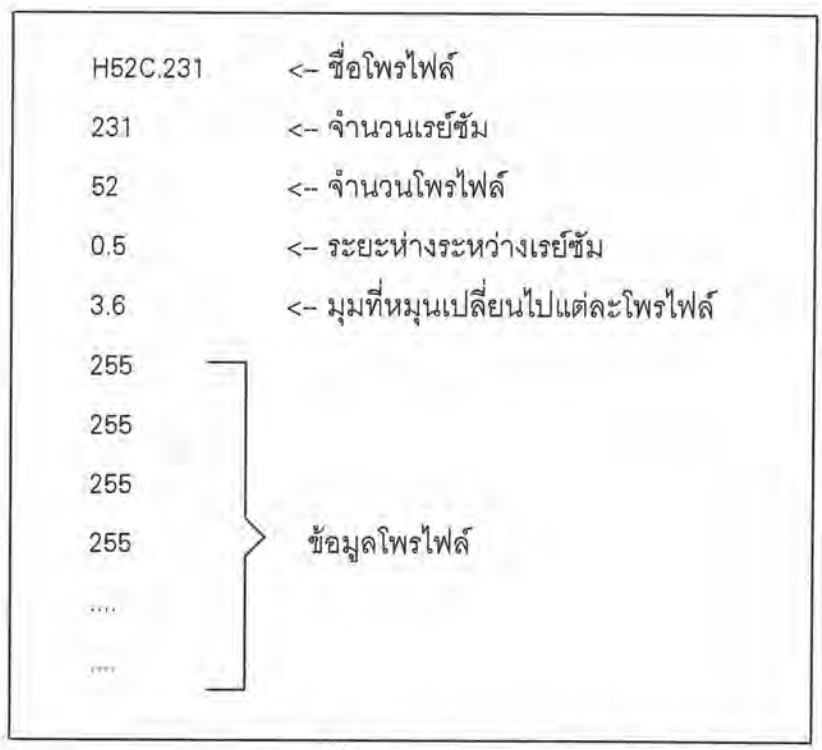
บทที่ 5

การทดสอบโปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

5.1 การเตรียมข้อมูลโพรไพล์

โปรแกรมการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีที่พัฒนาขึ้นมานี้ ต้องการข้อมูลโพรไฟล์ที่มีขนาดของจำนวนโพรไฟล์ประมาณ 60 โพรไฟล์ โดยแต่ละโพรไฟล์มีขนาดของจำนวนเรย์ซัมไม่เกิน 255 เรย์ซัม ซึ่งหมายความว่าภาพโทโมกราฟีที่สามารถคำนวณได้จะต้องมีขนาดไม่เกิน 255*255 จุดภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับข้อมูลโพรไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณนั้นจะต้องมีส่วนหัวประกอบไปด้วย ชื่อข้อมูลโพรไฟล์ จำนวนเรย์ซัม จำนวนโพรไฟล์ ระยะห่างระหว่างเรย์ซัมในหน่วยมิลลิเมตร และมุมที่หมุนเปลี่ยนไปแต่ละโพรไฟล์ จากนั้นจึงเป็นส่วนข้อมูลโพรไฟล์ ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ส่วนประกอบของข้อมูลโพรไฟล์

5.2 การออกแบบวัตถุตัวอย่าง

ในการทดสอบการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี โดยได้ออกแบบวัตถุตัวอย่างจำนวน 7 ตัวอย่างซึ่งประกอบไปด้วย

5.2.1 วัตถุตัวอย่าง A เป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ม.ม. มีขอบหนา 5 ม.ม. ภายในบรรจุแท่งอะลูมินัมรูปทรงสี่เหลี่ยมตันจำนวน 3 แท่ง ขนาด 10x10 ม.ม.
8x8 ม.ม. และ 6x6 ม.ม. จัดวางเรียงห่างกัน 5 ม.ม. ดังรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 ภาพของวัตถุตัวอย่าง A

5.2.2 วัตถุตัวอย่าง B เป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ม.ม. จำนวน 10 แท่ง จัดเรียงกันดังรูปที่ 5.3

รูปที่ 5.3 ภาพของวัตถุตัวอย่าง B

5.2.3 วัตถุตัวอย่าง C เป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ม.ม. ขอบหนา 5 ม.ม. ภายในบรรจุด้วยแท่งอะลูมินัมรูปทรงสามเหลี่ยมตันด้านฐานยาว 5 ม.ม. ด้านข้างยาวด้ายละ 20 ม.ม. จำนวน 4 แท่ง จัดเรียงดังรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.4 ภาพของวัตถุตัวอย่าง C

5.2.4 วัตถุตัวอย่าง D เป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ม.ม. ขอบหนา 3 ม.ม. ที่ผนังภายในฉาบด้วยปูนพลาสเตอร์หนาประมาณ 5 ม.ม. ดังรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.5 ภาพของวัตถุตัวอย่าง D

5.2.5 วัตถุตัวอย่าง E เป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ม.ม. ขอบหนา 3 ม.ม. ตรงกลางบรรจุด้วยแท่งอะลูมินัมรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 10x10 ม.ม. ดังรูปที่ 5.6

รูปที่ 5.6 ภาพของวัตถุตัวอย่าง E

5.2.6 วัตถุตัวอย่าง F เป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ม.ม. ภายในวางเรียงด้วยแท่งอะลูมินัมรูปทรงกระบอกตันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ม.ม. และ 5 ม.ม. อย่างละ 2 แท่ง ดังรูปที่ 5.7

รูปที่ 5.7 ภาพของวัตถุตัวอย่าง F

5.2.7 วัตถุตัวอย่าง G เป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ม.ม. ขอบหนา 3 ม.ม. ภายในจัดเรียงด้วยแผ่นอะลูมินัมหนา 2 ม.ม. จำนวน 4 แผ่น แต่ละแผ่นวางห่างกัน 2 ม.ม ดังรูปที่ 5.8

รูปที่ 5.8 ภาพของวัตถุตัวอย่าง G

5.3 การคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง

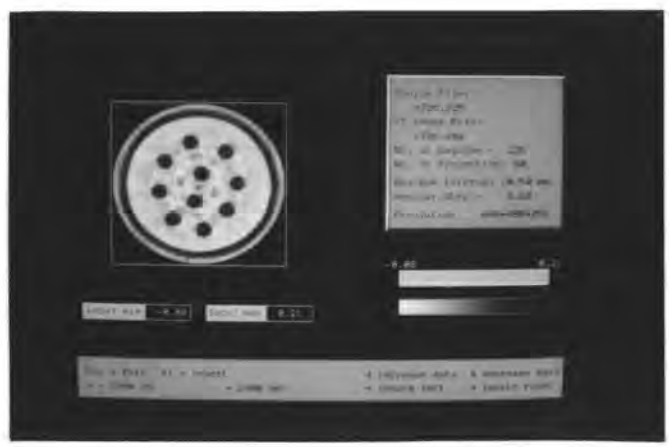
เมื่อออกแบบวัตถุตัวอย่าง แล้วนำไปเก็บข้อมูลโพรไฟล์ด้วยวิธีการถ่ายภาพแต่ละโพรไฟล์ลงบนแผ่นฟิล์มเอกซเรย์ และอ่านข้อมูลความดำด้วยเครื่องอ่านความดำอัตโนมัติ ซึ่งเรียกวิธีการเก็บข้อมูลโพรไฟล์นี้ว่า " เทคนิคฟิล์ม " จากนั้นนำข้อมูลโพรไฟล์ของแต่ละชุดไปคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี ซึ่งต้องเตรียมข้อมูลโพรไฟล์ที่ผ่านการปรับแก้แล้วให้มีรูปแบบดังที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 5.1 และได้ภาพโทโมกราฟีดังรูปต่อไปนี้

5.3.1 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง A

จากรูปที่ 5.9 เราจะสามารถสังเกตเห็นวงแหวนสีดำรอบนอกซึ่งก็คือ ท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอก ภายในเป็นสี่เหลี่ยม 3 ขนาดสีดำ นั้นคือภาพตัดขวางของแท่งอะลูมินัมรูปทรงสี่เหลี่ยมตันนั้นเอง สำหรับส่วนที่เป็นสีขาวหมายถึงอากาศ ภาพที่ได้นี้มีความคมชัดและให้รายละเอียดที่ดี

รูปที่ 5.9 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง A

5.3.2 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง B



รูปที่ 5.10 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง B

จากรูปที่ 5.10 เป็นภาพตัดขวางซึ่งเป็นท่ออะลูมินัมรูปทรงกระบอกภายในบรรจุด้วยแท่งอะลูมินัมรูปทรงกระบอกตันจำนวน 10 แท่ง ซึ่งมีขนาดเท่ากันหมดมีสีดำ และส่วนที่เป็นอากาศแสดงด้วยสีขาว ภาพที่ได้ให้ความชัดเจนดี

5.3.3 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง C

รูปที่ 5.11 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง C

จากรูปที่ 5.11 เป็นภาพตัดขวางของวัตถุที่เรียกว่า " Siemen star " ซึ่งสามารถตรวจสอบคุณภาพของภาพโทโมกราฟีได้ดีเพราะจะสังเกตเห็นว่าภายในท่ออะลูมินัมมีแท่งสามเหลี่ยมที่มีปลายแหลมชี้รวมกัน ณ จุดศูนย์กลางของวงกลมจำนวน 4 แท่ง ถ้าภาพมีความคมชัดที่ดีเราจะสามารถมองเห็นความแหลมคมของยอดสามเหลี่ยมได้อย่างชัดเจน แต่ถ้ามองเห็นยอดความแหลมไม่ชัดเจนก็แสดงว่าคุณภาพของภาพโทโมกราฟีที่ได้ไม่ดีพอ จากภาพตัดขวางที่ได้นี้สามารถบอกรายละเอียดได้ชัดเจนและสังเกตเห็นยอดแหลมได้อย่างชัดเจนเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าภาพโทโมกราฟีที่ได้นี้ มีคุณภาพดีเป็นที่หน้าพอใจ

5.3.4 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง D

รูปที่ 5.12 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง D

จากรูปที่ 5.12 เป็นภาพตัดขวางของท่ออะลูมินัมที่สามารถมองเห็นปูนพลาสเตอร์ได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เพราะความหนาแน่นของอะลูมินัมมีมากกว่าปูนพลาสเตอร์ จึงมองเห็นว่าภาพของท่ออะลูมินัมมีความเข้มมากกว่าภาพปูนพลาสเตอร์ซึ่งสีจางกว่า

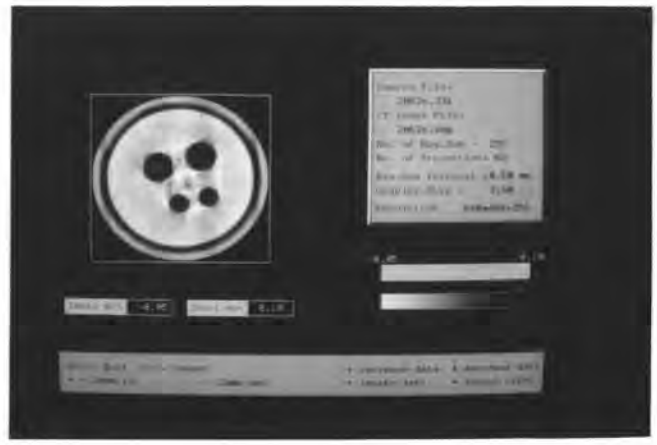
5.3.5 ภาพโมโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง E

รูปที่ 5.13 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง E

จากรูปที่ 5.13 เป็นภาพตัดขวางที่สามารถสังเกตุเห็นสี่เหลี่ยมตรงกลางวงกลมและส่วนที่เป็นสีขาวคืออากาศภายในวงกลมใหญ่ ซึ่งก็คืออะลูมินัมทรงกระบอก แต่ภาพโทโมกราฟีที่ได้นี้โดยเฉพาะแท่งสี่เหลี่ยมตรงกลางนั้น จะสังเกตุเห็นว่าตรงมุมของแท่งสี่เหลี่ยมมีสีดำที่เข้มน้อยกว่าบริเวณตรงกลาง ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าเกิดจากการเก็บข้อมูลโพรไฟล์และการคำนวณแบบคอนโวลูชั่น (convolution)

5.3.6 ภาพโทโมกราฟีวัตถุตัวอย่าง F

จากรูปที่ 5.14 จะสังเกตุเห็นภาพวงกลมสีดำทั้งหมด 4 ภาพ โดยมีขนาดเท่ากันอย่างละคู่ แต่ละช่องว่างจะมีเงาสีเข้มกระจายใกล้ๆ แท่งวงกลมนั้น ซึ่งเรียกส่วนเกินที่เกิดขึ้นนี้ว่า " Artifact " เป็นภาพเงาที่เกิดขึ้นจากข้อมูลโพรไฟล์ที่เก็บได้ไม่ค่อยสมบูรณ์นัก รวมทั้งเทคนิคการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี



รูปที่ 5.14 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง F

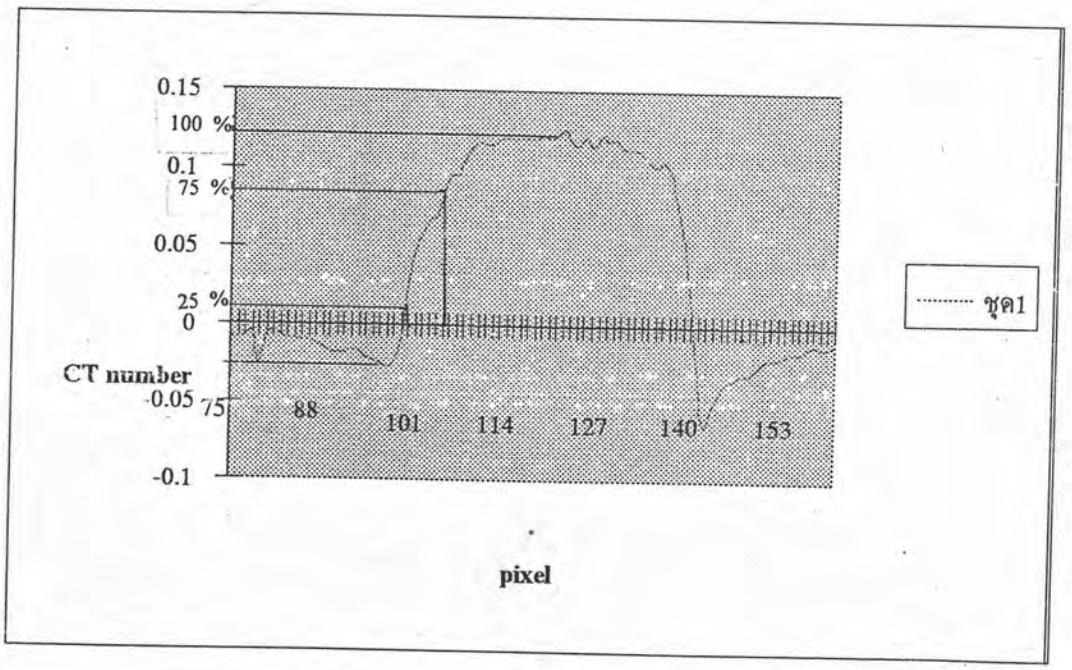
5.3.7 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง G

รูปที่ 5.15 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุตัวอย่าง G

จากรูปที่ 5.15 เป็นภาพตัดขวางของแท่งอะลูมินัมที่ออกแบบให้จัดเรียงกันในลักษณะวางขนานกันจำนวน 4 แท่งโดยแต่ละแท่งวางห่างกันเท่ากับความหนาของแท่งอะลูมินัม ซึ่งในแต่ละภาพจะมีสีดำและส่วนที่เป็นสีขาวคืออากาศ ภาพที่ได้จะมี Artifact เกิดขึ้นที่ปลายแท่งอะลูมินัม แต่ก็ให้รายละเอียดดีเป็นที่หน้าพอใจ

5.4 การทดสอบคุณภาพของภาพโทโมกราฟี

การที่จะบอกถึงคุณภาพของภาพโทโมกราฟีว่าดีหรือไม่นั้น สามารถทราบได้จากค่ารีโซลูชัน (resolution) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการแสดงรายละเอียดของภาพ เพื่อให้สามารถแสดงส่วนประกอบภายในภาพได้ชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าภายในตัวอย่างมีวัตถุขนาดเล็กมากๆ หลังจากคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีแล้ว สามารถมองเห็นภาพตัดขวางของวัตถุชิ้นนั้นก็แสดงว่า ภาพที่ได้มีคุณภาพที่ดี สำหรับการที่จะทดสอบหารีโซลูชันนั้นทำได้โดยการคำนวณสร้างภาพของวัตถุตัวอย่าง E และนำค่าเลขซีทีของแถวกลาง มาเขียนกราฟซึ่งได้ภาพดังรูปที่ 5.16 อ่านค่าความกว้างของจุดภาพ (pixel) ณ ตำแหน่ง 25% และ 75% ของค่าเลขซีที พบว่าค่ารีโซลูชัน ของภาพโทโมกราฟีมีค่าเท่ากับ (0.28ม.ม. x 5) = 1.4 ม.ม. เมื่อกำหนดให้ ค่าตัวเลข 0.28 คือ ระยะห่างระหว่างจุดภาพบนจอมอนิเตอร์ และ ค่าตัวเลข 5 คือ จำนวนจุดภาพจากช่วง 25% ถึง 75% ของค่าเลขซีที



รูปที่ 5.16 กราฟแสดงการคำนวณหาค่า resolution

ภาพโทโมกราฟีที่แสดงในข้างต้นนั้นเป็นภาพที่แสดงระดับสี 64 ระดับของโทนสีเดียว ในโหมดความละเอียดของจอภาพเท่ากับ 640x480 จุดภาพ และจากโปรแกรมนี้เราสามารถเลือกระดับสีเป็น 256 ระดับได้ จากโทนสีทั้งหมด 4 สีดังแสดงในรูปที่ 5.17

รูปที่ 5.17 ภาพโทโมกราฟีของวัตถุแสดงในลักษณะ 256 ระดับสี