บทที่ 3

วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

3.1 การสร้างภาพใหม่ (Image Reconstruction)

3.2 การลดสัญญาณรบกวนในภาพที่สร้างขึ้นใหม่ (Noise Reduction)

3.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง (Data Analysis)

3.1 การสร้างภาพใหม่ (Image Reconstruction)

ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 การตั้งค่าเทคนิคสำหรับการฉายภาพ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในระดับหุ่นจำลอง เนื่องจากต้องการหาความเป็นไปได้ของเทคนิคของการศึกษาก่อนนำไปใช้ในการสร้างภาพจริงในผู้ป่วย โดยหุ่นจำลองที่ใช้เป็นหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นมาเพื่อศึกษาคุณภาพของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์โดยเฉพาะมีชื่อว่า CATPhan รุ่น 600 ซึ่งเป็นหุ่นจำลองที่พัฒนาและสร้างโดย David J. Goodenough, Ph.D. ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 160มิลลิเมตร ภายในประกอบด้วย 5 ส่วนที่ใช้ทดสอบคุณสมบัติของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ คือ

1. CTP404 Module with slice width, densitometry and pixel size
2. CTP591 Bead Geometry Module
3. CTP528 High resolution Module
4. CTP515 Low contrast Module
5. CTP486 Image uniformity Module

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาโดยใช้ 2 ส่วนเท่านั้น คือ CTP528 High resolution Module เพื่อศึกษาในด้านรายละเอียดของภาพ และ CTP486 Image uniformity Module เพื่อศึกษาการสูญเสียรายละเอียดของภาพ โดยฉายภาพแล้วทำการสร้างภาพหุ่นจำลองใน 2 ส่วนดังกล่าวด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ รุ่น SOMATOM Volume Access ของบริษัทซีเมนส์ จำกัด ตามเทคนิคในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงเทคนิคการตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สำหรับการทดลอง

เทคนิค	kVp	mAs
เทคนิคที่ 1	120	280
เทคนิคที่ 2	120	140
เทคนิคที่ 3	120	105
เทคนิคที่ 4	120	70
เทคนิคที่ 5	120	53
เทคนิคที่ 6	120	35

จากตารางที่ 1 เป็นการตั้งค่าเทคนิคที่แตกต่างกันทั้งหมด 6 เทคนิค โดยกำหนดค่าความต่างศักย์คงที่ที่ 120 kVp สำหรับทุกเทคนิค แต่ตั้งค่ากระแสและเวลา (mAs) เป็น 280 140 105 70 53 และ 35 มิลิแอมแปร์.วินาที (mAs) ค่ากระแสและเวลาที่ต่างกันเป็นตัวแทนของเทคนิคต่างๆ ดังนี้ที่ 280 มิลิแอมแปร์.วินาที เป็นเทคนิคที่ถือว่าไม่มีสัญญาณรบกวนที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบในการหาค่า PSNR สำหรับเทคนิค 140 มิลิแอมแปร์.วินาที เป็นเทคนิคที่ใช้ในการสร้างภาพสมองของผู้ป่วยโดยทั่วไปที่ถือว่ามีคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการวินิจฉัยผลของรังสีแพทย์ และที่ mAs 105 70 53 และ 35 เป็นเทคนิคที่ต้องการทดสอบ โดยลดค่ากระแสและเวลาลงจาก 140 มิลิแอมแปร์.วินาที คิดเป็น 25 50 62.1 และ 75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และใช้เทคนิคการลดสัญญาณรบกวนเพื่อเพิ่มคุณภาพของภาพให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เทคนิคอื่นๆที่เหลือให้มีค่าคงที่ในทุกการทดลองดังตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 แสดงการตั้งค่าสำหรับการสร้างภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการทดลอง

ข้อมูล	ค่าที่ตั้ง
ขนาดพื้นที่ที่เปิด	230
ขนาดของความหนา	10 มิลลิเมตร
จำนวนพิกเซลสำหรับการสร้างภาพ	512×512

ค่าต่างๆ สำหรับการสร้างภาพที่คงที่ในการทดลองได้แก่ การเปิดพื้นที่ในการสร้างภาพ (Field Of View, FOV) เท่ากับ 230 มิลลิเมตร ขนาดของความหนาในการสร้างภาพ (Slice Thickness) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร และขนาดพิกเซลสำหรับการสร้างภาพใหม่เท่ากับ 512×512

3.1.2 การแก้ค่าข้อมูลดิบแบบแถว (Raw Data Correction of Sinogram)

3.1.3.1 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลแบบแถว (Sinogram) ซึ่งเป็นข้อมูลดิบที่ยังไม่ได้แก้ค่าใดๆ ดังนั้นก่อนที่จะต้องทำการสร้างภาพใหม่ต้องมีการแก้ค่าต่างๆข้อมูลก่อนที่จะนำไปสร้างภาพใหม่ได้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลของรังสีแบบพัดจึงทำการแปลงค่าข้อมูลให้เป็นข้อมูลของรังสีแบบขนาน ซึ่งได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของรังสีแบบพัดและขนานในบทที่ 2 โดยการแปลงข้อมูลในครั้งนี้ได้ใช้ฟังก์ชั่นชื่อ “fan2para” ที่มีอยู่โปรแกรม MATLAB สำหรับการแปลงค่า

3.1.3.2 นอกจากนี้ยังพิจารณาความถูกต้องของข้อมูลในแง่จุดหมุนของการหมุนแต่ละครั้งในระหว่างการเก็บข้อมูล เนื่องจากหากละเลยความถูกต้องดังกล่าวอาจทำให้เกิดความไม่ถูกต้องขึ้นในส่วนของขั้นตอนการสร้างภาพขึ้นใหม่ โดยการพิจารณาจุดหมุนดังกล่าวได้นำเอาการศึกษาของ Stephen et al [21] มาใช้ ซึ่งเป็นการคำนวณจุดหมุนของแต่ละการฉายภาพในแต่ละการหมุนไปของหลอดเอกซเรย์ดังสมการที่ 18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

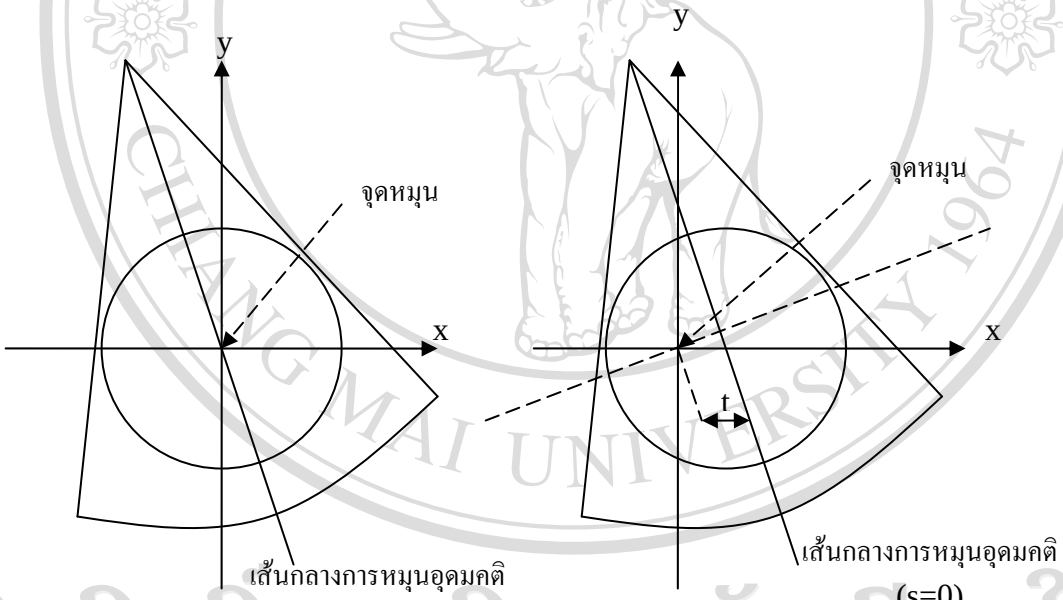
$$\bar{s} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} sf(s,\theta)ds}{\int_{-\infty}^{\infty} f(s,\theta)ds} \qquad (18)$$

เมื่อ $\bar{s}$ คือ จุดหมุนของการฉายภาพ

$f(s,\theta)$ คือ ข้อมูลในการฉายภาพแต่ละองศา (Projection)

s คือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง

จากจุดหมุนที่คำนวณได้นำมาพิจารณาว่ามีการเคลื่อนไปจากจุดดั้งเดิมอย่างไร ในอุดมคติจุดหมุนของทุกครั้งจะอยู่จุดศูนย์กลางหรือมีค่าเท่ากับ 0 พิจารณารูปที่ 13



(ก) (ข)

รูปที่ 13 แสดงจุดหมุนของแนวการฉายภาพ

(ก) สำหรับจุดหมุนของแนวการฉายเป็นจุดเดียวกับจุดหมุนในอุดมคติ

(ข) สำหรับจุดหมุนของแนวการฉายไม่เป็นจุดเดียวกันกับจุดหมุนในอุดมคติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 13 จะเห็นได้ว่าเมื่อจุดหมุนของแนวการฉายเป็นจุดเดียวกับจุดหมุนในอุดมคติรูป (ก) เมื่อทำการสร้างภาพใหม่ภาพที่ได้จะไม่มีข้อผิดพลาดในการสร้างภาพ แต่สำหรับรูป (ข) จะเห็นว่าจุดหมุนจริงและจุดหมุนในอุดมคติในแต่ละแนวการฉายภาพอยู่คนละตำแหน่ง ซึ่งเคลื่อนไปจากเดิมเท่ากับ t หากไม่มีการแก้ค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะทำให้การเกิดข้อผิดพลาดในการสร้างภาพใหม่ได้ [21, 22] ดังนั้นจึงต้องพิจารณาจุดหมุนดังกล่าวแล้วทำการแก้ค่าให้ถูกต้องก่อนการนำข้อมูลไปสร้างภาพใหม่

3.1.3.3 จากข้างต้นข้อมูลที่จะนำไปสร้างภาพในขั้นตอนต่อไป จึงเป็นข้อมูลที่ถูกแปลงค่าจากข้อมูลรังสีแบบพัดไปเป็นรังสีแบบขนาน และแก้ค่าในเรื่องของการหมุนของแนวการฉายรังสีให้เป็นจุดหมุนในอุดมคติ (s=0)

3.2 การลดสัญญาณรบกวนในภาพที่สร้างขึ้นใหม่

ก. นำข้อมูลที่ได้แก้ค่าต่างๆมาเพื่อจัดการกับข้อมูลใหม่ โดยทำการแยกไซโนแกรมที่ได้ออกเป็นหลายๆ ชุดเพื่อใช้ในการสร้างภาพต่อไป โดยที่ไซโนแกรมแต่ละชุดจะมีจำนวนการฉายลดลง โดยใช้ “ปัจจัยเดซิเมชัน(Decimation Factor) ของข้อมูล” กำหนดความหมายของปัจจัยของการลดจำนวนข้อมูลดังนี้

ปัจจัยเดซิเมชันของข้อมูล = การเว้นช่วงการเก็บข้อมูล + 1

โดยความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเดซิเมชันและจำนวนไซโนแกรมจะได้ว่าจำนวนของไซโนแกรมที่ได้มีค่าเท่ากับค่าปัจจัยเดซิเมชัน เช่น ค่าปัจจัยเดซิเมชันเท่ากับ 2 จะได้จำนวนของ ไซโนแกรมเท่ากับ 2 ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าปัจจัยเดซิเมชันตั้งแต่ 2- 16

ข. ข้อมูลไซโนแกรมที่ถูกลดและแยกข้อมูลนำมาสร้างภาพใหม่ เพื่อให้ได้ภาพหลายๆภาพตามจำนวนของไซโนแกรม โดย 1 ค่าปัจจัยเดซิเมชันของข้อมูลถือเป็น 1 ชุดข้อมูล

ค. ข้อมูลไซโนแกรมที่นำมาใช้ในการลดและแยกข้อมูลเพื่อการสร้างภาพใหม่เป็นข้อมูลของการฉายภาพด้วยเทคนิคที่ 3 4 5 และ 6 ซึ่งมีค่ากระแสและเวลาเป็น 105 70 53 และ 35 มิลิแอมแปร์.วินาที ตามลำดับ โดยที่ข้อมูลสำหรับ 280 และ 140 มิลิแอมแปร์.วินาที ถูกสร้างภาพใหม่โดยไม่ต้องมีการลดและแยกข้อมูล ซึ่งภาพที่ได้จะนำไปใช้ในส่วนของการวิเคราะห์ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. ภาพของเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ในแต่ละชุดของข้อมูลที่ถูกลดและแยกข้อมูลนำมาเฉลี่ยตามจำนวนภาพที่มีอยู่ในชุดข้อมูล โดยเรียกภาพที่ได้หลังจากการเฉลี่ยว่า “ภาพเฉลี่ยค่าปัจจัยXสำหรับเทคนิคK” เมื่อ X คือ ค่าปัจจัยเดซิเมชันของข้อมูล และ K คือ 3 4 5 และ 6

จ. นอกจากนี้ในแต่ละชุดข้อมูล ยังสร้างภาพโดยการคำนวณหาค่ามัธยฐานของแต่ละพิกเซลเดียวกันของทุกๆภาพในแต่ละชุด โดยภาพที่ถูกสร้างขึ้นเรียกว่า “ภาพมัธยฐานค่าปัจจัยXสำหรับเทคนิคL” เมื่อ X คือ ค่าปัจจัยเดซิเมชันของข้อมูล และ K คือ 3 4 5 และ 6

3.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ ดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ในด้านการสูญเสียรายละเอียดของภาพ

นำภาพทั้งหมดที่ได้ในแต่ละชุดข้อมูลของทุกเทคนิคของการฉายภาพในส่วน CTP486 Image uniformity Module มาคำนวณหาค่า PSNR โดยเปรียบเทียบกับภาพที่สร้างขึ้นใหม่ของเทคนิคที่ 1 (280 มิลิแอมแปร์.วินาที) โดยค่าที่ได้จะบอกถึงคุณภาพของภาพหลังจากการสร้างภาพใหม่และการลดสัญญาณรบกวนในภาพด้วยค่าเฉลี่ย และ ค่ามัธยฐานว่าเป็นอย่างไร ซึ่งการทดลองนี้กำหนดว่าหากค่า PSNR มากกว่า 50 เดซิเบล ถือว่ายอมรับได้ แต่หากต่ำกว่าที่อยู่ในช่วง 30 -50 เดซิเบล จะถือว่าภาพที่ได้ไม่มีคุณภาพ ซึ่งการสูญเสียรายละเอียดบางส่วนของภาพไป [11]

3.3.2 การวิเคราะห์ในด้านรายละเอียดของภาพ

นำภาพทั้งหมดที่ได้ในแต่ละชุดข้อมูลของทุกเทคนิคของการฉายภาพในส่วน CTP528 High Contrast Module มาคำนวณหาค่า MTF ของ 21 ชุดเส้น โดยมีค่า line pair เท่ากับ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 และ 21 เส้นต่อเซนติเมตร แล้วเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับที่สร้างขึ้นของแต่ละเทคนิค โดยค่าที่ได้จะบอกถึงคุณภาพของภาพในแง่รายละเอียดของภาพหลังจากการสร้างภาพใหม่และการลดสัญญาณรบกวนในภาพด้วยค่าเฉลี่ย และค่ามัธยฐานว่าเป็นอย่างไร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved