บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 จากการพัฒนาระบบกลในการขับเคลื่อนชิ้นงานและโปรแกรมควบคุมการเก็บข้อมูล สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบกลในการขับเคลื่อนชิ้นงานโดยเลือกใช้สเตปปิงมอเตอร์ขับเคลื่อนด้วยระบบสายพานลวดสลิงและรอกพร้อมระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมทั้งออกแบบโปรแกรมควบคุมการเก็บข้อมูลจากการวัดรังสีส่งผ่าน และควบคุมตำแหน่งการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างภาพที่ให้รายละเอียดขนาด 120 X 160 จุดภาพ มีความละเอียดในการสแกน 1 มิลลิเมตรต่อจุดภาพ

2. แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณออกแบบขึ้นให้สามารถใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิตแบบ IBM PC XT/AT โดยใช้กับช่องเสียบ (Slot) แบบ 8 บิต ติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ในลักษณะ Program control I/O สามารถรับสัญญาณศักดาไฟฟ้าขนาด 0 ถึง 100 มิลลิโวลต์ เพื่อสร้างความแตกต่างของคอนทราสต์ 256 ระดับ และสามารถส่งสัญญาณควบคุมการหมุนของสเตปปิงมอเตอร์ได้ 2 ชุดในแนวแกน X และ Y

3. โปรแกรมที่ออกแบบขึ้นเขียนด้วยภาษาเทอร์โบปาสคาล ประกอบด้วยโปรแกรมควบคุมการเก็บข้อมูลวัดรังสี และการสร้างภาพสีสองมิติบนจอ EGA ที่ให้ระดับความแตกต่างของสัญญาณสี 16 ระดับ สามารถเลือกความเร็วในการเคลื่อนตำแหน่งและอ่านข้อมูลได้จากผู้ใช้ โดยโปรแกรมมีขนาดความยาว 20 กิโลไบต์

5.1.2 จากการทดลองสร้างภาพฉายสองมิติ ด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาผ่านชิ้นงานทดสอบโดยใช้ต้นกำเนิดรังสี Am-241 ความแรง 100 มิลลิคูรี และหัววัดรังสี NaI(Tl) ขนาดผลึก 1 นิ้ว X 1 นิ้ว บังคับลำรังสีจากต้นกำเนิดรังสีให้มีขนาด 3 มิลลิเมตร และแปรเปลี่ยนช่องบังคับลำรังสีที่หัววัดรังสีเป็น 1 และ 3 มิลลิเมตร ที่ระยะห่างของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสีประมาณ 10 เซนติเมตร พบว่า

1. ระบบสร้างภาพด้วยการวัดรังสีส่งผ่านชิ้นทดสอบ สามารถสร้างภาพได้ด้วยการใช้ปริมาณรังสีต่ำเนื่องจากหัววัดรังสีมีความไวต่อการวัดรังสีมากกว่าฟิล์ม แต่ต้องใช้เวลาทั้งหมดในการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างภาพช้ากว่า มีความสะดวกและข้อได้เปรียบด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพ

2. เนื่องจากการสร้างระบบกลในการขับเคลื่อนยังไม่ละเอียดเพียงพอ การเคลื่อนตัวของแผ่นรองรับชิ้นงานมีอาการสั่นและสวิง (Swing) ในแนวแกน X เมื่อใช้โปรแกรมเก็บข้อมูลทั้งด้านสแกนไปและกลับเพื่อลดเวลาในการเก็บข้อมูล ภาพที่ได้จะเกิดเป็นริ้วเป็นลักษณะฟันปลาในแนวตั้ง จึงแก้ไขโปรแกรมให้เก็บข้อมูลในทิศทางเดียว

3. ผลการทดลองเลือกใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตรานับรังสีจากเรตมิเตอร์ที่ต่ำกว่า 10 เปอร์เซนต์ และสุ่มข้อมูลเฉลี่ย 10 ครั้ง เมื่อสแกนเก็บข้อมูลด้วยความเร็ว 5.48 เซนติเมตรต่อนาที พบว่าภาพที่ได้มีรายละเอียดของภาพต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากความไวในการตอบสนองอัตรานับรังสีของเรตมิเตอร์ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่า 10 เปอร์เซนต์ ช้ากว่าความเร็วในการอ่านข้อมูล ดังนั้นข้อมูลที่อ่านได้จากการสุ่มเฉลี่ยทั้ง 10 ครั้ง จึงเป็นข้อมูลในขณะที่เรตมิเตอร์กำลังมีการเปลี่ยนแปลงจากผลการวัดทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่เมื่อเลือกใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 เปอร์เซนต์ขึ้นไป คุณภาพของภาพดีขึ้นเนื่องจากความไวในการตอบสนองอัตรานับรังสีของเรตมิเตอร์ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 เปอร์เซนต์ขึ้นไป ทันกับความเร็วในการอ่านข้อมูลทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องจากการสุ่มอ่านข้อมูลเฉลี่ยทั้ง 10 ครั้ง เมื่อทดลองใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนานขึ้น พบว่าคุณภาพของภาพที่ได้ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และ 4.9

4. เพื่อให้เก็บภาพด้วยเวลาที่รวดเร็ว จึงเลือกใช้ความเร็วในการสแกน 5.48 เซนติเมตรต่อนาที ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพที่ใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตรานับรังสี 10 และ 15 เปอร์เซนต์ โดยสุ่มข้อมูลอัตรานับรังสี 10 ครั้ง ตามลำดับ ผลปรากฏว่า คุณภาพของภาพที่ใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 เปอร์เซนต์ให้คุณภาพของภาพดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และ 4.10

5. การใช้ช่องบังคับลำรังสีที่หัววัดรังสีขนาด 1 มิลลิเมตร จะให้ความละเอียดของภาพได้ดีกว่าการใช้ช่องบังคับลำรังสีขนาด 3 มิลลิเมตร โดยสามารถเห็นเส้นลวดทดสอบ IQI DIN 54109 หมายเลข 6 ที่มีขนาด 1 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.10

6. การแยกความแตกต่างของระดับคอนทราสต์ด้วยระดับสีของกลุ่มสีของจอภาพแบบ EGA นั้นทำได้ลำบาก ดังนั้นถ้าจัดโทนของสีให้กลมกลืนกันจะช่วยให้คอนทราสต์ของภาพที่แสดงบนจอสี 16 ระดับชัดเจนขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.11

7. เมื่อจัดระดับคอนทราสต์ในสเกลของลอการิทึมและเชิงเส้น แสดงภาพเปรียบเทียบกัน ภาพที่สร้างขึ้นด้วยระดับคอนทราสต์ในสเกลของลอการิทึมในรูปที่ 4.11 จะเห็นความแตกต่างชัดเจนกว่า และโดยเฉพาะอย่างยิ่งจะช่วยแยกความแตกต่างของคอนทราสต์ได้อย่างชัดเจน ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนของชิ้นงาน (Attenuation coefficient) และ/หรือความหนาขนาดชิ้นงานแตกต่างกันมากๆ เพราะในกรณีเช่นนี้ความเข้มของรังสีที่ทะลุผ่านต่างบริเวณกัน จะแตกต่างกันมาก

8. ภาพแต่ละภาพใช้ความจุของหน่วยความจำ 19 กิโลไบต์ และเมื่อใช้โปรแกรมช่วยในการลดขนาดของการใช้ความจุของหน่วยความจำในการบันทึกข้อมูลแบบ D-Squeeze สามารถลดความจุลงเหลือ 13 กิโลไบต์ ซึ่งจะช่วยให้การเก็บข้อมูลบนแผ่นจานแม่เหล็กได้จำนวนภาพมากขึ้น

5.1.3 ผลการวิจัยพบว่ามีความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบให้ถึงขั้นปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยเทคนิคการกรองสิ่งรบกวนในระบบเชิงตัวเลขและการเสริมคุณภาพของสัญญาณ ซึ่งในปัจจุบันมีหลายชนิด จะต้องทำการทดลองว่าชนิดใดเหมาะกับการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่สร้างจากการส่งผ่านรังสีแกมมา

5.2 ลักษณะพิกัดของระบบสร้างภาพที่พัฒนาขึ้น

5.2.1 ระบบขับเคลื่อนชิ้นงานทดสอบ

ขนาดพื้นที่ในการสร้างภาพ	-	120 x 160 ตารางมิลลิเมตร
ความสูงของชิ้นงานทดสอบ	-	ไม่เกิน 5 เซนติเมตร
น้ำหนักที่สามารถขับเคลื่อน	-	5 กิโลกรัม
ความละเอียดของจุดเก็บข้อมูล	-	10 จุดต่อเซนติเมตร
ความเร็วในการสแกน	-	สูงสุด 6 เซนติเมตร/วินาที สามารถเลือกตัวแปร เพื่อปรับความเร็วในการสแกนและหยุดเก็บข้อมูลได้ตามต้องการ
เริ่มต้นการเก็บข้อมูล (0,0)	-	อัตโนมัติ

5.2.2 ระบบเชื่อมโยงสัญญาน

สัญญาณทางเข้า	-	สัญญาณเชิงอุปมาณ 0 ถึง 100 มิลลิโวลต์
	-	แปลงสัญญาณแบบ ADC ขนาด 8 บิต มีความเป็นเชิงเส้น 0.999 คลาดเคลื่อน $\pm$ 2.52 % มีความแม่นยำ $\pm$ 2.57 %
	-	สัญญาณลอจิกเริ่มต้น (0,0)
สัญญาณทางออก	-	สัญญาณลอจิก 4 เฟส สำหรับควบคุมสเตปปิงมอเตอร์แกน X
	-	สัญญาณลอจิก 4 เฟส สำหรับควบคุมสเตปปิงมอเตอร์แกน Y

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.3 ลักษณะของโปรแกรม

ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ - IBM PC XT/AT ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 640 กิโลไบต์
- แผ่นจานแม่เหล็กอ่อนขนาด 360 กิโลไบต์
- แสดงผลทางจอภาพสี EGA หรือ VGA

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากผลการทดสอบคุณภาพของภาพจากเครื่องต้นแบบยังให้ความละเอียดและความชัดเจนค่อนข้างต่ำ จำเป็นจะต้องปรับปรุงด้านการบังคับลำรังสีด้านหัววัดรังสีให้มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร เพิ่มความละเอียดของจุดภาพ และใช้ต้นกำเนิดรังสีที่แรงกว่านี้ รวมทั้งเลือกพลังงานของต้นกำเนิดรังสีให้เหมาะกับชนิดของชิ้นงาน

5.3.2 ปัญหาการแยกความแตกต่างของระดับคอนทราสต์ด้วยกลุ่มสีบนจอภาพ VGA แก้ไขได้โดยการปรับโปรแกรมให้แสดงผลบนจอภาพ Super VGA ทั้งแบบจอภาพโมโนโครมหรือจอภาพสี ซึ่งมีโทนของแต่ละสีไล่ลำดับกันถึง 256 ระดับ จะทำให้คุณภาพของคอนทราสต์ดีขึ้น

5.3.3 ใช้เทคนิคการกรองสัญญาณในระบบเชิงตัวเลขและเสริมสัญญาณให้เด่นขึ้นจะช่วยเพิ่มคุณภาพของภาพให้ดีขึ้น

5.3.4 การลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลภาพสามารถทำได้ โดยการเพิ่มความแรงรังสีของต้นกำเนิดรังสี หรือทดลองใช้เทคนิคการวัดทวีอัตรานับรังสีในรูปแบบของความแปรปรวนทางสถิติของการวัดรังสี และการแก้ไขระบบกลให้ยับเคลื่อนแบบราบเรียบแล้วเก็บข้อมูลทั้งการสแกนไปและสแกนกลับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.5 การใช้หัววัดรังสีแบบแถบยาว (Detector array) ในแนวแกนใดแกนหนึ่ง แล้วเก็บภาพด้วยระบบสแกนทางอิเล็กทรอนิกส์ และขับเคลื่อนด้วยระบบกลในแกนเดียวจะช่วยลดเวลาในการเก็บข้อมูล แต่หัววัดรังสีมีราคาสูง

5.3.6 การพัฒนาต่อไปในขั้นปรับปรุงคุณภาพของภาพและสร้างระบบขับเคลื่อนให้ใหญ่ขึ้นจะสามารถนำไปใช้ในการตรวจหาสิ่งบกพร่องหรือวัสดุต้องห้ามภายในภาชนะปิดทึบได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย