บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์แบบสแกนโดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับภาพชนิดซีไอเอสแบบแถวแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักคือ

1) แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงแบบสวิตชิงสำหรับหลอดรังสีเอกซ์ทันตกรรมขนาด 65 kV 7.5 mA
2) ฉากเรืองรังสีเอกซ์
3) ระบบรับภาพโดยการสแกนด้วยอุปกรณ์ซีไอเอสแบบแถว
4) ส่วนโปรแกรมการประมวลผลแบบดิจิตอล

โดยจะกล่าวสรุปแยกเป็นส่วนๆดังนี้

5.1.1 ส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงแบบสวิตชิงได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยสามารถจ่ายศักดาไฟฟ้ากระแสตรงคงที่ ความถี่สูงให้แก่หลอดรังสีเอกซ์ จึงทำให้ภาพที่ได้มีความคมชัด ทั้งนี้แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงดังกล่าวมีความสัมพันธ์ระหว่าง DC Voltage Input (V) กับ High Voltage Output(kV) และพบว่ามีค่า $R^2 = 0.9999$ ดังแสดงในรูปที่ 4.2

5.1.2 จากการทดลองฉากเรืองรังสีเอกซ์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น พบว่าเมื่อเคลือบด้วยสารเรืองรังสีเอกซ์สองชนิด ในกระจกแต่ละแผ่น คือ ZnS และ $Gd_2O_2S:Tb^{3+}$ โดยทำการเคลือบให้มีความหนา 48.64 mg/cm^2 พบว่าได้คุณภาพภาพดังแสดงในรูปที่ 4.6 และคุณภาพภาพที่ได้จากแผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ซึ่งมีลักษณะของเส้น Profile ระดับสีเทาของภาพได้แสดงในรูปที่ 4.12, 4.13 และ4.14 ตามลำดับ ซึ่งค่าความเปรียบต่าง Profile ระดับสีเทาของภาพที่ได้จาก ZnS, $Gd_2O_2S:Tb^{3+}$ และแผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์ มีค่าประมาณ 16 (Max=18 ,Min=2), 17 (Max=22 ,Min=5) และ 90 (Max=100 ,Min=10) ตามลำดับ แต่จากการเปรียบเทียบความสว่างของแสงเรืองของแผ่นเรืองรังสีชนิด ZnS และแผ่นเรืองรังสีชนิด $Gd_2O_2S:Tb^{3+}$ กับฉากเสริมความเข้มรังสี (Intensifying Screen) ที่ผลิตในเชิงพาณิชย์ยังให้ประสิทธิภาพด้อยกว่าประมาณ 82% และ 81% ตามลำดับ

5.1.3 จากผลการทดลองในรูปที่ 4.15,4.16 และ 4.17 เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลดูแล้วพบว่าลักษณะการกระจายตัวของจุดสีบนภาพต่อระดับสีเทา หรือ Probability Distribution

Function (PDF) ของภาพจากแผ่นเรืองรังสีเอกซ์ที่พัฒนาขึ้น อยู่ในบริเวณจุดสีดำ และมีจุดยอด (Peak) แยกเห็นไม่เด่นชัด ในขณะที่ลักษณะการกระจายตัวของจุดสีของภาพจากแผ่นเรืองรังสีเอกซ์เชิงพาณิชย์ มีการกระจายตัวของจุดสีอยู่ทั้งบริเวณที่เป็นสีขาวและสีดำ ซึ่งมีจุดยอด (Peak) แยกเห็นได้เด่นชัด

5.1.4 จากการทดลองระบบรับภาพโดยการสแกนด้วยอุปกรณ์ซีไอเอสแบบแถว พบว่ามีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและภาพที่ได้มีความละเอียดสูง โดยสามารถตรวจสอบได้จากเส้นลวดตรวจสอบความไว ตามมาตรฐาน DIN54 109(1962) เมื่อสังเกตในรูปที่ 4.10 ซึ่งแสดงความละเอียดของแผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์ พบว่าสามารถเห็นถึงเส้นลวดหมายเลข 16 โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 ไมครอน

5.1.5 ส่วนโปรแกรมประมวลผลแบบดิจิตอลมีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งทำให้ภาพที่ได้มีคุณภาพที่ดีขึ้นและสะดวกต่อการตรวจสอบวัตถุ อีกทั้งสามารถทำการตรวจลักษณะของเส้น Profile ระดับสีเทาของภาพ และทำการวิเคราะห์ PDF เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเปรียบต่าง (Contrast) ของภาพได้ โดยทั้งนี้โปรแกรมยังสามารถควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียงวัตถุได้

5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

5.2.1 ระบบที่พัฒนาขึ้นยังคงมีน้ำหนักมาก จึงไม่สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกเท่าที่ควร

5.2.2 สารเรืองรังสีเอกซ์ที่เคลือบบนกระจกมีความคงทน หลุดลอกได้ยาก แต่ความสม่ำเสมอของสารที่เคลือบยังไม่ดีพอ โดยสังเกตได้จากภาพที่สแกนได้มีค่าความเปรียบต่างน้อยกว่าแผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากขนาดของเกรน (Grain) ของสารที่เคลือบมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเกรนของสารเรืองรังสีเชิงพาณิชย์ และอาจเนื่องมาจากแรงตึงผิวของสารละลายที่ใช้เป็นตัวเชื่อมประสาน ทำให้อนุภาคของสารเรืองรังสีเกิดการกระจายตัวออกจากกัน

5.2.3 ภาพที่ได้จากอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อใช้รวมกับแผ่นเรืองรังสีเชิงพาณิชย์ มีความคมชัด และสามารถแยกแยะรายละเอียดได้ดีพอสมควร เนื่องจากมีส่วนที่แสดงบริเวณที่มีวัตถุและไม่มีวัตถุได้ชัดเจน โดยสังเกตได้จาก จุดยอดแสดงความแตกต่างของกราฟ PDF โดยทั้งนี้ภาพที่ได้จากอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อใช้รวมกับแผ่นเรืองรังสีที่พัฒนาขึ้นสามารถแยกแยะรายละเอียดได้น้อย แต่ทั้งนี้พบว่ามีสัญญาณรบกวนอันเป็นผลมาจากรังสีเอกซ์ไปทำอันตรกิริยากับอุปกรณ์รับภาพซีไอเอสจึงทำให้ภาพที่ได้ปรากฏลักษณะของสัญญาณรบกวนในรูปจุดขาวบนภาพ และยังสังเกตได้จากกราฟแนวเส้น Profile ระดับสีเทาของภาพที่มีค่าสูงผิดปกติ

5.2.4 ในการทดลองนี้ได้พยายามเลือกแนวเส้น Profile ที่มีตำแหน่งของวัตถุใกล้เคียงกัน โดยเลือกแนวเส้น Profile หมายเลข 140 เนื่องจากในการสแกนเป็นไปได้ยากที่จะส่งผ่านวัตถุได้ในตำแหน่งเดียวกันบนสายพาน จึงทำให้ไม่สามารถปรับแก้ค่า Profile จากผลของ Dark Current และ Background ได้

5.2.5 โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงดิจิตอลมีการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังคงทำงานได้ช้า ในกรณีจัดเก็บภาพที่มีความละเอียดของภาพ (Resolution) สูงกว่า 100 dpi เนื่องจากโปรแกรมใช้ระบบการประมวลผลภาพแบบจุดภาพต่อจุดภาพ (Point processing) หรือประมวลผลภาพแบบพื้นที่ (Area Processing)

5.2.6 เนื่องจากหลอดรังสีเอกซ์ที่ใช้เป็นหลอดรังสีเอกซ์ทันตกรรม จึงทำให้ลำรังสีที่ปรากฏบนภาพที่สแกนได้มีขนาดกว้างเพียงประมาณ 6 เซนติเมตร ที่ระดับความสูงของหลอดรังสีเอกซ์ห่างจากหัวอ่านซีไอเอสประมาณ 6 เซนติเมตร ซึ่งความกว้างดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมพื้นที่รับภาพของหัวอ่านทั้งหมด (210 cm)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ที่พัฒนาขึ้นควรพัฒนาให้มีการตรวจวัตถุได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถเห็นภาพสแกนวัตถุได้โดยทันที (Real Time) จะเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบวัตถุมากยิ่งขึ้น

5.3.2 โปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลภาพ ควรนำคณิตศาสตร์ชั้นสูงเข้ามาช่วย เช่น DFT (Discrete Fourier Transform) และ FFT (Fast Fourier Transform) เพื่อช่วยลดเวลาในการประมวลผลลง อีกทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกำจัด Random Noise ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มค่า Signal to Noise Ratio (S/N) ของภาพที่ได้

5.3.3 ระบบที่พัฒนาขึ้นควรพัฒนาจากอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบา มีความคงทน และควรใช้ฉนวนไฟฟ้าศักดาสูงอื่นแทนน้ำมันหม้อแปลง เนื่องจากไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

5.3.4 ระบบรับภาพที่พัฒนาขึ้น ควรพัฒนาให้มีวิธีการรวมเฟรม (Frame Integral) เพื่อช่วยในการกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ปรากฏขึ้นบนภาพ

5.3.5 ควรใช้แสงในการสแกนภาพเป็นสีเขียวเนื่องจากเป็นแสงที่ใช้ในการอ่านภาพแบบเกย์สเกลของสแกนเนอร์ หากใช้แสงสีอื่นในการสแกนจะส่งผลให้ได้ภาพที่ผิดเพี้ยนไปอาจเป็นผลจากค่าความยาวคลื่นที่ปรับแก้ในตอนเริ่มทำงานเปลี่ยนแปลงไป