บทความวิจัย

การประยุกต์ใช้งานโปรแกรมการเชื่อมต่อภาพสำหรับภาพถ่ายเอกซเรย์แบบระยะยาว

ฐิติพงศ์ แก้วเหล็ก*

บทคัดย่อ

การถ่ายภาพเอกซเรย์แบบระยะยาวเป็นการถ่ายภาพสำหรับการวินิจฉัยรอยโรคในการตรวจกระดูกระยะยาว เช่น กระดูกสันหลัง และรยางค์ เทคนิคเชื่อมภาพเป็นเทคโนโลยีสร้างภาพที่ใช้สำหรับการเอกซเรย์แบบระยะยาว ภาพกระดูก 2 หรือ 3 ภาพ ถูกเชื่อมต่อกันโดยใช้โปรแกรมของผู้ผลิตที่ติดตั้งมาในเครื่องถ่ายภาพ โปรแกรมนี้มีราคาแพง การศึกษานี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชื่อมภาพ (Image Composite Editor) เพื่อการเชื่อมต่อภาพกระดูกขาระยะยาว ภาพเอกซเรย์แบบระยะยาวที่สร้างจากโปรแกรมแบบมี และไม่มีอุปกรณ์บอกระยะบนภาพถูกนำมาทดสอบ ภาพเอกซเรย์กระดูกขาที่แบ่ง 3 ส่วน ถูกประมวลผลด้วยวิธีการเริ่มต้นของโปรแกรม และวิธีการอื่นถูกเทียบกัน วิธีการเหล่านี้ ประกอบด้วย แบบอัตโนมัติ เคลื่อนที่บนระนาบ เคลื่อนที่บนระนาบแบบเบ้ เคลื่อนที่บนระนาบแบบทัศนมิติ และเคลื่อนที่แบบหมุน พบว่าในภาพกลุ่มไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ ที่ใช้วิธีการเคลื่อนที่บนระนาบแบบเบ้ เคลื่อนที่บนระนาบแบบทัศนมิติ และเคลื่อนที่แบบหมุน เกิดการผิดรูป ขณะที่กลุ่มภาพกลุ่มมีอุปกรณ์บอกระยะ ทุกวิธีการเชื่อมต่อภาพได้ผลโดยไม่เกิดการผิดรูป โปรไฟล์แนวตั้งและแนวนอนของภาพทั้ง 2 กลุ่ม ขยายด้านล่างและขวาของภาพโดยเฉพาะวิธีการเคลื่อนที่แบบหมุน วิธีการอัตโนมัติและเคลื่อนที่บนระนาบมีคุณภาพสูงใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ สรุปว่าโปรแกรมสามารถเชื่อมต่อภาพได้ถูกต้องสูงในภาพที่มีอุปกรณ์บอกระยะ

คำสำคัญ: การเชื่อมภาพ โปรแกรมการเชื่อมภาพ ภาพถ่ายเอกซเรย์แบบระยะยาว เอกซเรย์กระดูกขา

ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: titipongk@nu.ac.th

Application of Image Stitching Programs for Long-Length Radiography

Titipong Kaewlek*

ABSTRACT

Long-length radiography is an imaging for the diagnosis of lesions in long bone examinations such as spine and extremity. The image stitching technique is the imaging technology used for long-length x-rays. Two or three contiguous images of the bone are stitched together by a manufacturer provided program embedded in the imaging equipment. This program is expensive. In our study, we proposed the application of an image stitching program (Image Composite Editor), to stitch long leg radiographic together. Long-length radiographic produced by the program, with and without a ruler on the image, was examined. The three separate parts of the leg radiography were processed using the default technique of the program, and the other techniques were compared. These techniques included automatic, planar motion, planar motion with skew, planar motion with perspective, and the rotation motion method. It was observed that, in the non-ruler based image groups the images produced by the planar motion with skew, the planar motion with perspective, and the rotation motion techniques, were distorted, while for the ruler based image groups, all techniques effectively stitched the images together without distortion. The vertical and horizontal profile of the two image groups were expanded in the lower and right sides of the images, especially in the rotation motion technique. The automatic and planar motion technique images were of a high quality similar to that of the initial image. Conclusion is that the program can produce high accurate stitched images for ruler based radiography.

Keywords: Image Stitching, Image Stitching Program, Long-Length Radiography, Leg Radiography

Department of Radiological, Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Khon Naresuan University

*Corresponding author, e-mail: titipongk@nu.ac.th

บทนำ

การถ่ายภาพเอกซเรย์ทางการแพทย์เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างภาพเพื่อตรวจวินิจฉัยความผิดปกติต่างๆ มาอย่างยาวนาน เช่น เอกซเรย์ปอด กะโหลกศีรษะ กระดูกรยางค์ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ในปัจจุบันวิธีการถ่ายภาพเอกซเรย์ได้เปลี่ยนแปลงจากการถ่ายภาพเอกซเรย์แบบใช้ฟิล์ม มาเป็นการถ่ายภาพแบบดิจิทัลมากขึ้น [1, 2] เทคโนโลยีถ่ายภาพทางการแพทย์แบบดิจิทัลทำให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำมากขึ้น [3, 4] ซึ่งการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วๆ ไป จะทำการถ่ายเพียงครั้งเดียวด้วยตัวรับภาพแบบ 1 แผ่น ข้อมูลภาพเอกซเรย์ที่ได้จะปรากฏเฉพาะอวัยวะที่อยู่ในขอบเขตของตัวรับภาพนั้นๆ เท่านั้น ซึ่งในบางกรณีแพทย์มีความจำเป็นที่จะต้องเห็นอวัยวะหลายๆ ส่วนในคราวเดียวกัน จึงมีการพัฒนาวิธีการถ่ายภาพเอกซเรย์ โดยอาศัยกลไกในการเลื่อนตำแหน่งตัวรับภาพลงมาตามตำแหน่งของอวัยวะแบบต่อเนื่อง โดยใช้ตัวรับภาพเพียงแผ่นเดียว แล้วระบบคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลภาพเอกซเรย์ที่ได้มาเชื่อมต่อกันเป็นภาพเดียว เพื่อให้ได้องค์ประกอบของอวัยวะที่มีระยะยาวต่อเนื่องกัน เรียกวิธีการนี้ว่า การถ่ายเอกซเรย์แบบระยะยาว (Long-Length Radiography) [5-7] ซึ่งการถ่ายด้วยวิธีการนี้จะต้องอาศัยอุปกรณ์สำหรับใส่ตัวรับภาพ พร้อมทั้งกลไกในการเลื่อนตำแหน่งหลอดเอกซเรย์ที่มีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งเมื่อได้ข้อมูลภาพแล้ว ยังต้องอาศัยการเชื่อมต่อข้อมูลภาพโดยใช้โปรแกรมเฉพาะของบริษัทผู้ผลิต [8, 9] หากโรงพยาบาลต้องการระบบดังกล่าว ต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง โรงพยาบาลภาครัฐอาจจะไม่สามารถหามาใช้งานได้ แต่การถ่ายภาพเอกซเรย์แบบระยะยาวยังคงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับแพทย์ ในการนำไปใช้วินิจฉัยโรคของคนไข้ การใช้เทคโนโลยีถ่ายภาพเอกซเรย์ที่มีในโรงพยาบาล เช่น การถ่ายภาพเอกซเรย์หลายๆ แผ่น แล้วนำมาเชื่อมต่อกัน โรงพยาบาลสามารถใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพเอกซเรย์แบบดิจิทัลที่มีอยู่ทั่วๆ ไปได้ แต่โปรแกรมต้องมีการติดตั้งเพิ่มเติมที่มีราคาแพง หรือประยุกต์ใช้โปรแกรมในการตกแต่งภาพ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการเชื่อมต่อ และได้ภาพเอกซเรย์ที่มีคุณภาพไม่เพียงพอต่อการวินิจฉัยของแพทย์ ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อภาพหลายโปรแกรมที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อภาพแบบพาโนรามิก เช่น Kolor Autopano, Hugin, Autostitch และ Image Composite Editor เป็นต้น โปรแกรมเหล่านี้ใช้สำหรับการเชื่อมต่อภาพถ่ายวิวทิวทัศน์จากการถ่ายภาพด้วยกล้องแบบดิจิทัล [10-15] โดยอาศัยหลักการค้นหาจุดที่มีความคล้ายกันของข้อมูลภาพแล้วเชื่อมต่อภาพ ทางผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสามารถของโปรแกรมเชื่อมต่อภาพเหล่านี้ จึงทำการทดสอบกับภาพถ่ายเอกซเรย์ โดยใช้ข้อมูลภาพจากฐานข้อมูล และเปรียบเทียบ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม ก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการถ่ายภาพเอกซเรย์แบบระยะยาวของคนไข้จริงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

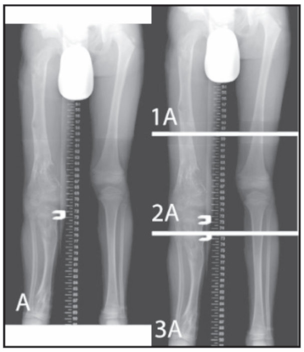
1. ภาพถ่ายเอกซเรย์แบบระยะยาว (Long-Length Radiography) จากฐานข้อมูลเว็บไซต์ Radiopaedia.org [16] ลักษณะภาพเป็นภาพถ่ายเอกซเรย์ส่วนขาที่ผ่านการเชื่อมต่อภาพจากการถ่ายภาพสองหรือสามส่วน ไฟล์ภาพมีนามสกุล .jpeg (ภาพ 8 bits) แบ่งภาพออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มภาพเอกซเรย์ที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ (Non-Ruler Base) ในภาพ และกลุ่มภาพเอกซเรย์ที่มีอุปกรณ์บอกระยะ (Ruler Base) ในภาพ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2A และ 3A ตามลำดับ

2. โปรแกรมการเชื่อมต่อภาพแบบใช้งานฟรี (Free-ware)

2.1 โปรแกรม Image Composite Editor [15] โปรแกรมเชื่อมภาพแบบพาโนรามิกของ Microsoft Research Computational Photography Group.

วิธีการทดลอง

1. แบ่งภาพถ่ายเอกซเรย์แบบระยะยาวจากฐานข้อมูล [16] ออกเป็น 3 ส่วน เท่าๆ กัน ตามขนาดภาพ โดยให้มีพื้นที่ซ้อนทับกันของภาพ ประมาณ 1-2 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการแบ่งภาพ A) ภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ 1A) ภาพส่วนบน 2A) ส่วนกลาง และ 3A) ส่วนล่าง

2. นำไฟล์ภาพเอกซเรย์ที่แบ่งเป็น 3 ส่วน เข้าประมวลผลการเชื่อมต่อภาพด้วยโปรแกรม Image Composite Editor โดยเรียงตามลำดับในแนวตั้งจากบนลงล่าง แล้วดำเนินขั้นตอนทำการทดสอบเป็นไปตามรายละเอียดดังนี้

2.1 ตั้งค่าโปรแกรม Image Composite Editor ในขั้นตอนนำเข้าภาพ (Import) ในหัวข้อ Camera motion เป็นการตรวจจับแบบอัตโนมัติ (Auto detect) เลือกการจัดหน้า (Layout) แนวตั้ง จำนวน 3 แถว (Row) เลือกระยะมุม (Angular range) เป็นน้อยกว่า 360 องศา การซ้อนทับของภาพ เลือกการซ้อนทับแนวตั้งร้อยละ 25 การค้นหาข้อมูลภาพด้วยรัศมี ร้อยละ 10 ของภาพ

2.2 โปรแกรมจะค้นหาการจัดเรียง (Alignment) ระหว่างรอยต่อของภาพ และคำนวณคุณลักษณะที่คล้ายคลึงของภาพหลายๆ ส่วน (Composite image) เพื่อหาจุดที่ใช้ในการเชื่อมต่อภาพให้ได้ภาพเอกซเรย์ที่สมบูรณ์มากที่สุด โดยกำหนดแนวมุมระหว่างภาพ (Orientation) เป็น 0 องศา

2.3 ขั้นตอนการตัดภาพ (Crop) เลือกเป็นแบบอัตโนมัติ แล้วเลือกขนาดภาพเป็นขนาดร้อยละ 100 ของขนาดภาพเดิม รูปแบบไฟล์ภาพชนิด Jpeg มีคุณภาพระดับเหนือสูง (Superb) ที่ 100 แล้วบันทึกภาพ

2.4 ทำขั้นตอนที่ 2.1-2.3 ซ้ำ โดยเปลี่ยนรูปแบบการตรวจจับข้อมูลภาพจากข้อ 2.1 ในหัวข้อ Camera motion จากการตรวจจับแบบอัตโนมัติ (Auto detect) เป็นแบบเคลื่อนที่บนระนาบ (Planar motion) เคลื่อนที่บนระนาบแบบเบ้ (Planar motion with skew) เคลื่อนที่บนระนาบแบบทัศนมิติ (Planar motion with perspective) และเคลื่อนที่แบบหมุน (Rotation motion) โดยการตั้งค่าอื่นๆ คงเดิม ยกเว้น

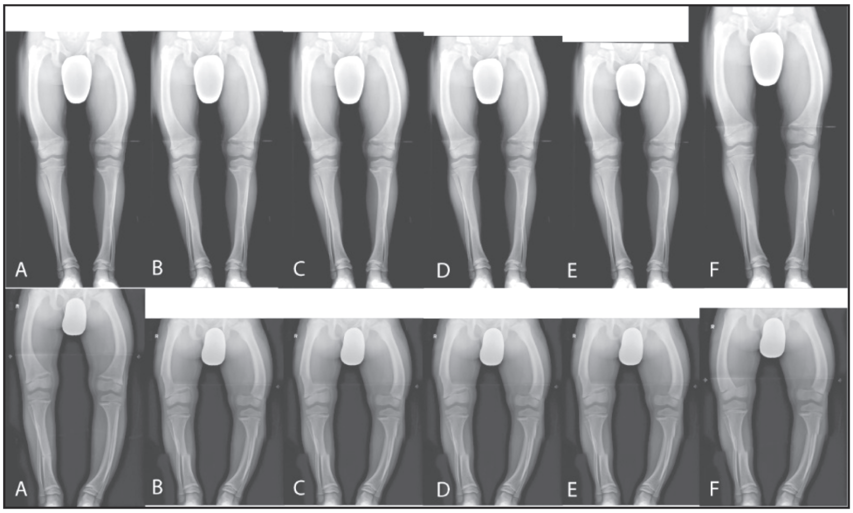
กรณีของการตรวจจับแบบ Rotation motion ในขั้นตอนที่ 2.2 เลือกการจัดวางภาพเป็นแบบแนวตั้ง (Transverse Mercator)

3. วัดค่าข้อมูลเชิงเส้นแบบโปรไฟล์ (Profile measurement) หลังจากได้ภาพผลการทดสอบทั้ง 5 แบบ จะนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ โดยการวัดค่าข้อมูลเชิงเส้นในแนวตั้ง และแนวนอน ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5 โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพจากโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับและภาพเอกซเรย์ที่ผ่านกระบวนการเชื่อมโดยโปรแกรมทั้ง 5 วิธีการ

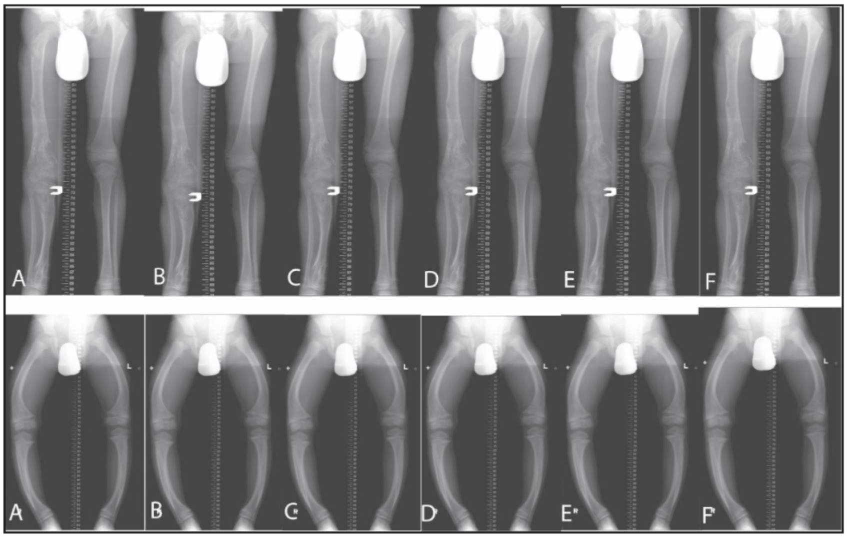
ผลการทดลอง

จากการทดสอบการใช้งานทั้ง 5 วิธีการ กับภาพเอกซเรย์ในกลุ่มที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ (Non-Ruler Base) และลักษณะองค์ประกอบของอวัยวะในภาพเอกซเรย์ไม่มีการโค้งงอ ด้วยการตั้งค่าแบบ Auto detect และแบบ Planar motion การเชื่อมต่อภาพมีคุณภาพดีกว่าวิธีการอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2B และ 2C (ด้านบน) แต่เมื่อใช้วิธีการแบบ Planar motion with skew และ Planar motion with perspective ภาพจะถูกย่อลง ส่วนผลของการใช้วิธีการแบบ Rotation motion ภาพอวัยวะมีการขยายตัวออกอย่างผิดรูปร่างอย่างชัดเจน ส่วนในรูปที่ 2 (ด้านล่าง) องค์ประกอบอวัยวะภายในภาพเอกซเรย์มีความโค้งบริเวณกระดูกขา มากกว่าภาพด้านบน การเชื่อมต่อมีส่วนโค้งบริเวณกล้ามเนื้อด้านนอกเชื่อมต่อกันได้ตามลักษณะแนวเส้นโค้ง แต่เกิดความผิดพลาดทำให้กระดูกขาหดสั้นลง ซึ่งพบความผิดปกติได้จาก 4 วิธีการแรก ส่วนวิธีการ Rotation motion มีการเชื่อมต่อภาพเอกซเรย์ที่ผิดปกติ และมีการขยายของขนาดภาพทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน ซึ่งเกิดขึ้นมากกว่า 4 วิธีการแรก

ผลการทดสอบการเชื่อมต่อภาพเอกซเรย์ในกลุ่มที่มีอุปกรณ์บอกระยะ (Ruler Base) การเชื่อมต่อมีความถูกต้อง ไม่เกิดการผิดรูปร่างของอวัยวะ ยกเว้นในกรณีที่ภาพเอกซเรย์มีอวัยวะที่โค้งงอมากๆ ดังแสดงในรูปที่ 3 (ด้านล่าง) วิธีการ Rotation motion (รูปที่ 3F) จะทำให้ภาพมีการขยายมากกว่าภาพต้นฉบับ ส่วนวิธีการอื่นๆ มีการเชื่อมต่อที่ดี และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดภาพมากนัก บริเวณเส้นบอกระยะมีการเรียงต่อกันของตัวเลขได้อย่างดี ไม่มีการซ้อนทับกัน

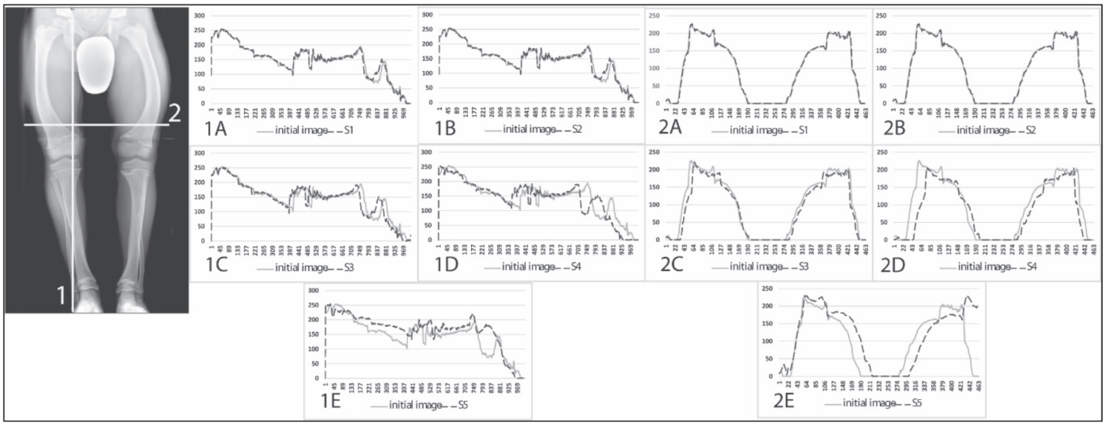


รูปที่ 2 แสดงผลการเชื่อมต่อภาพทั้ง 5 วิธีการเปรียบเทียบกับภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ ในภาพเอกซเรย์กลุ่มไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ (Non-Ruler Base) รูปด้านบน คือภาพเอกซเรย์อวัยวะในภาพไม่มีการโค้งงอ และ รูปด้านล่าง คือภาพเอกซเรย์อวัยวะในภาพมีการโค้งงอ โดย A) ภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ B) ผลจากวิธีการ Auto detect C) ผลจากวิธีการ Planar motion D) ผลจากวิธีการ Planar motion with skew E) ผลจากวิธีการ Planar motion with perspective และ F) ผลจากวิธีการ Rotation motion



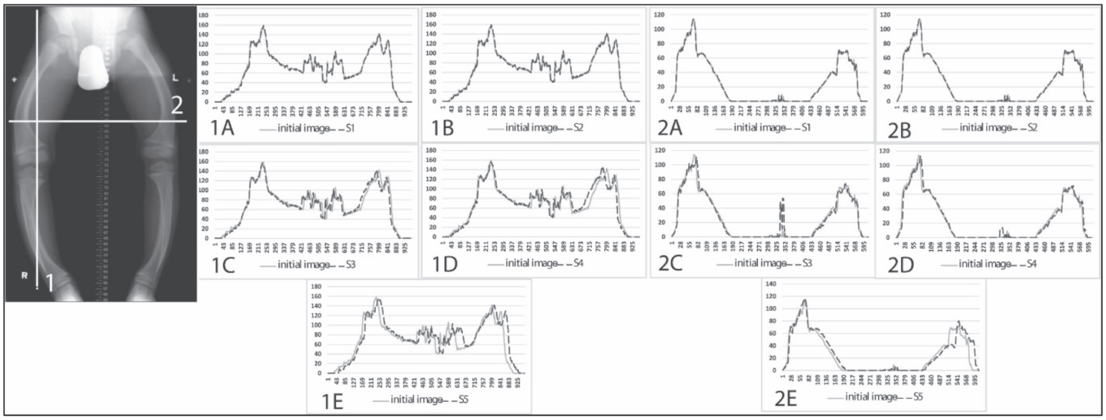
รูปที่ 3 แสดงผลการเชื่อมต่อภาพทั้ง 5 วิธีการเปรียบเทียบกับภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ ในภาพเอกซเรย์กลุ่มมีอุปกรณ์บอกระยะ (Ruler Base) รูปด้านบน คือภาพเอกซเรย์อวัยวะในภาพไม่มีการโค้งงอ และ รูปด้านล่าง คือภาพเอกซเรย์อวัยวะในภาพมีการโค้งงอ โดย A) ภาพต้นฉบับ B) ผลจากวิธีการ Auto detect C) ผลจากวิธีการ Planar motion D) ผลจากวิธีการ Planar motion with skew E) ผลจากวิธีการ Planar motion with perspective และ F) ผลจากวิธีการ Rotation motion

ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพด้วยการวัดโปรไฟล์ภาพในระยะที่ลากผ่านอวัยวะในแนวตั้ง และแนวนอน ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5 ผลของโปรไฟล์ในกลุ่มภาพเอกซเรย์ที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน ที่เกิดจากการเชื่อมภาพของวิธีการแบบ Auto detect (S1) และ แบบ Planar motion (S2) มีค่าใกล้เคียงกับโปรไฟล์ที่ได้จากภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ (initial image) ดังแสดงในรูปที่ 4 (1A,1B) และ (2A, 2B) ลักษณะของเส้นโปรไฟล์คลาดเคลื่อนเล็กน้อยในเส้นแนวตั้งบริเวณส่วนด้านขวาของรูปที่ 4 (1A, 1B) และพบความผิดปกติของแนวเส้นโปรไฟล์ที่คลาดเคลื่อนจากแนวเส้นของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับมากขึ้น เมื่อใช้วิธีการเชื่อมภาพแบบ Planar motion with skew (รูปที่ 4 (1C และ 2C)) และ Planar motion with perspective (รูปที่ 4 (1D และ 2D)) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเชื่อมภาพด้วยวิธีการ Rotation motion (รูปที่ 4 (1E และ 2E)) มีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพอย่างชัดเจน ซึ่งเกิดจากการขยายของภาพทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน ผลของภาพเอกซเรย์กลุ่มมีอุปกรณ์บอกระยะ (Ruler Base) จะได้ผลในลักษณะเดียวกันกับภาพในกลุ่มแรก ดังแสดงในรูปที่ 5



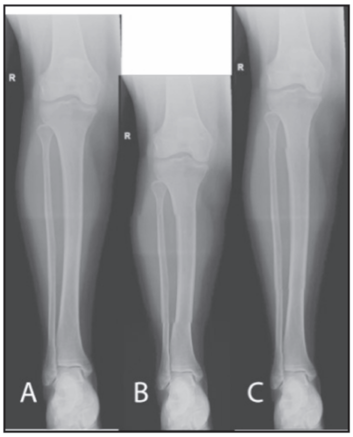
รูปที่ 4 แสดงค่าข้อมูลเชิงเส้นแบบโปรไฟล์ใน 1) แนวตั้ง และ 2) แนวนอนของทั้ง 5 วิธีการเปรียบเทียบกับภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ ในกลุ่มภาพเอกซเรย์ที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ (Non-Ruler Base) รูป 1A-1E คือ เส้นโปรไฟล์ในแนวตั้ง และ รูป 2A-2E คือ เส้นโปรไฟล์ในแนวนอน โดย A) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการแบบ Auto detect (S1) B) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Planar motion (S2) C) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Planar motion with skew (S3) D) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Planar motion with perspective (S5) และ E) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Rotation motion (S5)

***หมายเหตุ** initial image คือ เส้นโปรไฟล์ภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ และ S1 ถึง S5 คือ เส้นโปรไฟล์ภาพจากวิธีการ A-E



รูปที่ 5 แสดงค่าข้อมูลเชิงเส้นแบบโปรไฟล์ใน 1) แนวตั้ง และ 2) แนวนอนของทั้ง 5 วิธีการเปรียบเทียบกับภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ ในกลุ่มภาพเอกซเรย์ที่มีอุปกรณ์บอกระยะ (Ruler Base) รูป 1A-1E คือ เส้นโปรไฟล์ในแนวตั้ง และ รูป 2A-2E คือ เส้นโปรไฟล์ในแนวนอน โดย A) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการแบบ Auto detect (S1) B) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Planar motion (S2) C) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Planar motion with skew (S3) D) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Planar motion with perspective (S5) และ E) เส้นโปรไฟล์ของภาพเอกซเรย์ต้นฉบับเทียบกับผลจากวิธีการ Rotation motion (S5)

***หมายเหตุ** initial image คือ เส้นโปรไฟล์ภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ และ S1 ถึง S5 คือ เส้นโปรไฟล์ภาพจากวิธีการ A-E



รูปที่ 6 เปรียบเทียบการปรับค่าร้อยละการซ้อนทับของข้อมูลภาพ A) ภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ B) ผลการซ้อนทับข้อมูลภาพร้อยละ 25 กับ C) ผลการซ้อนทับข้อมูลภาพร้อยละ 1 ในภาพกลุ่มที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบการนำภาพถ่ายเอกซเรย์แบบระยะยาว (Long-Length Radiography) ที่แบ่งเป็น 3 ส่วนมาประยุกต์เชื่อมต่อภาพด้วยโปรแกรมการเชื่อมภาพ (Image Composite Editor) โดยเชื่อมต่อภาพด้วยการตั้งค่าเริ่มต้นของโปรแกรม (Default setting) พบว่าสามารถใช้งานได้ดีในภาพที่มีความเปลี่ยนแปลงของอวัยวะน้อยๆ ไม่มีการโค้งเว้ามากนัก โดยเฉพาะกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์บอกระยะ จะทำให้โปรแกรมทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์บอกระยะ

จากลักษณะวิธีการเชื่อมต่อภาพของโปรแกรม วิธีการแบบ Auto detect และ Planar motion จะนำภาพเอกซเรย์ที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมมาเชื่อมต่อกัน โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของภาพข้อมูล ส่วนวิธีการ Planar motion with skew จะทำให้ภาพเอกซเรย์ต้นฉบับมีลักษณะบิดไปด้านใดด้านหนึ่ง แล้วนำภาพมาซ้อนทับกัน วิธีการ Planar motion with perspective จะทำให้ภาพต้นฉบับโค้งเว้าบริเวณกึ่งกลางข้อมูลเว้าเข้า แล้วบานออกบริเวณด้านข้างของภาพ และวิธีการ Rotation motion จะเปลี่ยนแปลงไปตามการตั้งค่า ซึ่งมีการโค้งเว้าของข้อมูลและขยายตัวในบางจุดของข้อมูลภาพ ลักษณะที่แตกต่างกันดังกล่าวจึงทำให้ 2 วิธีการแรก ได้ผลการเชื่อมต่อข้อมูลภาพเอกซเรย์ที่ดี และมีระยะไม่ผิดเพี้ยนจากภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่ภาพถ่ายเอกซเรย์มีการใช้อุปกรณ์บอกระยะขณะการถ่ายภาพ จะช่วยเพิ่มจุดข้อมูลที่จะทำให้โปรแกรมค้นหาจุดเชื่อมต่อ หรือจุดที่มีความคล้ายกันของข้อมูลได้ดีมากยิ่งขึ้น

จากผลการเปรียบเทียบค่าโปรไฟล์ มักจะเกิดความผิดปกติในการเชื่อมต่อข้อมูล ทำให้ข้อมูลภาพผิดรูปร่างในกลุ่มภาพเอกซเรย์ที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ จึงทำให้ผู้วิจัยได้ทดสอบเพิ่มเติม ด้วยการเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าการซ้อนทับกันของข้อมูลภาพ โดยลดร้อยละการซ้อนทับของข้อมูลภาพจากเดิมร้อยละ 25 เป็นร้อยละ 1 ผลปรากฏว่าภาพในกลุ่มที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ ที่ลดร้อยละการซ้อนทับข้อมูลภาพมีการเชื่อมต่อภาพเอกซเรย์ที่ดีขึ้น แต่ยังคงมีการขยายของภาพมากกว่าภาพต้นฉบับเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 6 แสดงได้ว่าการปรับเปลี่ยนค่าร้อยละการซ้อนทับของข้อมูลภาพสามารถช่วยให้การเชื่อมต่อภาพมีคุณภาพที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการทดสอบการปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ของโปรแกรมเพิ่มเติม เพื่อยืนยันความถูกต้องในการเชื่อมต่อภาพเอกซเรย์กลุ่มที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ

จากการทดสอบข้างต้น วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เชื่อมต่อข้อมูลภาพถ่ายภาพเอกซเรย์ระยะยาว จะต้องเป็นวิธีการที่ไม่ส่งผลให้ข้อมูลภาพผลลัพธ์เกิดผิดรูปร่าง ในกรณีที่รูปร่างของคนไข้มีความผิดปกติอย่างรุนแรง มีการโค้งงอของอวัยวะมากๆ ควรจะใช้อุปกรณ์บอกระยะ ช่วยในการถ่ายภาพเพื่อสร้างจุดเชื่อมต่อของข้อมูลทำให้ภาพมีจุดที่จะใช้เป็นจุดอ้างอิงที่แม่นยำมากขึ้น

การใช้งานโปรแกรม Image Composite Editor ในการเชื่อมต่อภาพทางการแพทย์สามารถใช้งานได้ง่าย มีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสนอแนะคือ การถ่ายภาพเอกซเรย์คนไข้ โดยปกติไฟล์ภาพที่ได้จะมีนามสกุลเป็น DICOM file (.dcm) หากจะนำมาใช้กับโปรแกรมนี้จะต้องมีการแปลงนามสกุลไฟล์ภาพให้เป็นไฟล์ที่โปรแกรมสามารถรองรับได้ เช่น JPEG file (.jpg, .jpeg, .jpe, .exif, .jfif) Bitmap image (.bmp, .dib) GIF image (.gif) PNG file (.png) TIFF image (.tif, .tiff) หรือไฟล์ชนิดอื่นๆที่โปรแกรมรองรับ [15] เสียก่อน และในขั้นตอนการบันทึกผลการเชื่อมต่อภาพไม่สามารถบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล DICOM file (.dcm) ได้ จำเป็นต้องบันทึกเป็นนามสกุล JPEG file (.jpg, .jpeg) JPEG XR (.jxr) TIFF image (.tif, .tiff) Adobe Photoshop (.psd, .psb) PNG file (.png) และ Bitmap image (.bmp, .dib) เท่านั้น

สรุปผลจากการทดลองการเชื่อมภาพถ่ายเอกซเรย์แบบระยะยาว จากการแบ่งภาพเป็น 3 ส่วน โดยใช้โปรแกรมแบบใช้งานฟรี Image Composite Editor ของบริษัท Microsoft ด้วยการปรับวิธีการเชื่อมภาพแบบ Auto detect, Planar motion, Planar motion with skew, Planar motion with perspective และ Rotation motion ผลที่ได้ในกลุ่มภาพเอกซเรย์ที่ไม่มีอุปกรณ์บอกระยะ มีการผิดเพี้ยนของภาพจนผิดรูปร่าง ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอนอย่างชัดเจน จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งาน ส่วนในกลุ่มที่มีอุปกรณ์บอกระยะ จะมีค่าผิดเพี้ยนของข้อมูลในแนวตั้ง และแนวนอน เฉพาะในวิธีการ Planar motion with skew, Planar motion with perspective และ Rotation motion ส่วนวิธีการที่มีค่าคลาดเคลื่อนน้อย และมีผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับคือ วิธีการ Auto detect และ Planar motion ผลของภาพจะให้ข้อมูลที่สมบูรณ์เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์งานกับการถ่ายภาพเอกซเรย์แบบระยะยาว โปรแกรมนี้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อภาพเอกซเรย์แบบระยะยาว ทดแทนการใช้งานโปรแกรมเฉพาะที่มีราคาสูง แต่ก็ควรระมัดระวังความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพในกรณีที่อวัยวะผิดรูปร่าง โดยทำการปรับตั้งค่าต่างๆ ให้ได้ภาพเอกซเรย์ที่เหมาะสมต่อการวินิจฉัย ก่อนนำส่งภาพต่อให้แพทย์วินิจฉัยรอยโรคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Neitzel, U. 2005. Status and Prospects of Digital Detector Technology for CR and DR. *Radiation Protection Dosimetry.* 114: 32-38.
2. Fasbender, R., and Schaetzing, R. 2003. New Computed Radiography Technologies in Digital Radiography. *Radiologe.* 43: 367-373.
3. Okamura, T., Tanaka, S., Koyama, K., Norihumi, N., Daikokuya, H., Matsuoka, T., Kishimoto, K., Hatagawa, M., Kudoh, H., and Yamada, R. 2002. Clinical Evaluation of Digital Radiography Based on a Large-Area Cesium Iodide-Amorphous Silicon Flat-Panel Detector Compared with Screen-Film Radiography for Skeletal System and Abdomen. *European Radiology.* 12: 1741-1747.
4. Völk, M., Paetzel, C., Angele, P., Seitz, J.S., Füchtmeier, B., Hente, R., Feuerbach, S., and Strotzer, M. 2003. Routine Skeleton Radiography Using a Flat-Panel Detector: Image Quality and Clinical Acceptance at 50% Dose Reduction. *Investigative Radiology.* 38: 230-235.
5. Samsudin, S., Adwan, S., Arof, H., Mokhtar, N., and Ibrahim, F. 2013. Development of Automated Image Stitching System for Radiographic Images. *Journal of Digital Imaging.* 26: 361-370
6. Chen, C., Kojcev, R., Haschmann, C., Fekete, T., Nolte, L., and Zheng, G. 2015. Ruler Based Automatic C-Arm Image Stitching without Overlapping Constraint. *Journal of Digital Imaging.* 28: 474-480.
7. Sabharwal, S., and Kumar, A. 2008. Methods for Assessing Leg Length Discrepancy. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 466: 2910-2922.

8. Carestream Health. 2010. A Comprehensive Long-Bone Imaging Solution for DirectView CR Systems. Available from URL: https://www.carestream.com/crLLI_brochure_M1-365.pdf. 25 May 2016.
9. Carestream Health. 2012. Carestream DirectView DR Long-Length Imaging System with Automatic and Manual Stitching. Available from URL: https://www.carestream.com/long-length-auto-manual-stitching-white-paper.pdf. 25 May 2016.
10. Abhijith, N. A. 2016. 8 Best Photo Stitching Software. Available from URL: http://beebom.com/photo-stitching-software/. 8 August 2016.
11. Gizmo, R. 2015. Best Free Digital Image Stitcher. Available from URL: http://www.techsupportalert.com/best-free-digital-image-stitcher.htm. 8 August 2016.
12. Kolor. 2014. Kolor Autopana. Available from URL: http://www.kolor.com/. 8 August 2016.
13. Hugin. 2016. Panorama Photo Stitcher. Available from URL: http://hugin.sourceforge.net/. 8 August 2016.
14. Matthew, B. 2015. AutoStitch: A New Dimension in Automatic Image Stitching. Available from URL: http://matthewalunbrown .com/autostitch/autostitch.html. 8 August 2016.
15. Microsoft Research Computational Photography Group. 2015. Image Composite Editor. Available from URL: http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/projects/ice/. 3 August 2016.
16. Radiopaedia. 2016. Leg X-Ray. Available from URL: https://radiopaedia.org/. 1 August 2016.

ได้รับบทความวันที่ 10 ตุลาคม 2559
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 17 มกราคม 2560