เอกสารงานวิจัย

สำนักหอสมุด

สัญญาเลขที่ R2560B152

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการ สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพ
ทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์
Web-Based Instruction of Image Reconstruction
Techniques in Nuclear Medicine

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 30 ก.ย. 2565
เลขทะเบียน 1040849
เลขเรียกหนังสือ ว LB 1208 .5 อ7ส15 2560

คณะผู้วิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัสสุรีย์ ชีพสุมนต์
   สังกัดภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธพล วิเชียรอินทร์
   สังกัดภาควิชารังสีเทคนิค คณะคณะเทคนิคการแพทย์
   มหาวิทยาลัยมหิดล
3. อาจารย์นัที อินา
   สังกัดภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์
   มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดย
งบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

Executive Summary

เทคโนโลยีด้านการศึกษามีบทบาทที่ช่วยให้การจัดการสอนเป็นไปตามสิ่งที่มุ่งหวังอย่างมีประสิทธิภาพ การบรรยายเนื้อหาของการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์เป็นหัวข้อที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ 2) ประเมินความรู้เกี่ยวกับการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่างเมื่อเรียนเรียงเนื้อหาเป็นที่เรียบร้อย ทำการประเมินความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ที่มีค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ เท่ากับ 0.89 จากนั้นดำเนินการสร้างสื่อการสอนบนเว็บ และนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้ จำนวน 20 คน ปรับปรุงสื่อการสอนตามข้อเสนอแนะ จากนั้นประเมินการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน นอกจากนี้ เปรียบเทียบค่าคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อ และประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนโดยกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม จำนวน 45 คน ผลการศึกษา พบว่า สื่อการสอนสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน สามารถปรับขนาดหน้าจอที่ใช้แบบอัตโนมัติอย่างเหมาะสม สำหรับค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มทดลองใช้ที่มีค่ามากกว่า 3.93 นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินด้านการออกแบบและนำเสนอ เท่ากับ 3.90 ± 0.77 และด้านการเข้าถึงและให้ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.05 ± 0.80 สำหรับค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้จากสื่อของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านการนำเสนอ เท่ากับ 3.74 ± 0.73 และค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาและการใช้งาน เท่ากับ 3.67 ± 0.79 ที่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยสรุป กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยหลังการเรียนรู้ที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ ทั้งนี้ สื่อการสอนบนเว็บนี้สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หนึ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ประเมินความรู้เกี่ยวกับการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และศึกษาความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเรียบเรียงเนื้อหาเป็นที่เรียบร้อย ทำการประเมินความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ที่มีค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 จากนั้นดำเนินการสร้างสื่อการสอนบนเว็บ และนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้ จำนวน 20 คน ปรับปรุงสื่อการสอนตามข้อเสนอแนะ จากนั้นประเมินการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน นอกจากนี้ เปรียบเทียบค่าคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อ และประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนโดยกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม จำนวน 45 คน ผลการศึกษา พบว่า สื่อการสอนสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน สามารถปรับขนาดหน้าจอที่ใช้แบบอัตโนมัติอย่างเหมาะสม สำหรับค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มทดลองใช้ที่มีค่ามากกว่า 3.93 นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินด้านการออกแบบและนำเสนอ เท่ากับ 3.90 ± 0.77 และด้านการเข้าถึงและให้ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.05 ± 0.80 สำหรับค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้จากสื่อของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านการนำเสนอ เท่ากับ 3.74 ± 0.73 และค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาและการใช้งาน เท่ากับ 3.67 ± 0.79 ที่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยสรุป กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยหลังการเรียนรู้ที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ ทั้งนี้ สื่อการสอนบนเว็บนี้สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หนึ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

Abstract

The aims of this study were to develop the web-based instruction of image reconstruction techniques in nuclear medicine, to evaluate knowledge of image reconstruction techniques and to study user's opinion on this instruction. After preparing contents, 3 experts were evaluated. An average of content validity for scale was 0.89. Twenty of try-out group were assessed before 3 design experts were performed, respectively. Learning scores before and after were compared in 45 subjects, and also user's opinions were evaluated. The results showed that web-based instruction could see and automatically control the screen of the devices over desktop computer and smartphone. An average satisfaction score of try-out was more than 3.93. In addition, average satisfaction score of design and presentation was 3.90 ± 0.77, and satisfaction score of access and information was 4.05 ± 0.80, respectively. Higher values of learning scores after were found ($p < 0.001$). All user satisfaction scores had a good level. An average user satisfaction score of presentation was 3.74 ± 0.73, and user satisfaction score of content and application was 3.67 ± 0.79, respectively. In conclusion, there were a good level of user satisfaction, and higher value of learning scores after. Web-based instruction could be used to provide learning material, and to enable self-learning.

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

เวชศาสตร์นิวเคลียร์ (Nuclear medicine) เป็นสาขาหนึ่งในวิทยาการทางการแพทย์ในด้านรังสีวิทยาที่ใช้สารเภสัชรังสี เพื่อศึกษาการทำงานของอวัยวะที่สนใจจากการกระจายตัวของสารเภสัชรังสีของอวัยวะที่จำเพาะนั้น ๆ ด้วยเครื่องถ่ายภาพทางรังสีที่ความเหมาะสมของการตรวจ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ เครื่อง Single photon emission computed tomography (SPECT) และเครื่อง Positron emission tomography (PET) ถึงแม้ว่าจะเทคนิคการตรวจของทั้งสองเครื่องมือมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เทคนิคการสร้างภาพจากการเก็บข้อมูลโดยรอบตัวผู้ป่วยของเครื่องมือทั้งสองนี้จะอาศัยหลักการสร้างภาพ (Reconstruction) ที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ มีการใช้เทคนิคการสร้างภาพแบบ Filtered backprojection (FBP) และแบบ Iterative method โดยเฉพาะแบบ Ordered subset expectation maximization (OSEM) ซึ่งแม้ว่าข้อมูลภาพที่ได้จากเทคนิคการสร้างภาพแบบ Iterative จะมีคุณภาพที่ดี และสามารถลด Steak artifacts ที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลภาพจากเทคนิคการสร้างภาพแบบ Filtered backprojection ก็ยังคงมีการใช้อยู่ถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุผลของการมีรายละเอียดของข้อมูลที่ครบถ้วน และระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่ไม่นานมาก (Bruyant, 2002; Vandenberghe et al., 2001) ทำให้เทคนิคการสร้างภาพทั้งสองมีความสำคัญต่อภาพที่ได้ทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ อย่างไรก็ตาม เทคนิคการสร้างภาพดังกล่าวเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีขั้นตอนซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจ รวมถึงต้องใช้จินตนาการเกี่ยวกับภาพที่ได้ ภายหลังจากการเลือกรายละเอียดต่าง ๆ ของแต่ละเทคนิคการสร้างภาพ เช่น จำนวนของโปรเจคชัน (Projection) จำนวนวนรอบซ้ำของรอบหลัก (Iteration) และรอบย่อย (Subset) เป็นต้น

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อระบบการศึกษามากขึ้น โดยมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เป็นหนึ่งในเครื่องมือช่วยสอน หรือเสริมการเรียนการสอน ที่จะเห็นได้ว่ามีสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นในหลากหลายของรูปแบบที่มีการนำเสนอในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรืออินทราเน็ต เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บ และ E-Learning เป็นต้น ทำให้รูปแบบการจัดสภาพการเรียนการสอนมีความแตกต่างไปจากอดีตที่อาจจะมีอยู่เฉพาะในชั้นเรียน ปรับเปลี่ยนเป็นการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่จำกัดสถานที่ และช่วงเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสามารถทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนได้ตลอดเวลา เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง กระตุ้นการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียนจากสื่อการสอนที่มีทั้งข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บเรื่องเทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เพื่อช่วยในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าวสำหรับนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยนเรศวร

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บเรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์
2. เพื่อประเมินความรู้เกี่ยวกับการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค

ขอบเขตของโครงการวิจัย

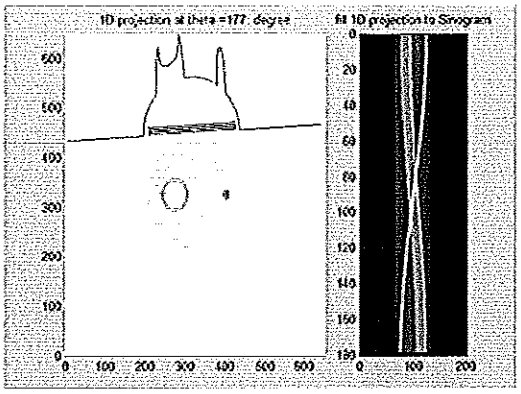
พัฒนาสื่อการสอนบนเว็บเรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยมีเนื้อหาที่ประกอบไปด้วยเทคนิคการสร้างภาพพื้นฐาน 2 วิธี คือ Analytical reconstruction method ที่มีอัลกอรึทึม (Algorithm) คือ Backprojection และ Filtered backprojection และ Iterative reconstruction method ที่มีอัลกอริทึม คือ Maximum likelihood expectation maximization และ Ordered subset expectation maximization ภายในสื่อการสอนจะมีภาพก่อน-หลังการเลือกใช้เทคนิคการสร้างภาพ การปรับเปลี่ยนเทคนิคการสร้างภาพ การนำข้อมูลเข้าของจำนวนของโปรเจคชันที่แตกต่างกัน การเลือกจำนวนวนรอบซ้ำของรอบหลักและรอบย่อยที่แตกต่างกัน ที่มีการนำเสนอทั้งในรูปแบบข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว จากนั้นทำการประเมินด้านความถูกต้องของเนื้อหา และด้านการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนในแต่ละด้าน และการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนบนเว็บเรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยนิสิตสาขารังสีเทคนิค ชั้นปีที่ 4 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 45 คน

ทบทวนทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การสร้างภาพภาพตัดขวางทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ต้องการตรวจหารายละเอียดการกระจายตัวของสารกัมมันตรังสีภายในร่างกาย และความผิดปกติในการทำงานของอวัยวะที่ต้องการด้วยเครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ Single Photon Emission Tomography (SPECT) และ Positron Emission Tomography (PET) หลักการสร้างภาพตัดขวาง ประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

Tomography and Projection

กระบวนการเก็บข้อมูลของสัญญาณความเข้มรังสีที่ได้จากการเก็บข้อมูลรังสีภายในร่างกายแบบ SPECT หรือ Emission computed tomography (ECT) mode โดยใช้เครื่องวัดรังสีหมุนรอบอวัยวะที่สนใจ หรือในขั้นตอนการเก็บข้อมูลแบบ 3 มิติของเครื่อง Positron emission tomography ที่มีหัววัดรังสีอยู่โดยรอบตัวผู้ป่วย ความเข้มรังสีดังกล่าวเมื่อผ่านผู้ป่วยในแนวองศาเดียวกันนำมาจัดเรียงกันเป็นหนึ่งชุด จะเรียกว่า โปรเจคชัน (Projection) และเมื่อนำ Projections ของแต่ละองศามาเรียงต่อกัน จะได้กราฟที่เรียกว่าไซโนแกรม (Sinogram) ที่แสดงถึงข้อมูลดิบ (Raw data) ดังภาพ 1

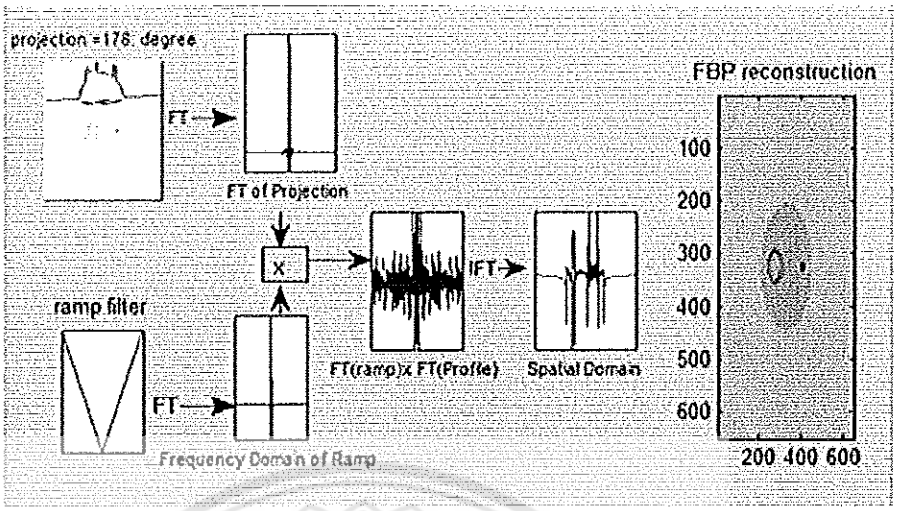


ภาพ 1 Projection profile (ซ้าย) และ Sinogram (ขวา) ที่ได้จากการเก็บข้อมูลของ Computer-simulation phantom จาก 0 ถึง 180 profiles

จากนั้น นำชุด Projections ไปสร้างภาพด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical algorithms) ได้แก่ Analytical reconstruction methods โดยส่วนใหญ่นิยมใช้แบบ Filtered back projection (FBP) และแบบ Iterative reconstruction methods ทั้งนี้ ในการศึกษานี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบ Ordered subset expectation maximization (OSEM) สำหรับภาพที่เก็บข้อมูลในแบบ ECT mode จะให้รายละเอียดของข้อมูล Contrast–to-noise ratio (CNR) เพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มความถูกต้องในการหาค่าเชิงปริมาณของค่านับวัดรังสี (Quantitation of activity) ของอวัยวะที่สนใจ

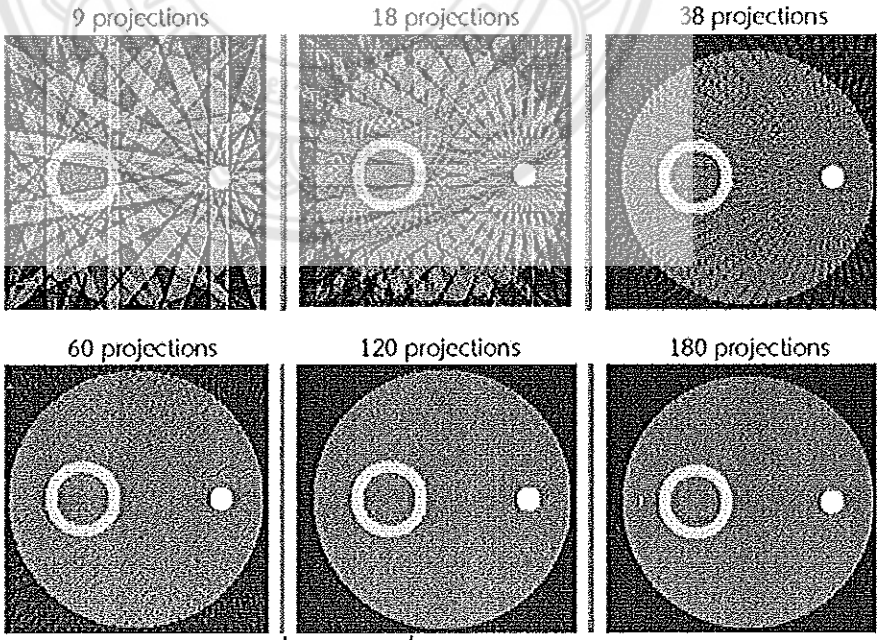
Tomographic Reconstruction: Filtered back projection (FBP)

เป็นกระบวนการสร้างภาพที่นิยมใช้ของ Analytical reconstruction method โดยมีการพัฒนาต่อยอดมาจากวิธี Back projection ที่ต้องการขจัดสิ่งแปลกปลอมที่ปรากฏบนภาพ ที่เรียกว่า Streak artifact โดยนำแต่ละ Projection data ที่อยู่ในรูป Spatial domain มาแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป Frequency domain ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น Fourier transform (FT) จากนั้นนำข้อมูลมาคูณกับ Ramp filter ที่แปลงข้อมูลในรูป Frequency domain เช่นกัน ซึ่งจะได้ข้อมูลใหม่ของ Projection data ในรูป Frequency domain จากนั้นนำมาแปลงข้อมูลกลับให้อยู่ในรูป Spatial domain โดยใช้ Inverse Fourier transform (IFT) ก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการของ Back projection ดังภาพ 2



ภาพ 2 ขั้นตอนการสร้างภาพแบบ Filtered back projection

ข้อดีของกระบวนการสร้างภาพแบบ FBP คือ มีระยะเวลาในการสร้างภาพ (Speed) ไม่นาน ขั้นตอนง่าย (Simplicity) และให้รายละเอียดของภาพชัดเจน เห็นขอบเขตวัตถุชัดเจนคมชัด อย่างไรก็ตาม สามารถพบ Star artifact ในกรณีที่มีจำนวน Projection น้อยเกินไป รวมทั้งข้อมูลตั้งต้นที่มี Noise จำนวนมาก หรือการเก็บค่านับวัดรังสีที่น้อยเกินไป ส่งผลทำให้ภาพที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ดังภาพ 3



ภาพ 3 Star artifacts ที่พบในภาพที่มีจำนวน Projections น้อย (บน)
เมื่อเพิ่มจำนวน Projections มากขึ้น ทำให้ Star artifacts ในภาพลดลง (ล่าง)

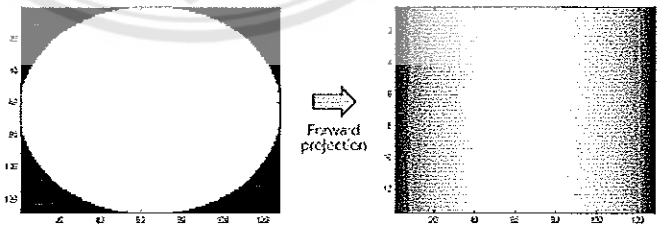
กระบวนการสร้างภาพแบบ Back projection มีข้อดีคือคอมพิวเตอร์สามารถคำนวณการสร้างภาพได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อเสียที่สำคัญคือ ภาพที่สร้างขึ้นจะเบลอ และมีสิ่งแปลกปลอมลักษณะคล้ายแฉกของดาว ที่เรียกว่า "Star Artifact" ทั้งนี้ เมื่อเพิ่มจำนวน Projections มากขึ้น ทำให้ Star artifacts ลดลง และภาพมีความคมชัดเพิ่มขึ้น

Tomographic Reconstruction: Ordered subset expectation maximization (OSEM)

เป็นกระบวนการสร้างภาพที่พัฒนาให้เหนือกว่าแบบ Analytical reconstruction method โดยเพิ่มความถูกต้องของโมเดลข้อมูลทางสถิติ (Accurate statistical models of data) ทำให้มีค่านับวัดรังสีเพิ่มขึ้น รวมทั้งลดความแปรปรวนของข้อมูล และความถูกต้องของโมเดลทางกายภาพของเครื่องมือ (Accurate physical models of scanner) ทำให้ลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากช่องว่างภายในหัววัดรังสี (Detector gaps) รวมทั้งการสูญเสียรายละเอียดของภาพ (Resolution loss) จากชนิดของคอลลิเมเตอร์ที่ใช้ในเครื่อง SPECT และผลกระทบของตำแหน่งของการเกิดอันตรกิริยา (Depth-of-interaction effects) ในเครื่อง PET

สำหรับกระบวนการสร้างภาพแบบ OSEM มีการพัฒนาต่อจากวิธี Maximum likelihood expectation maximization (MLEM) เพื่อลดระยะเวลาของการคำนวณ และให้ได้ภาพที่มีรายละเอียดใกล้เคียงกับวัตถุ โดยมีการเรียกชื่อตามวิธีการสร้างภาพ คือ OSEM (Ordered sets expectation maximization) ที่มีการแบ่งข้อมูลการสร้างภาพเป็นกลุ่มย่อย ๆ (Subsets) โดยให้แต่ละกลุ่มย่อยมีจำนวน Projection ที่เท่าๆ กัน ดังสมการที่ 1 จากนั้น หาค่าแก้ (Correction factor) ของแต่ละกลุ่มย่อย และ Back projection กลับทีละกลุ่มย่อย จะได้ภาพออกมา ซึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นภาพตั้งต้นสำหรับกลุ่มย่อยถัดไป เมื่อทำซ้ำครบทุกกลุ่มย่อยที่กำหนด จะถือว่าครบ 1 รอบ ที่มีขั้นตอน ดังนี้

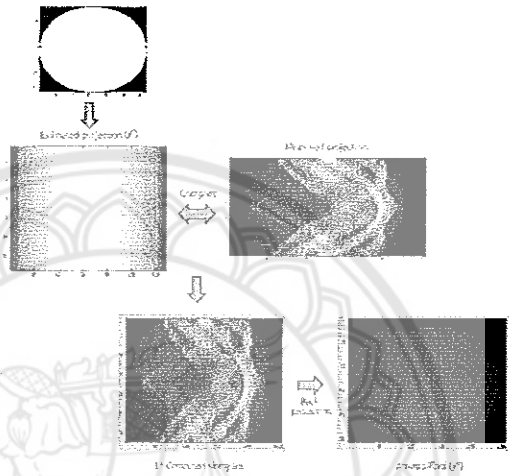
1. สร้างภาพสมมติเริ่มต้น (Estimate image, f^0) ขึ้นมาให้มีค่าข้อมูลใน Matrix เท่ากันทุก Pixel จากนั้น Forward projection ทำให้ได้ Estimated projection



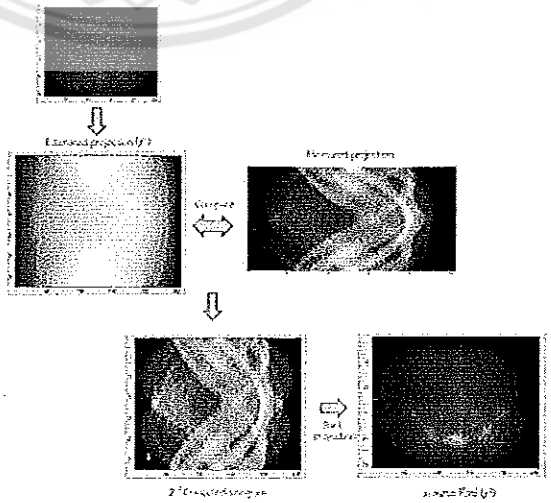
2. การแบ่งข้อมูลการสร้างภาพเป็นกลุ่มย่อย ๆ จากการเก็บข้อมูล Projection data ทั้งหมด เพื่อใช้เป็นข้อมูลการคำนวณของแต่ละรอบ (Iteration) และแต่ละกลุ่มย่อย (Subset)

3. เปรียบเทียบข้อมูล แล้วคำนวณหาค่าแก้ตามกลุ่มย่อย ดังนี้

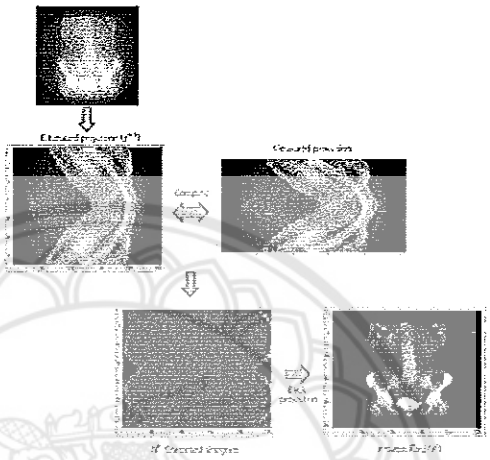
- **กลุ่มย่อยที่** 1: หา Estimate projection จากภาพสมมติด้วยวิธีการ Forward projection จากนั้นแก้ค่าจากอัตราส่วนระหว่าง Measured projection กับ Estimate projection นำค่านี้ Back Projection กลับเข้าไป Convolution กับค่าข้อมูลใน Matrix จะได้ภาพสมมติใหม่ (f^1) ซึ่งภาพนี้จะเป็นภาพตั้งต้นสำหรับการกลุ่มย่อยถัดไป



- กลุ่มย่อยที่ 2: หา Estimate projection จากภาพสมมติใหม่ (f^1) ที่ได้จากกลุ่มย่อยที่ 1 ด้วยวิธีการ Forward projection จากนั้นแก้ค่าจากอัตราส่วนระหว่าง Measured projection กับ Estimate projection นำค่านี้ Back projection กลับเข้าไป Convolution กับค่าข้อมูลใน Matrix จะได้ภาพสมมติใหม่ (f^2) ซึ่งภาพนี้จะเป็นภาพตั้งต้นสำหรับการกลุ่มย่อยถัดไป



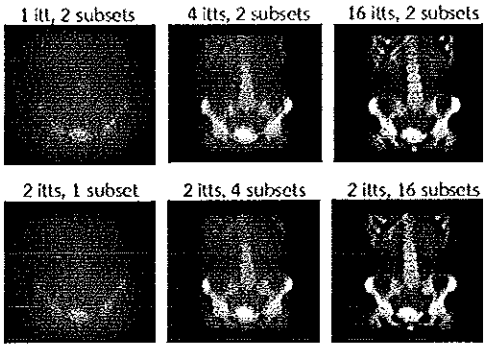
- **กลุ่มย่อยที่ N:** หา Estimate projection จากภาพสมมติใหม่ (f^{N-1}) ที่ได้จากกลุ่มย่อยที่ N-1 ด้วยวิธีการ Forward projection จากนั้นแก้ค่าจากอัตราส่วนระหว่าง Measured projection กับ Estimate projection นำค่านี้ Back Projection กลับเข้าไป Convolution กับค่าข้อมูลใน Matrix จะได้ภาพสมมติใหม่ (f^{N})



1. เมื่อคำนวณ และแก้ค่าจนครบตามกลุ่มย่อยที่กำหนด จะถือว่าครบ **1 รอบ**
2. นำภาพสมมติใหม่ (f^{N}) จากรอบที่ผ่านมา เป็นภาพตั้งต้นสำหรับรอบ**ต่อไป ทำซ้ำ** กระบวนการขั้นตอนที่ 3 - 4 จนกว่าจะครบจำนวนรอบของการทำซ้ำ (Number of Iterations) ที่กำหนด จึงหยุดการคำนวณ

$$\text{จำนวน Projection ในกลุ่มย่อย} = \frac{\text{จำนวน Projection ทั้งหมด}}{\text{จำนวนกลุ่มย่อย}} \qquad \text{.....(1)}$$

ในปัจจุบันเป็นกระบวนการสร้างภาพที่นิยมใช้มาก โดยเฉพาะในเครื่อง PET นอกจากนี้ การเลือกจำนวนรอบ (Iteration) และจำนวนรอบย่อย จะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพของภาพที่ได้ โดยการเพิ่มจำนวนรอบ และจำนวนรอบย่อยที่มากขึ้น เป็นผลทำให้ภาพที่ได้มี Spatial resolution เพิ่มขึ้น รวมทั้ง Noise เพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังภาพ 4



ภาพ 4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเลือกจำนวนรอบ และจำนวนรอบย่อยที่แตกต่างกัน ของการสร้างภาพแบบ OSEM

ข้อดีของกระบวนการสร้างภาพแบบ OSEM แม้ว่าจะมีความคล้ายคลึงกับแบบ MLEM กล่าวคือ จำนวน Projection น้อย ก็สามารถสร้างภาพได้โดยไม่เกิด Star artifact แต่ความโดดเด่นของกระบวนการสร้างภาพแบบ OSEM ที่เหนือกว่าแบบ MLEM คือ รายละเอียดของภาพที่ได้ดีกว่า และใช้ระยะเวลาน้อยกว่า เมื่อกำหนดจำนวนรอบที่ใช้เท่ากัน สำหรับข้อเสียของกระบวนการนี้คือ ถ้าต้องการรายละเอียดของภาพมากขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนรอบที่ใช้ อย่างไรก็ตาม จำนวนรอบที่มากเกินไป จะทำให้เกิด Noise บนภาพเพิ่มขึ้น รวมทั้งระยะเวลาการสร้างภาพนานมากกว่าระยะเวลาการสร้างภาพแบบ FBP

Filter Post-processing

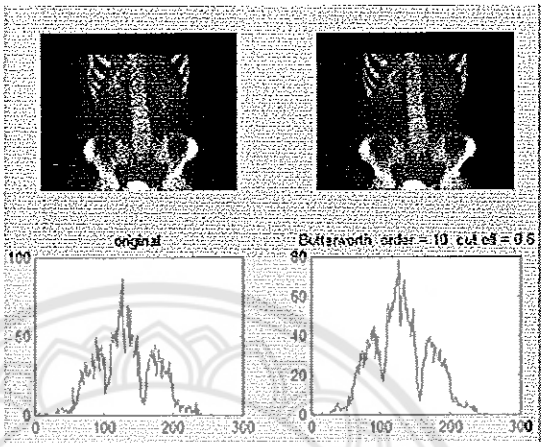
Filter หรือตัวกรองสัญญาณที่ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ทั้งในขั้นตอน Post-processing เพื่อขจัด Noise บนภาพ และในกระบวนการ Back projection เพื่อขจัด Star artifact ที่สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. High-pass filter ที่มีคุณสมบัติยอมให้สัญญาณความถี่สูงผ่าน ได้แก่ Ramp filter ที่นิยมนำมาใช้เพื่อขจัด Star artifact ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ Back projection สำหรับภาพที่ได้จะเพิ่มขอบเขตของวัตถุในภาพให้ดีขึ้น (Sharpen image edges) อย่างไรก็ตาม ภาพยังคงมี Noise มาก ซึ่งจะเห็นว่ามีเม็ดเล็ก ๆ ในภาพ (Image Noise) ดังนั้น เมื่อต้องใช้ Ramp filter นิยมใช้ร่วมกับ filter ชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มของ Low-pass filter เพื่อช่วยเพิ่มการขจัด Noise บนภาพร่วมด้วย

2. Low-pass filter ที่มีคุณสมบัติยอมให้สัญญาณความถี่ต่ำผ่าน ได้แก่ Hanning filter, Butterworth filter เป็นต้น สำหรับภาพที่ได้มีความเรียบเนียน (Smooth) และลด Image noise อย่างไรก็ตาม รายละเอียดของภาพที่ได้ในแต่ละชนิดของ Low-pass filter ก็มีความแตกต่างกันไป

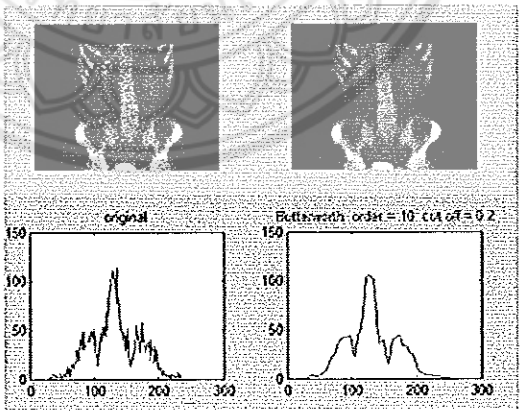
Butterworth filter มีคุณลักษณะที่สามารถกำหนดค่าของ 2 พารามิเตอร์ ได้แก่ Cut-off frequency ที่ส่งผลต่อรายละเอียดภาพ (Resolution) และ Image noise และ Order หรือ Power ที่มีผลต่อค่าความชันของกราฟ

ถ้ากำหนดแบบ High cut-off frequency ภาพที่ได้จะมีรายละเอียดเพิ่มขึ้น แต่ noisy ดังภาพ 5



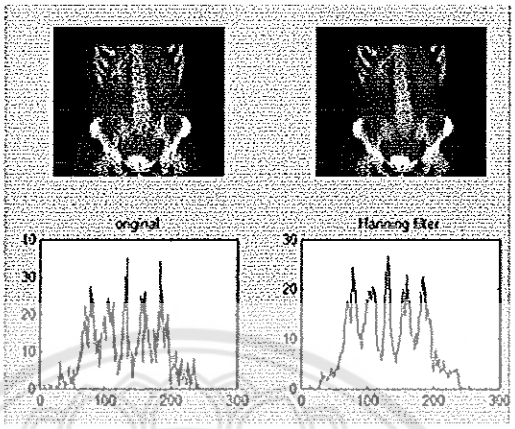
ภาพ 5 Post-processing ของ Butterworth filter แบบ High cut-off frequency

ถ้ากำหนดแบบ Low cut-off frequency ภาพที่ได้มีความเรียบเนียนมากขึ้น (more smoothing) แต่บางส่วนของรายละเอียดภาพหายไป (degrade image contrast) ดังภาพ 6



ภาพ 6 Post-processing ของ Butterworth filter แบบ Low cut-off frequency

Hanning filter ช่วยลด Image noise อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ขอบภาพไม่ชัดเจน ดังภาพ 7



ภาพ 7 Post-processing ของ Hanning filter

สื่อการสอนคอมพิวเตอร์

เป็นตัวกลาง หรือเครื่องมือ หรือช่องทางที่ใช้นำเรื่องราว ข้อมูลความรู้ หรือสิ่งบอกกล่าว (Information) โดยมีการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ ไปสู่ผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวเป็นได้ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์ และเสียง หรืออาจเป็นกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ ที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับบทเรียน สำหรับการพัฒนาสื่อการสอนคอมพิวเตอร์ให้มีความสมบูรณ์และน่าสนใจนั้น ต้องอาศัยความเหมาะสมของบทเรียนที่ต้องการ การออกแบบสตอรี่บอร์ดที่ต้องให้บทเรียนมีความสอดคล้องกันทั้งหมด เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ รวมถึงทักษะและความตั้งใจของผู้พัฒนาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน จากประโยชน์ของสื่อการสอนคอมพิวเตอร์ที่มีมากมาย เช่น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจ จดจำได้นาน เพิ่มพูนประสบการณ์ สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และดึงดูดความสนใจของบทเรียน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการพัฒนาสื่อการสอนคอมพิวเตอร์ก็เป็นประเด็นที่สำคัญที่ต้องตระหนักถึง ได้แก่ ความคิดจากผู้ชำนาญการหรือผู้เชี่ยวชาญหลายด้านมิติ ทั้งด้านเนื้อหา การออกแบบ และการนำเสนอ ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายที่สูงพอควร ทั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว

Adobe photoshop CS6 โปรแกรมนี้เป็นเวอร์ชันที่ใช้งานได้โดยเสถียร (Stable version) ของโปรแกรมตกแต่งภาพ (Image editor) ที่มีคุณสมบัติ (Features) ที่น่าสนใจอยู่หลายประการ เช่น Content aware ซึ่งสามารถปรับภาพใหม่ให้มีความกลมกลืนกับพื้นหลัง, ฟังก์ชัน Video Editing จะมีการอินทิเกรตการทำงานร่วมกับเครื่องมือดั้งเดิมของโฟโต้ช้อป ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้นโดยเฉพาะในส่วนของการรีทัชฉาก การปรับแต่งสีสัน และการเลือกใช้ฟิลเตอร์ นอกจากนี้

ยังมีการเพิ่มแทร็กเสียง (Audio tracks) ร่วมด้วย นอกจากนี้ ในโปรแกรมนี้ยังมีการเพิ่มเติมฟังก์ชันการตกแต่งวีดีโอพื้นฐาน

Adobe flash professional CS6 1 หรือ Adobe Captivate V.3.0 โปรแกรมการพัฒนาเว็บไซต์ที่ในเวอร์ชันนี้จะสามารถใช้ทำงานบน HTML5 ได้อย่างเต็มที่ โดยใช้ Flash professional toolkit สำหรับ CreateJS นอกจากนี้ โปรแกรมนี้ยังช่วยให้นักออกแบบสร้างสรรค์ผลงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ความสามารถในการสร้างแบบร่างหรือ Sprite sheet ซึ่งจะช่วยปรับปรุงลำดับขั้นตอนของการทำงานและประสิทธิภาพการทำงาน และส่วนขยายแบบเนทีฟและออปชั่นเสริมใหม่ๆ ซึ่งใช้ประโยชน์จาก Adobe flash player รุ่นล่าสุด และรันไทม์ AIR

Adobe flash illustrator CS6 เป็นแอพพลิเคชันด้านการวาดภาพเวกเตอร์ (Vector drawing) ซึ่งสามารถจัดเตรียมเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบงานดีไซน์ และงานอาร์ตเวิร์ก นอกจากนี้ยังเป็นเวอร์ชันใหม่ที่ใช้รูปแบบการแสดงกราฟฟิกเช่นเดียวกับแอพพลิเคชันตัวอื่นๆ ของ Adobe suite โดยมีหน้าต่างที่เรียบง่าย มีแถบเครื่องมือที่เล็กลงกว่าเดิม และสนับสนุนการจัดเรียงเอกสารในลักษณะเป็นแท็บ (tabbed documents) ทำให้ง่ายที่จะสร้างโปรเจคพร้อมๆ กันหลายโปรเจค และมีเครื่องมือสำหรับงานด้านการออกแบบโดยเฉพาะ เช่น Brushes, Color processing tools และ Gradient effects สำหรับฟิลเตอร์และเอฟเฟคพิเศษอื่นๆ ที่มีให้เลือกใช้อีกจำนวนมาก รวมทั้งมีการผสมผสานกับเครื่องมืออื่นๆ ของ Adobe อีกด้วย เช่น Adobe Photoshop และ Adobe Dreamweaver เป็นต้น

Adobe premiere pro CS6 หรือ Audacity เป็นโปรแกรมตัดต่อวีดิโอที่มีคุณภาพ สามารถใช้ตัดต่อคลิปสั้นไปจนถึงหนังภาพยนตร์แบบยาว ซึ่งโปรแกรมนี้ช่วยให้สามารถตัดต่อวิดีโอได้ด้วยตนเองอย่างมืออาชีพ มีขั้นตอนและวิธีการใช้ที่ง่ายตั้งแต่ต้นจนจบ กระบวนการภายในชุดซอฟต์แวร์ประกอบด้วยโปรแกรม Adobe media encoder และ Adobe encore CS6 พร้อมด้วยการปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมให้รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาการทำงาน อีกทั้งยังประสานการทำงานร่วมกับ Adobe after effect CS6 และ Photoshop CS6 ได้อย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถส่งข้อมูลผ่านไปยัง DVD, Blu-ray Disc, เว็บไซต์และอุปกรณ์โมบายล์ด้วยชุดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้คุณสามารถตัดแต่งงานได้อย่างสร้างสรรค์ โดยผู้ใช้สามารถสร้างภาพเอฟเฟคตัดต่อคุณภาพสูงได้โดยตรงภายในเวลาที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งการสร้างภาพเคลื่อนไหวช้าและเอฟเฟคช้าๆ ได้ตรงตามเวลาที่ต้องการ ซึ่งผู้ใช้สามารถควบคุมช่วงเวลานั้นได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งยังช่วยแก้ไขสี แสง เอฟเฟคอื่นๆ รวมทั้งระบบเสียงได้อย่างรวดเร็วและให้ความยืดหยุ่นสูง ชุดเครื่องมือมีให้เลือกใช้หลากหลาย

ทบทวนวรรณกรรม

นุชรี ปุตระเศรณี (นุชรี, 2535) ศึกษาประสิทธิผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ซีเอไอ) เพื่อเสริมในการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักศึกษาแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพที่จะใช้สอนเสริมนักศึกษาแพทย์ทำให้นักศึกษาแพทย์มีการตอบสนองในทางบวก และมีประสิทธิภาพสูงกว่าศึกษาจากเอกสารทางวิชาการด้วยตนเอง

สุภัทรพร เทพมงคล (สุภัทรพร) พัฒนาสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเตอร์ เพื่อให้นิสิตและบุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้อง ได้รับทราบถึงข้อมูลในการเตรียมผู้ป่วยก่อนมาทำการตรวจ หลักการตรวจ ข้อบ่งชี้ การแปลผล และความผิดปกติที่เห็นชัดเจนสำหรับการตรวจสมองทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์

อัจฉราวดี ศรียะศักดิ์ (อัจฉราวดี, วารุณี, สุวรรณี, & วิโรจน์, 2554) การศึกษากึ่งทดลองเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง อุทกเศียรสำหรับนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 จากผลการศึกษาพบว่า สื่อดังกล่าวมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.72 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าระหว่าง 0.27-0.64 และค่าดัชนีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.50-0.82 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อสื่อในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทำให้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและทบทวนบทเรียนเพื่อให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น

วัสดุและวิธีดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ 1) สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ที่มีการนำเสนอเป็นแอนิเมชันประกอบการบรรยายเนื้อหาของการสร้างภาพในแต่ละอัลกอรีทึม (Algorithm) ได้แก่ Backprojection, Filtered Backprojection, Maximum Likelihood Expectation Maximization (MLEM) และ Ordered Subset Expectation Maximization (OSEM) การแสดงตัวอย่างภาพตั้งต้น ภาพที่ได้ภายหลังการเลือกใช้แต่ละอัลกอรีทึม ภาพที่ได้จากการเลือกใช้ข้อมูลนำเข้าของจำนวนโปรเจคชันที่แตกต่างกัน และจากการเลือกใช้จำนวนวนรอบซ้ำของรอบหลัก และรอบย่อยที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ มีการแสดงแอนิเมชันของภาพตัวอย่างจากการเลือกใช้แต่ละตัวกรองสัญญาณทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายในขั้นตอน Post-Processing และแอนิเมชันของกระบวนการเก็บข้อมูลจากเครื่อง SPECT 2) แบบประเมินความถูกต้องด้านเนื้อหา 3) แบบประเมินการออกแบบ 4) แบบทดสอบความรู้ในลักษณะ 4 ตัวเลือกโดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว จำนวน 10 ข้อ และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อเรียบเรียงเนื้อหาเป็นที่เรียบร้อย ทำการประเมินความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ที่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (Item Content Validity: I-CVI) มากกว่า 0.67 และค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI/Ave) เท่ากับ 0.89 จากนั้นดำเนินการสร้างสื่อการสอนบนเว็บ และนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้ (Try Out) จำนวน 20 คน โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของภาพ ตัวอักษร การนำเสนอโปรแกรมการสร้างภาพที่ให้กลุ่มทดลองใช้เป็นผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สนใจในแต่ละขนิดของอัลกอรีทึม และแบบทดสอบ ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.36 ตามสูตร KR-20 ของ Kuder Richardson

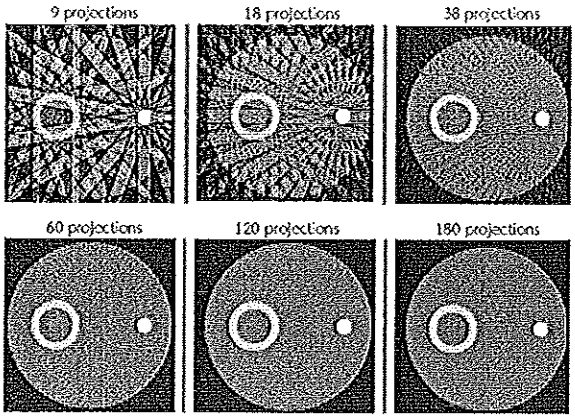
เมื่อปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอโปรแกรมการสร้างภาพในสื่อการสอนตามข้อเสนอแนะเสร็จสิ้น ทำการประเมินการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนโดยการเปรียบเทียบค่าคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสถิติ t-test โดยกำหนดค่าความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนโดยกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มของนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 45 คน ทั้งนี้ แบบประเมินทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และปรับปรุงตามคำแนะนำ นอกจากนี้ คะแนนจากแบบประเมินใช้มาตรวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert 5 ระดับ นำผลคะแนนที่ได้หาค่าเฉลี่ย และแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับการประเมินความพึงพอใจ
4.50-5.00	มากที่สุด
3.50-4.49	มาก
2.50-3.49	ปานกลาง
1.50-2.49	น้อย
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

ผลการศึกษา

สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ สามารถนำเสนอได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน ที่มีการปรับตามขนาดหน้าจอที่ใช้แบบอัตโนมัติอย่างเหมาะสม ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โดยเนื้อหาเน้นถึงหลักการสร้างภาพของแต่ละอัลกอรึทึมที่สนใจ และภาพที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน เมื่อนำสื่อการสอนไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้ จำนวน 20 คน พบว่า ภาพ ตัวอักษร และความสวยงามของเวปไซต์มีความเหมาะสมดี โดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ที่มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.93 ดังตารางที่ 1 อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะที่คณะผู้วิจัยควรเป็นผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมการสร้างภาพที่อาจนำไปสร้างเป็นแอนิเมชัน หรือภาพ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตามสิ่งที่มุ่งหวัง และไม่เสียเวลารอการประมวลผลของโปรแกรม ซึ่งคณะผู้วิจัยปรับรูปแบบการนำเสนอโดยสร้างแอนิเมชันแสดงขั้นตอนการสร้างภาพของแต่ละอัลกอรึทึม และแอนิเมชันแสดงการเลือกใช้ Filter Post-Processing ที่แตกต่างกัน รวมทั้งสร้างภาพที่ได้จากการเลือกใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกันตามสิ่งที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้ ได้แก่ สร้างภาพที่ได้จากการเก็บข้อมูลของจำนวน Projections ที่แตกต่างกัน ดังภาพ 8 เป็นต้น สำหรับผลการประเมินด้านการออกแบบและนำเสนอ ที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 3.90 ± 0.77 และด้านการเข้าถึงและให้ข้อมูล ที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.05 ± 0.80 นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้จากสื่อของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.001$) ดังตารางที่ 2 และผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านการนำเสนอ เท่ากับ 3.74 ± 0.73 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาและการใช้งาน เท่ากับ 3.67 ± 0.79 ที่มีระดับพึงพอใจมาก ดังตารางที่ 3



ภาพ 8 ภาพที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลของจำนวน Projections ที่แตกต่างกันในเทคนิค การสร้างภาพแบบ Filtered Back Projection

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจต่อสื่อการสอนในกลุ่มทดลองใช้

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1. ลำดับการนำเสนอเนื้อหาชัดเจน	4.20 ± 0.46	มาก
2. ภาพประกอบสอดคล้องกับ เนื้อหาและสื่อความหมายชัดเจน	4.13 ± 0.52	มาก
3. ความเหมาะสมของรูปแบบโปรแกรมการสร้างภาพ	3.93 ± 0.80	มาก
4. ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4.10 ± 0.63	มาก
5. ความสวยงามของเวปไซด์	4.35 ± 0.62	มาก

ตารางที่ 2 ค่าคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อของกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	p-value
ก่อนการเรียนรู้	45	10	5.20 ± 1.69	<0.001
หลังการเรียนรู้	45	10	6.24 ± 1.55	

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่าง

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการนำเสนอ		
1. ความน่าสนใจของบทเรียนบนเว็บไซต์	3.56 ± 0.66	มาก
2. ความสะดวกของการเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจของบทเรียน	3.71 ± 0.69	มาก
3. ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของรูปภาพ ข้อความ และกราฟิก	3.78 ± 0.74	มาก
4. ความสะดวกของการใช้งานเมนูของบทเรียนบนเว็บไซต์	3.80 ± 0.84	มาก
5. ความเร็วในการแสดงภาพ ตัวอักษร และข้อมูลต่างๆ	3.80 ± 0.76	มาก
6. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และพื้นหลัง	3.82 ± 0.68	มาก
ด้านเนื้อหาและการใช้งาน		
1.ภาษามีความกระชับ ชัดเจน เข้าใจง่าย	3.56 ± 0.76	มาก
2.ความน่าสนใจของเนื้อหา	3.51 ± 0.63	มาก
3.ความเหมาะสม และความต่อเนื่องของลำดับเนื้อหา	3.62 ± 0.81	มาก
4.ความชัดเจน และเข้าใจง่ายของภาพประกอบ	3.62 ± 0.89	มาก
5.ความสอดคล้องของเนื้อหา และภาพ	3.78 ± 0.77	มาก
6.เนื้อหาช่วยทบทวนความรู้ให้เข้าใจได้	3.89 ± 0.88	มาก

อภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ที่มีเนื้อหาเน้นถึงหลักการสร้างภาพของอัลกอรึทึมที่นิยมใช้ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยปรับเนื้อหาทางทฤษฎีของรูปแบบการบรรยาย และสมการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจ ให้เป็นการนำเสนอในรูปแบบของแอนิเมชัน และภาพที่ได้จากการเลือกใช้อัลกอรึทึม และพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันไป ถึงแม้ว่าจะมีความต้องการให้เกิดกระบวนการคิดในการเลือกใช้พารามิเตอร์ต่างๆ ของแต่ละอัลกอรึทึมที่สนใจในแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของระยะเวลาจากการสร้างภาพของแต่ละอัลกอรึทึมตามสิ่งที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้ รวมทั้งความเร็วของระบบเครือข่ายอินเตอร์เนต และประสิทธิภาพการประมวลผลของเครื่องคอมพวเตอร์ที่ใช้ ทำให้ต้องมีการปรับรูปแบบของการนำเสนอ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามสิ่งที่มุ่งหวังในระยะเวลาที่เหมาะสมโดยไม่ขึ้นอยู่กับเวลาและสถานที่ และยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตามนโยบายการจัดการศึกษา (Office of the National Education Commission, 2553) นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนในภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่มีค่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหลังการเรียนรู้จากสื่อการสอนสูงกว่าคะแนนก่อนการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ทำให้กล่าวได้ว่าการใช้สื่อการสอนนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับคำกล่าวของการศึกษาที่ผ่านมา (Ranade, 2006) ที่กล่าวว่า “the pre-test-post-test design, used here for the purpose of research, is in itself a good way of focusing the students’ attention on the learning matter” อย่างไรก็ตาม เนื้อหาที่เน้นเฉพาะหัวข้อการสร้างภาพเพียงอย่างเดียว และไม่มีเสียงบรรยายอาจส่งผลต่อความน่าสนใจของเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด (3.51 ± 0.63) ในการศึกษาครั้งถัดไปการพิจารณาถึงเนื้อหาที่ครอบคลุมทั้งเครื่องมือ และเทคนิคการตรวจของอวัยวะต่างๆ ก่อนการสร้างภาพถ่ายทางรังสี น่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์มากขึ้น

สรุปผลการศึกษา

สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ มีเนื้อหาที่เน้นถึงหลักการสร้างภาพของอัลกอรีทึมที่นิยมใช้ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ นำเสนอในรูปแบบแอนิเมชันแสดงขั้นตอนการสร้างภาพของแต่ละอัลกอรีทึม แอนิเมชันแสดงการเลือกใช้ Filter Post-Processing ที่แตกต่างกัน และภาพที่ได้จากการเลือกใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน ทั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน สำหรับผลการประเมินด้านการออกแบบ และนำเสนอ ที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 3.90 ± 0.77 และด้านการเข้าถึงและให้ข้อมูล ที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.05 ± 0.80 นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนด้านการนำเสนอ ที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 3.74 ± 0.73 และค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาและการใช้งาน เท่ากับ 3.67 ± 0.79 ที่มีระดับพึงพอใจมาก ทั้งนี้ สื่อการสอนบนเว็บนี้สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หนึ่ง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองต่อไป

ทส
.5
ส๓๘ร
๒๕๖๐
1040849

สำนักหอสมุด
30 มี.ค. 2564

Acknowledgement

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณกนกพร ทันการ, ณัฐวรา บุริพา และเพ็ญศิริ รักษ์ย่อง ที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล และนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกคน ที่ให้ความอนุเคราะห์การตอบคำถามและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ จึงทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

บรรณานุกรม

1. Bruyant, P. P. (2002). Analytic and Iterative Reconstruction Algorithms in SPECT. The Journal of Nuclear Medicine, 43(10), 1343-1358.

2. Office of the National Education Commission. (1999). National Education Act, B.E. 2542 (Issue 2) B.E. 2545 and (Issue 3) B.E. 2553. Bangkok: Office of the National Education Commission.

3. Ranade, M. D. (2006). Development of CAI Presentations for Science Teaching and Overview of Research Findings. International Journal of Science and Mathematics Education, 4(4), 763-789.

4. Vandenberghe, S., D'Asseler, Y., Van de Walle, R., Kauppinen, T., Koole, M., Bouwens, L., Van Laere, K., Lemahieu, I., & Dierckx, R. A. (2001). Iterative Reconstruction Algorithms in Nuclear Medicine. Computerized Medical Imaging and Graphics, 25(2), 105-111.

5. กฤติกา ส. รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างสื่อประสมบทเรียนช่วยสอน Multimedia ผ่าน Internet = The Construction of Computer Assisted Instruction Multimedia on the Internet: [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.], 2546.; 2546.

6. นุชรี ป. รายงานการวิจัยเรื่องประสิทธิผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ซีเอไอ) เพื่อเสริมในการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักศึกษาแพทย์ ชั้นปีที่ 5 ในสาขาวิชาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล = Effectiveness of using Computer Assisted Instruction (C.A.I.) to support self studying of the fifth year medical students in Section of Nuclear Medicine, Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University: [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.], 2535; 2535.

7. อัจฉราวดี ศ, วารุณี เ, สุวรรณี แ, วิโรจน์ ฉ. การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง "อุทกเศียร (Hydrocephalus)" สำหรับนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 3 = The efficiency test of the computer lesson based on the internet net-work, titled "Hydrogeology head (Hydrocephalus)" Nursing student, Year 3: 2554.; 2554.

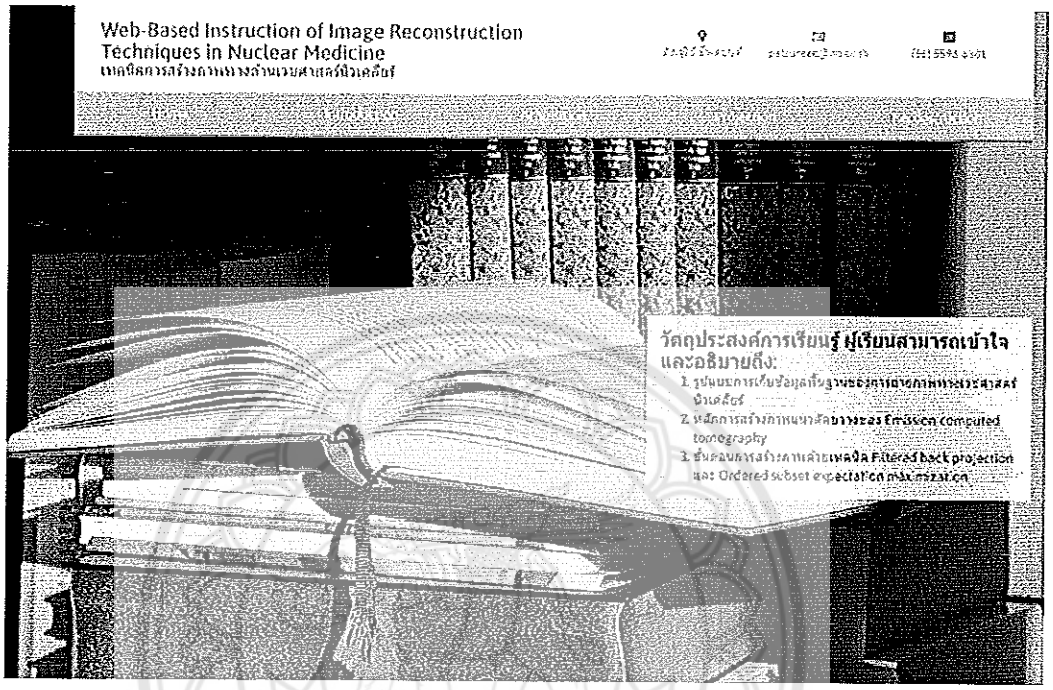
8. สัญญา เ. การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน Multimedia Development for Computer Assisted Instruction (CAI): โรงพิมพ์ทิพย์เสนาการพิมพ์, 2555.; 2555.

9. Softonic International S.L. กราฟิกดีไซน์ Available from: http://th.softonic.com/t/ดีไซน์และโฟโต้กราฟี่/กราฟิกดีไซน์.

9. สุภัทรพร เ. การตรวจสมองทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ Available from: http://www.cai.md.chula.ac.th/lesson/lesson4907/html/main_f.html.

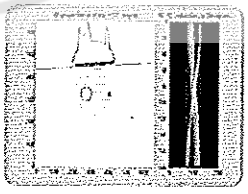
ภาคผนวก

ตัวอย่างหน้าเวบของ สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์

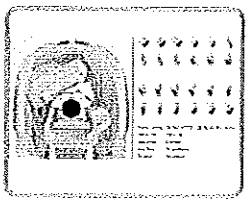


สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ (Web-Based Instruction of Image Reconstruction Techniques in Nuclear Medicine)

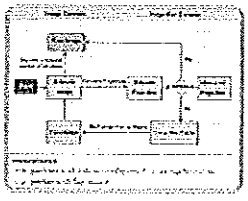
Introduction
อ่านต่อ



Projection
อ่านต่อ

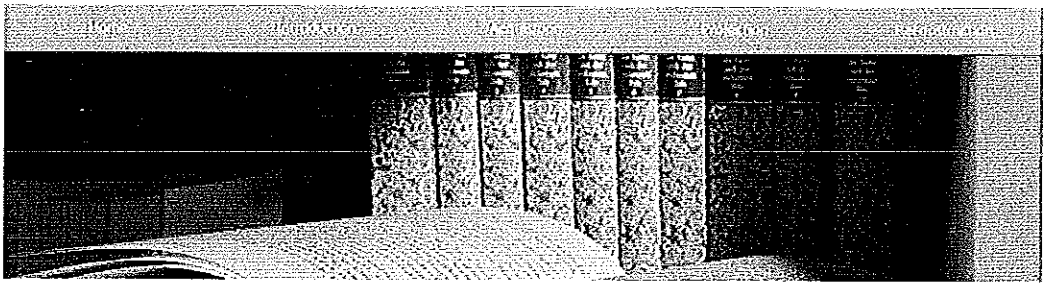


Acquisition
อ่านต่อ

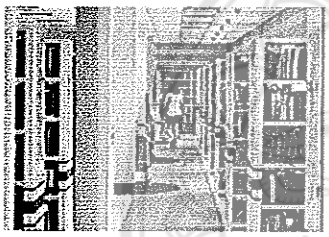


Reconstruction
อ่านต่อ

Web-Based Instruction of Image Reconstruction Techniques in Nuclear Medicine
เทคนิคการสร้างภาพทางคำนวณสำหรับเวชศาสตร์นิวเคลียร์



Introduction

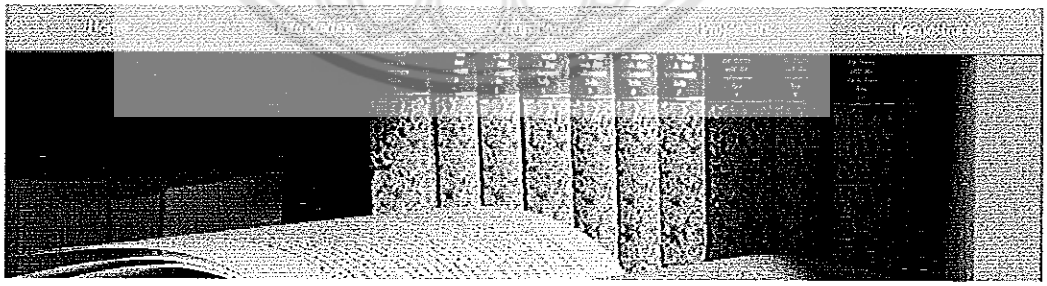


วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถบ่งชี้ และอธิบายถึง:

1. รูปแบบการเก็บข้อมูลพื้นฐานของการถ่ายภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์
2. หลักการสร้างภาพแนวตัดขวางของ Emission computed tomography
3. ขั้นตอนการสร้างภาพด้วยเทคนิค Filtered back projection และ Ordered subset expectation maximization

Web-Based Instruction of Image Reconstruction Techniques in Nuclear Medicine
เทคนิคการสร้างภาพทางคำนวณสำหรับเวชศาสตร์นิวเคลียร์



Tomographic Reconstruction

1. Back projection
2. Filtered back projection (FBP)
3. Maximum likelihood expectation maximization (MLEM)
4. Ordered subset expectation maximization (OSEM)
5. Filter post-processing

รลข.01 ทะเบียนข้อมูลเลขที่ ว1. 6768

หนังสือรับรองการแจ้งข้อมูล
ลิขสิทธิ์
ออกให้เพื่อแสดงว่า
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ได้แจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ ประเภทงาน วรรณกรรม

ลักษณะงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อผลงาน สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ (Web- Based Instruction of Image Reconstruction Techniques in Nuclear Medicine) ไว้ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา ตามคำขอแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 358476 เมื่อวันที่ 11 เดือน กันยายน พ.ศ. 2560

ให้ไว้ ณ วันที่ 13 เดือน กันยายน พ.ศ. 2560

ลงชื่อ.....

นางสาวอำพันธ์ เดชสกุลชัย
นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ
ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักลิขสิทธิ์

หมายเหตุ 1. เอกสารนี้มิได้รับรองความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์
2. การเปลี่ยนแปลงรายการข้างต้น ให้ดูด้านหลัง

หนังสือรับรองการนำผลงานวิจัยหรืองานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์ ปี พ.ศ. 2560

ตามที่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัสสุวีย์ ชีพสุมนต์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยแรศวร ได้มาถ่ายทอดความรู้ และผลงานที่ได้จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ระหว่างวันที่ 23 สิงหาคม 2560 ถึงวันที่ 11 ตุลาคม 2560 นั้น

ข้าพเจ้า นางสาววรัญญา นาสีลา หัวหน้านิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยแรศวร ได้นำผลงานดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ ในปี พ.ศ. 2560 ดังต่อไปนี้

☑ การใช้ประโยชน์เชิงวิชาการ (ใช้เป็นข้อมูลการเรียนการสอน และทบทวนเนื้อหา รายวิชา 653441 เทคโนโลยีทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์และเวชศาสตร์นิวเคลียร์คลินิก)

โดยการ รับชมสื่อ การพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และวิเคราะห์ร่วมกันเป็นกลุ่มตามโจทย์ปัญหาที่กำหนดไว้

ผลที่ได้รับ ได้รับความรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อสื่อการสอนบนเว็บ อยู่ในระดับดี

☐ การใช้ประโยชน์เชิงบริการวิชาการ (ใช้เป็นข้อมูลการบริการงานทางวิชาชีพ)

โดยการ.....

ผลที่ได้รับ.....

☐ การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ (ทำให้ชีวิตและเศรษฐกิจของประชาชนดีขึ้น)

โดยการ.....

ผลที่ได้รับ.....

☐ การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (ทำให้เกิดรายได้ หรือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต)

โดยการ.....

ผลที่ได้รับ.....

☐ การใช้ประโยชน์ทางอ้อม (สร้างคุณค่าทางจิตใจ สร้างความสุข เกิดสุนทรียภาพ)

โดยการ.....

ผลที่ได้รับ.....

☐ การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย (ทำให้เกิดการประกาศกฎหมาย มาตรการ และกฎเกณฑ์ต่างๆ)

โดยการ.....

ผลที่ได้รับ.....

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

โดยการ.....

ผลที่ได้รับ.....

ลงนาม.....

(นางสาววรัญญา นาสีลา)

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยแรศวร

วันที่ 11 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560 ที่รับรอง

ที่ ศธ ๐๕๒๗.๐๒/๑๘๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๑ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัสสุรีย์ ชีพสุมนต์

ตามที่ท่านได้ส่งผลงานนิพนธ์ เรื่อง "สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ (Web-Based Instruction of Image Reconstruction Techniques in Nuclear Medicine)" กลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพื่อขอลงตีพิมพ์ในวารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences) นั้น

ผลงานนิพนธ์ของท่านได้ผ่านการพิจารณาโดยผู้ประเมินเรียบร้อยแล้ว และได้รับการพิจารณาให้ลงตีพิมพ์ในวารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) ปีที่ ๑๑ ฉบับที่ ๔ ประจำเดือนตุลาคม–ธันวาคม ๒๕๖๑ ประเภทบทความวิจัย ทั้งนี้ ทางวารสารจะดำเนินการจัดทำวารสารอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้นิพนธ์และเพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งท่านสามารถดาวน์โหลดบทความต้นฉบับของท่านได้ทาง www.journal.nu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์
โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๔๔
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๔๔
E-mail: nujournal.s@gmail.com