

การใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์ ในการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านม จากภาพถ่ายรังสีตามเกณฑ์ BI-RADS

ฉบับแก้ไขที่ 4

The Computerized Method for Mammographic Density Classification According to the Fourth Edition of BI-RADS Lexicon

■ สุธิดา ศิรบรรจงกราน* หัสฤกษ์ เนียมอินทร์*
Sudthida Sirabanjongkran**, Hudsaleark Neamin**

* ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* Thesis in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science
in Medical Radiation Sciences (2010), Chiang Mai University.

** Department of Radiologic Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

บทคัดย่อ

ความหนาแน่นของเต้านมจากภาพถ่ายรังสีเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถใช้บอกถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งเต้านมได้ โดยปกติรังสีแพทย์จำแนกประเภทของความหนาแน่นของเต้านมโดยพิจารณาภาพถ่ายรังสีด้วยสายตาและประมาณค่าโดยใช้เกณฑ์ของ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณก่อนแล้วตามด้วยการประเมินเชิงคุณภาพ ความแตกต่างของประสบการณ์และความชำนาญของรังสีแพทย์แต่ละคน เป็นสาเหตุทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการจำแนกประเภทของความหนาแน่นของเต้านมในรังสีแพทย์ที่ต่างคนกัน มีค่าสูงถึงร้อยละ 46 การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมโดยใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการรายงานผล วิธีการศึกษาทำโดยใช้ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่ได้จากฐานข้อมูล DDSM ของหญิงอายุระหว่าง 37-81 ปี (โดยเฉลี่ย 56 ปี) จำนวน 132 ภาพ นำภาพมากำจัดสิ่งรบกวนภาพ ทำการแยกส่วนพื้นภาพและส่วนกล้ำเนื้อทรวงอกออกจากภาพถ่ายรังสีเต้านมให้มีเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเต้านม นำภาพที่ได้มาแยกส่วนเนื้อเยื่อไขมันและเนื้อเยื่อทรวงอกออกจากเนื้อเยื่อไขมันโดยใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพที่ได้จากการใช้วิธี Maximum entropy เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละของจำนวนจุดภาพเนื้อเยื่อไขมันต่อจำนวนจุดภาพของเนื้อเยื่อเต้านมทั้งหมด แล้วนำไปจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ของ BI-RADS ผลการศึกษาพบว่ามีความถูกต้องในการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมโดยรวมถึงร้อยละ 75 โดยในกลุ่ม BI-RADS I มีผลการจำแนกที่ถูกต้องตรงกับผลการอ่านของรังสีแพทย์ที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ร้อยละ 90.90 กลุ่ม BI-RADS II มีความถูกต้องร้อยละ 75.75 และในกลุ่ม BI-RADS III และ IV มีความถูกต้องร้อยละ 66.67 วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยค่าสัมประสิทธิ์แคปป่าและค่าไคสแควร์เพื่อหาความสอดคล้องของการจำแนกโดยเปรียบเทียบกับผลที่ระบุในฐานข้อมูล ได้ค่าเท่ากับ 0.67 และ 7.69 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้ให้ผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่มีความสอดคล้องกับการจำแนกโดยใช้สายตาของรังสีแพทย์อยู่ในระดับดีและให้ผลการจำแนกที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.053$) สรุปผลการศึกษาได้ว่าการใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์โดยวิธี Maximum entropy สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยรังสีแพทย์ในการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากภาพถ่ายรังสีเต้านมได้ ถึงอย่างไรก็ตามวิธีนี้ใช้ได้ผลดีในการจำแนกประเภทเต้านมที่มีความหนาแน่นน้อย แต่อาจเกิดความผิดพลาดได้เมื่อนำไปใช้ในกลุ่มเต้านมที่มีความหนาแน่นมาก

คำรหัส : ความหนาแน่นของเต้านม เนื้อเยื่อไขมัน เนื้อเยื่อทรวงอก เนื้อเยื่อไขมัน

Abstract

Mammographic density is an important predictor of risk of breast cancer. Typically, the radiologists classify mammographic density according to fourth edition of BI-RADS lexicon which combines the quantitative assessment and qualitative classification. The difference among experiences and expertise of each radiologist causes an error of mammographic density classification. Discrepancies as high as 46% have been reported in mammographic density assessment by two different radiologists. The purpose of this study is to develop the computerized method for classifying mammographic density according to the fourth edition of BI-RADS criteria. The study includes 132 digitized mammograms of women aged 37-81 years (mean 56) from DDSM database. The method consists of four major steps. First, the mammogram image noise is removed. Second, the breast tissue is excluded from background and pectoral muscle. In the third step, image thresholding method based on maximum entropy is used to separate fibroglandular tissue and fatty tissue. Finally, the percentage of fibroglandular tissue in the total of breast tissue area is calculated and classified with BI-RADS criteria. The results show that the overall accuracy of computerized method classification is 75% (99/132). The BI-RADS I reach 90.90% (30/33) correct classification, BI-RADS II 75.75% (25/33), BI-RADS III and IV 66.67% (22/33). The Kappa coefficient and Chi-square test are used to analyze the consistency of this method. The Kappa value (0.67) indicates the good relationship and Chi-square value (7.69, $p=0.053$) shows no statistically significant difference in the both methods. In conclusion, the computerized method based on maximum entropy would be useful as the radiologist assistant for classifying mammographic density. Nevertheless, this method is suitable for fatty breast but mammographic density classification errors may occur in dense breast.

Keywords : Mammographic density, Fibroglandular tissue, Fatty tissue

บทนำ

การตรวจเอกซเรย์เต้านม (Mammogram) เป็นการตรวจที่มีประสิทธิภาพสูงในการคัดกรองหาโรคมะเร็งเต้านมในระยะเริ่มแรกตั้งแต่ยังไม่แสดงอาการ โดยในการรายงานผลการตรวจเอกซเรย์เต้านมนอกจากรังสีแพทย์จะรายงานถึงความผิดปกติที่พบแล้วยังรายงานถึงประเภทของความหนาแน่นของเต้านมจากภาพถ่ายรังสี เพื่อใช้แสดงถึงความไว (Sensitivity) ในการตรวจพบความผิดปกติของเต้านม โดยในเต้านมที่มีความหนาแน่นมาก (Dense breast) จะมีความไวในการตรวจพบความผิดปกติที่ต่ำกว่าเต้านมที่มีความหนาแน่นน้อย (Fatty breast)^{1,2} นอกจากนี้ประเภทของความหนาแน่นของเต้านมยังสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญในการประเมินความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดโรคมะเร็งเต้านมได้^{1, 3-8} มีผลการศึกษาที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเต้านมกับความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งเต้านม ซึ่งพบว่าในเต้านมที่มีความหนาแน่นมากจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคมะเร็งเต้านมได้มากกว่าเต้านมที่มีความหนาแน่นน้อย โดย Zhou และคณะ⁹ พบว่าในหญิงที่

มีค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมมากกว่า 60 จะมีความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งเต้านมสูงกว่าหญิงที่มีค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมน้อยกว่า 5 อยู่ 4-6 เท่า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Boyd และคณะ⁵ ที่ได้ยืนยันถึงความสำคัญของความหนาแน่นของเต้านม โดยรายงานว่าความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งเต้านมจะสูงขึ้นร้อยละ 2 เมื่อเต้านมมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1

การจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากภาพถ่ายรังสีใช้เกณฑ์มาตรฐาน BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) ซึ่งกำหนดโดย American College of Radiology (ACR) โดยประเมินความหนาแน่นของเต้านมจากค่าสัดส่วนของพื้นที่ที่เป็นเนื้อเยื่อไขมันต่อพื้นที่ของเนื้อเยื่อเต้านมทั้งหมดที่เห็นในภาพถ่ายรังสี จากเดิมเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกความหนาแน่นของเต้านมจะใช้หลักการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ (Qualitative assessment) เพียงอย่างเดียว แต่ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงให้มีการใช้หลักการร่วมกัน

ระหว่างการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative assessment) และเชิงคุณภาพตามเกณฑ์ BIRADS ฉบับแก้ไขที่ 4¹ โดยจะทำการประมาณค่าความหนาแน่นของเต้านมให้ออกมาเป็นค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมโดยใช้สายตาของรังสีแพทย์ (Visual inspection) แล้วนำค่าที่ได้มาจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4 ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่ม BI-RADS I ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมน้อยกว่า 25
- กลุ่ม BI-RADS II ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมอยู่ระหว่าง 25-49
- กลุ่ม BI-RADS III ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมอยู่ระหว่าง 50-75
- กลุ่ม BI-RADS IV ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมมากกว่า 75

ในการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมโดยรังสีแพทย์นั้น จะต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญของรังสีแพทย์เป็นหลัก ทำให้ผลการจำแนกโดยรังสีแพทย์แต่ละคนจะแตกต่างกันไป จากการศึกษาของ Ciatto และคณะ¹⁰ พบว่าในการจำแนกโดยรังสีแพทย์ที่ต่างคนกัน (Interobserver) ให้ผลการจำแนกที่ต่างกันถึงร้อยละ 46 หรือแม้แต่ในตัวผู้ประเมินคนเดียวกัน (Intraobserver) ก็เกิดความแตกต่างได้ถึงร้อยละ 39

ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเอากระบวนการทางคอมพิวเตอร์ (Computerized method) เข้ามาใช้ เพื่อช่วยรังสีแพทย์ในการรายงานผลการตรวจเต้านม เช่น วิธี k-nearest neighbor¹¹ วิธี Bayesian classifier^{7, 12} หรือการใช้พื้นผิวเชิงสถิติของภาพ (Statistical texture)¹³ อย่างไรก็ตาม วิธีเหล่านี้ให้ผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมในเชิงคุณภาพเพียง

อย่างเดียว ทำให้คณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีที่สามารถแสดงผลการประเมินความหนาแน่นของเต้านมในเชิงปริมาณ โดยให้ผลเป็นค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านม เพื่อนำค่าที่ประเมินได้นี้ไปจำแนกประเภทความหนาแน่นในเชิงคุณภาพตามเกณฑ์ของ BI-RADS ต่อไป

การศึกษานี้ใช้วิธีใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพ (Image thresholding method) ในการแยกส่วนที่เป็นวัตถุ (Object) ออกจากส่วนที่อยู่โดยรอบ (Surrounding background) หลักการนี้สามารถนำมาใช้ในการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมได้ โดยการนำค่าขีดแบ่งจุดภาพมาแยกส่วนเนื้อเยื่อไขมันออกจากเนื้อเยื่อไขมัน¹⁴ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยค่าขีดแบ่งจุดภาพนี้หาได้จากวิธี Maximum entropy¹⁵ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถใช้กับภาพต่างๆ ได้ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ฮิสโตแกรมของภาพ จากนั้นจึงนำจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อไขมันออกจากจุดภาพที่แยกได้มาคำนวณหาค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมเพื่อนำไปใช้จำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ของ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4

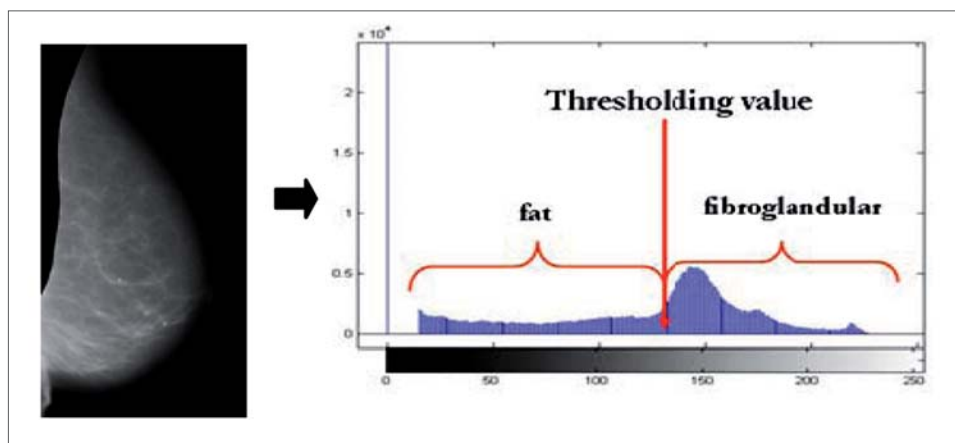
วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบการทางคอมพิวเตอร์ในการประเมินความหนาแน่นของเต้านมในเชิงปริมาณและจำแนกประเภทตามเกณฑ์ของ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4 และเปรียบเทียบผลการจำแนกกับรายงานผลการตรวจของรังสีแพทย์ในฐานข้อมูล

วัสดุและวิธีการ

ก. ภาพถ่ายรังสีเต้านม

การศึกษานี้ใช้ภาพถ่ายรังสีเต้านมแบบดิจิตอลจากฐานข้อมูล DDSM (Digital Database of Screening Mammography)¹⁶



ภาพที่ 1 แสดงการใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพ (Thresholding value) ในการแยกส่วนจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อไขมันออกจากจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อไขมันจากฮิสโตแกรมของภาพ

ซึ่งมีการรายงานผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมโดยรังสีแพทย์ตามเกณฑ์ของ BI-RADS ที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับผลการจำแนกที่ได้จากการศึกษานี้ โดยภาพที่ใช้เป็นภาพถ่ายรังสีเต้านมของหญิงอายุระหว่าง 37-81 ปี เฉลี่ยอายุ 56 ปี ในท่าแนวทะแยงจากด้านข้าง (Medio-lateral oblique view; MLO) ที่มีผลการตรวจเป็นปกติ มีผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS I, II, III และ IV กลุ่มละ 33 ภาพ รวมเป็น 132 ภาพ

ข. วิธีดำเนินงาน

1. การกรองสิ่งรบกวนออกจากภาพถ่ายรังสีเต้านม

ทำการกรองภาพหรือ smooth ภาพถ่ายรังสีเต้านม โดยใช้ median filter เพื่อกำจัดสิ่งรบกวนภาพ (Noise) ที่จะส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์ โดยภาพที่ผ่านขั้นตอนนี้จะมสิ่งรบกวนภาพลดลง ในขณะที่ยังสามารถรักษาโครงสร้างขนาดเล็กของภาพไว้ได้

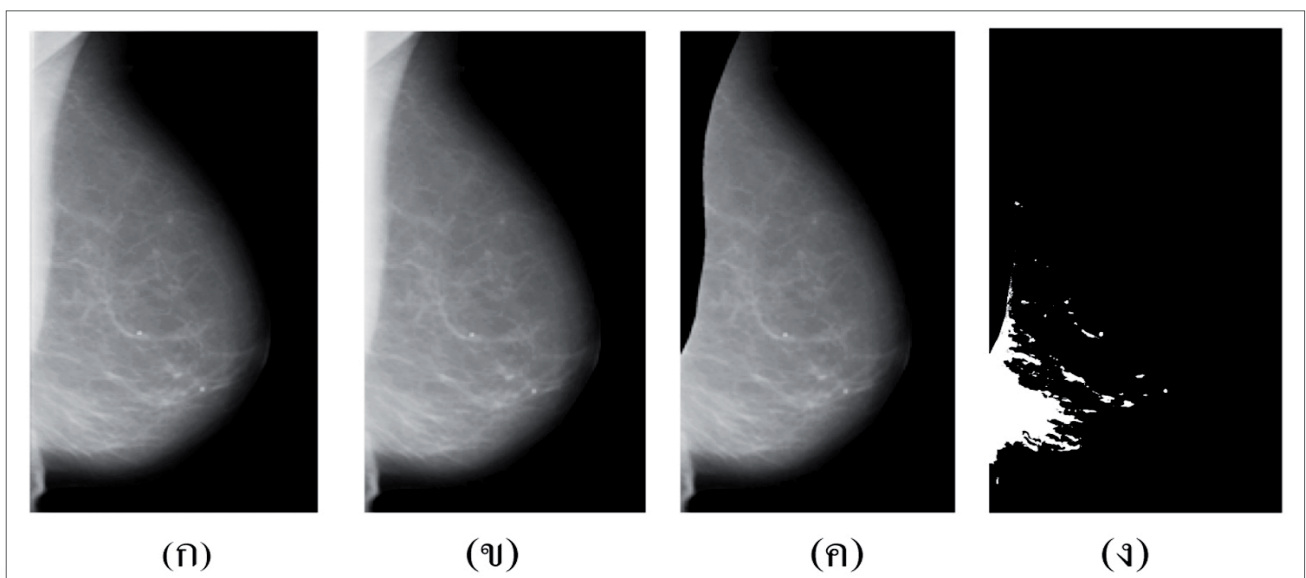
2. การแยกส่วนพื้นภาพและส่วนกล้ามเนื้อทรวงอกออกจากภาพ

ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่จะนำมาประมาณค่าความหนาแน่นของเต้านมจะต้องเป็นภาพที่แสดงเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเต้านมเท่านั้น ดังนั้น จึงทำการแยกส่วนพื้นภาพหรือส่วนอากาศและส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อทรวงอกออกจากภาพ

การแยกส่วนพื้นภาพนั้นจะใช้หลักการพิจารณาจากความแปรปรวน (Variance) ของจุดภาพ ในภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณพื้นภาพหรือส่วนที่เป็นอากาศจะเป็นส่วนที่ได้รับรังสีในปริมาณมากจุดภาพมีค่าความแปรปรวนน้อย ในขณะที่บริเวณเนื้อเยื่อเต้านมมีการดูดกลืนรังสีมากจุดภาพมีค่าความแปรปรวนมาก เมื่อนำค่าความแปรปรวนของจุดภาพทั้งหมดมาแจกแจงและหาค่าขีดแบ่งที่เหมาะสม จะสามารถนำมาใช้ในการแยกส่วนพื้นภาพออกจากส่วนของเต้านมได้

ภาพถ่ายรังสีเต้านมตั้งต้น (ภาพที่ 2 ก) เมื่อนำมาผ่านขั้นตอนนี้จะได้ภาพที่มีส่วนพื้นภาพมีค่าจุดภาพเป็น 0 (ภาพที่ 2ข) แต่ภาพที่ได้ยังมีส่วนของกล้ามเนื้อทรวงอกรวมอยู่ซึ่งจะมีผลต่อการจำแนกเนื่องจากกล้ามเนื้อทรวงอกเป็นส่วนที่มีค่าจุดภาพใกล้เคียงกับส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไขมันทรวงอก ดังนั้น จึงนำภาพมาแยกส่วนกล้ามเนื้อออก เพื่อให้ได้ภาพที่มีเฉพาะส่วนเนื้อเยื่อเต้านมเท่านั้น

วิธีการแยกส่วนกล้ามเนื้อทรวงอกใช้หลักการพิจารณาจากความแตกต่างของค่าจุดภาพในบริเวณเนื้อเยื่อเต้านมกับกล้ามเนื้อทรวงอก โดยกล้ามเนื้อทรวงอกจะเป็นส่วนที่มีค่าจุดภาพที่สูงกว่าส่วนเนื้อเยื่อเต้านม จึงมองเห็นกล้ามเนื้อทรวงอกเป็นแถบสีขาวที่แตกต่างจากเนื้อเยื่อเต้านมอย่างชัดเจน ทั้งนี้การแยกส่วนจะพิจารณาร่วมกับตำแหน่งทางกายวิภาคด้วย (ภาพที่ 2ค)



ภาพที่ 2 แสดงภาพถ่ายรังสีเต้านมในขั้นตอนต่างๆ (ก) ภาพตั้งต้น (ข) ภาพจากการแยกส่วนพื้นภาพออกจากภาพ (ค) ภาพแสดงส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเต้านมหลังจากแยกส่วนกล้ามเนื้อทรวงอกออก (ง) ภาพที่มีความเข้มสองระดับที่ได้จากการใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพจากวิธี Maximum entropy โดยจุดภาพที่มีค่าเป็น 1 (สีขาว) จะแสดงถึงส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไขมันทรวงอกและส่วนอื่นๆ ที่เหลือจะมีค่าจุดภาพเป็น 0 (สีดำ)



3. การหาค่าขีดแบ่งจุดภาพ

หาค่าขีดแบ่งจุดภาพ โดยใช้วิธี Maximum entropy เพื่อแยกส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนดูลาร์ออกจากส่วนเนื้อเยื่อไขมัน ดังภาพที่ 2(ง) โดยแบ่งจุดภาพเป็นสองส่วน คือ จุดภาพตำแหน่งใดมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งจะให้ค่าจุดภาพในตำแหน่งนั้นมีค่าเป็น 1 จุดภาพเหล่านี้จะสัมพันธ์กับส่วนที่มีความหนาแน่นหรือส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนดูลาร์ แต่ถ้าจุดภาพตำแหน่งใดมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่งจะให้ค่าจุดภาพในตำแหน่งนั้นมีค่าเป็น 0 ซึ่งได้แก่ ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไขมันและส่วนที่เป็นพื้นภาพ ความสัมพันธ์นี้แสดงได้ดังสมการที่ (1)

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) > T \\ 0 & f(x,y) \leq T \end{cases} \quad (1)$$

เมื่อ $g(x,y)$ คือ จุดภาพที่มีความเข้มสองระดับ

$f(x,y)$ คือ จุดภาพของภาพถ่ายรังสีเต้านม

T คือ ค่าขีดแบ่งจุดภาพ

จากภาพที่ 2(ง) นับจำนวนจุดภาพที่มีค่าเป็น 1 ซึ่งเป็นส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนดูลาร์ เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านม โดยใช้สมการที่ (2)

$$\%MD = \frac{NPF \times 100}{NPB} \quad (2)$$

เมื่อ $\%MD$ คือ ค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านม

NPF คือ จำนวนจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อ

ไฟโบรกลอนดูลาร์

NPB คือ จำนวนจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อเต้านมทั้งหมด

4. การจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านม

นำค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมที่ได้มาจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมโดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตามเกณฑ์ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4 และนำผลการจำแนกมาเปรียบเทียบกับผลการจำแนกที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM โดยใช้ตารางคอนฟิวชันเมตริกซ์ (Confusion matrix) ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แคปป่า (Kappa coefficient) และสถิติไคสแควร์ (Chi-square) เพื่อหาความสอดคล้องของการจำแนกกับผลการจำแนกของรังสีแพทย์ที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM

ผลการศึกษา

ค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21-83.85 เมื่อนำมาจำแนกโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มตามเกณฑ์ของ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4 ตามตัวอย่างการจำแนกดังภาพที่ 3 และเปรียบเทียบผลการจำแนกกับผลที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าวิธีการนี้ให้ผลการจำแนกที่มีความถูกต้องตรงกับผลที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ร้อยละ 75 (99/132) โดยใน 33 ภาพที่จำแนกผิดพลาดไปนั้น มี 30 ภาพจำแนกผิดพลาดไปในทางที่ต่ำและอีก 3 ภาพ จำแนกผิดพลาดไปในทางที่สูงกว่าผลที่ระบุในฐานข้อมูล

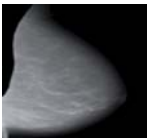
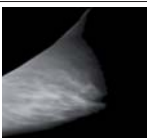
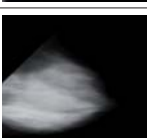
กลุ่ม BI-RADS I มีผลการจำแนกที่ตรงกับผลที่ระบุในฐานข้อมูลมากที่สุด รองลงมาได้แก่ กลุ่ม BI-RADS II และกลุ่ม BI-RADS III และ IV มีผลการจำแนกถูกต้องน้อยที่สุด โดยมีความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 90.90, 75.75 และ 66.67 ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แคปป่า มีค่าเท่ากับ 0.67 แสดงให้เห็นว่าระดับความสอดคล้องของการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมโดยวิธี Maximum entropy และโดยรังสีแพทย์มีความสอดคล้องกันในระดับต่อน้อยสำคัญและผลการวิเคราะห์โดยใช้สถิติไคสแควร์ มีค่า 7.69 แสดงให้เห็นว่าการจำแนกโดยวิธีทั้งสอง ให้ผลการจำแนกที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value}=0.053$)

วิจารณ์ผลศึกษา

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ที่หาค่าขีดแบ่งจุดภาพโดยวิธี Maximum entropy สามารถนำมาใช้ในการแยกส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนดูลาร์ออกจากส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไขมันได้ เมื่อนำมาหาค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมและนำมาจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4 ให้ผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมมีแนวโน้มไปทางด้านต่ำกว่าผลที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM โดยกลุ่มเต้านมที่มีหนาแน่นมาก (BI-RADS III และ IV) จะเป็นกลุ่มที่พบความผิดพลาดในการจำแนกมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ผลการจำแนกโดยรวมของวิธีนี้มีความถูกต้องถึงร้อยละ 75 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Oliver และคณะ¹² ที่จำแนกความหนาแน่นของเต้านมโดยใช้วิธี Bayesian classifier และใช้ภาพจากฐานข้อมูล DDSM เช่นเดียวกัน ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 77



ภาพแสดง ส่วนเนื้อเยื่อเต้านม	ภาพแยกส่วนเนื้อเยื่อเต้านม โดยวิธี Maximum entropy	ค่าร้อยละความ หนาแน่นของเต้านม	จำแนกตามเกณฑ์ BI-RADS	ผลการจำแนกที่ระบุ ในฐานข้อมูล DDSM
		1.92	1	1
		40.11	2	2
		29.81	2	3
		76.74	4	4

ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพถ่ายรังสีเต้านมที่แสดงเฉพาะส่วนเนื้อเยื่อเต้านม มาทำการแยกจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อเต้านมโดยวิธี Maximum entropy เพื่อหาค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมและจำแนกประเภท ความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ของ BI-RADS โดยเปรียบเทียบผลการจำแนกกับผลที่ระบุในฐานข้อมูล DDS

ตารางที่ 1 แสดงตารางคอนฟิวชันเมตริกซ์ของผลลัพธ์จากการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมโดยใช้วิธี Maximum entropy เปรียบเทียบกับผลการจำแนกที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM

		การจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากการใช้วิธี Maximum entropy			
		BI-RADS I	BI-RADS II	BI-RADS III	BI-RADS IV
ผลที่ ระบุใน ฐานข้อมูล DDSM	BI-RADS I ($<25\%$)	30 ($\mu = 6.49\%$)	3 (25.83%, 33.01%, 33.85% ; $\mu = 30.89\%$)	0	0
	BI-RADS II (25 - 49%)	8 (1.25%, 1.87%, 9.71%, 10.57%, 14.75%, 16.75%, 18.34%, 20.80% ; $\mu = 11.75\%$)	25 ($\mu = 31.65\%$)	0	0
	BI-RADS III (50 - 75%)	3 ($\mu = 15.52\%$)	8 (28.30%, 28.53%, 28.73%, 29.81%, 35.12%, 39.35%, 41.79%, 42.58% ; $\mu = 34.27\%$)	22 ($\mu = 56.10\%$)	0
	BI-RADS IV ($>75\%$)	1 ($\mu = 22.16\%$)	3 ($\mu = 40.85\%$)	7 (52.35%, 58.48%, 59.63%, 61.31%, 61.47%, 62.24%, 69.16% ; $\mu = 63.56\%$)	22 ($\mu = 77.04\%$)

นอกจากนี้ยังมีวิธีจำแนกความหนาแน่นของเต้านมอีกหลายวิธี เช่น การศึกษา ของ Blot และ Zwiggelaar¹¹ ได้ใช้พื้นผิวเชิงสถิติ (Statistical approach texture) โดยวิธี k-nearest neighbor พบว่าให้ผลการจำแนกถูกต้องร้อยละ 65 Miller และ Astley¹⁷ ได้ใช้เทคนิค Law และ Granulometry พบว่าให้ผลการจำแนกถูกต้องถึงร้อยละ 80 Petroudi และคณะ¹⁸ ได้ทำการศึกษากการใช้พื้นผิวเชิงสถิติในการจำแนกตามเกณฑ์ของ BI-RADS พบว่าให้ผลการจำแนกถูกต้องถึงร้อยละ 91 ในเต้านมที่ประกอบด้วยไขมันเป็นส่วนใหญ่ (BI-RADS I) และมีความถูกต้องร้อยละ 78 ในเต้านมที่มีความหนาแน่นมาก (BI-RADS IV) ซึ่งวิธีการต่างๆ ที่ได้กล่าวมานั้นเป็นวิธีที่ให้ผลการจำแนกในเชิงคุณภาพเพียงอย่างเดียว แต่วิธีที่ได้จากการศึกษานี้สามารถให้ผลการจำแนกในเชิงปริมาณ เพื่อนำไปจำแนกในเชิงคุณภาพตามเกณฑ์ของ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4 ต่อไป ซึ่งปัจจุบันนี้มีการวิจัยที่ใช้ค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมในเชิงปริมาณในการศึกษาทางด้านระบาดวิทยา เช่นการศึกษาของ Warner และคณะ⁴ ใช้ค่าดังกล่าวตรวจติดตามหญิงที่ได้รับการรักษาโดยใช้ฮอร์โมน (Hormonal replacement therapy; HRT) และการศึกษาผลของวิตามินดีและแคลเซียมเสริมต่อความหนาแน่นของเต้านมในหญิงวัยเจริญพันธุ์¹⁹ เป็นต้น

ความถูกต้องในการจำแนกความหนาแน่นของเต้านมนั้น นอกจากจะขึ้นกับวิธีที่ใช้ในการหาค่าขีดแบ่งจุดภาพแล้วยังขึ้นกับวิธีที่ใช้ในการแยกส่วนพื้นภาพออกจากภาพด้วย โดยจะต้องเป็นวิธีที่มีการสูญเสียจุดภาพของเนื้อเยื่อเต้านมน้อยที่สุดจากการศึกษาของ Baker และคณะ²⁰ รายงานว่าวิธีที่ยอมรับได้นั้นต้องมีค่าการสูญเสียน้อยกว่าร้อยละ 5 ซึ่งวิธีพิจารณาค่าความแปรปรวนของความเข้มจุดภาพที่ใช้ในการศึกษานี้มีค่าการสูญเสียเนื้อเยื่อเต้านมโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 4.96 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธี Maximum entropy หาค่าขีดแบ่งจุดภาพนั้น สามารถนำมาใช้ในการแยกส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนดูลาร์ออกจากส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไขมันในภาพถ่ายรังสีเต้านมได้ เมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมและนำมาจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ของ BI-RADS แล้วมีความถูกต้องในการจำแนกอยู่ในระดับดี โดยการจำแนกที่ผิดพลาดมีแนวโน้มไปทางด้านที่ต่ำกว่าความเป็นจริง อย่างไรก็ตามวิธีนี้ให้ผลการจำแนกที่สอดคล้องกับการจำแนกโดยรังสีแพทย์อยู่ในระดับดี (Kappa coefficient=0.67) ผลการจำแนกไม่แตกต่างจากการรายงานโดยรังสีแพทย์อย่างมีนัยสำคัญ (Chi-square=7.69, p-value=0.053) ดังนั้น วิธีการนี้สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยรังสีแพทย์ในการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากภาพถ่ายรังสีได้ โดยเป็นวิธีที่ใช้ได้ผลดีในการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่มีความหนาแน่นน้อยที่ประกอบด้วยไขมันเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจะความผิดพลาดได้เมื่อนำไปใช้ในกลุ่มเต้านมที่มีความหนาแน่นมาก

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของผลงานระหว่างที่ศึกษาอยู่ ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยได้รับทุนสนับสนุนค่าใช้จ่าย จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้



เอกสารอ้างอิง

1. American College of Radiology. American College of Radiology Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 4th ed, Reston, Va: American College of Radiology, 2003.
2. Ho WT, Lam PWT. Clinical Performance of Computer-assisted Detection (CAD) System in Detecting Carcinoma in Breasts of Different Densities. *Clinical Radiology* 2003; 58(2): 133-6.
3. Wolfe JN. Breast patterns as an index of risk for developing breast cancer. *AJR Am J Roentgenol* 1976; 126: 1130-9.
4. Warner E, Lockwood G, Math M, Tritchler D, Boyd NF. The risk of breast cancer associated with mammographic parenchymal patterns: a meta-analysis of the published literature to examine the effect of method of classification. *Cancer Detect Prev.* 1992; 16: 67-72.
5. Boyd NF, Greenberg C, Lockwood G, et al. Effects at 2 years of a low-fat, high-carbohydrate diet on radiologic features of the breast: results from a randomized trial. *J Natl Cancer Inst* 1997; 89: 488-96.
6. Byrne C, Schairer C, Wolfe J, et al. Mammographic features and breast cancer risk: Effects with time, age, and menopause status. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87: 1622-9.
7. Boyd NF, Byng RA, Jong EK, et al. Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk: results from the Canadian National Breast Screening Study. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87: 670-5.
8. Gram IT, Bremnes Y, Ursin G, Maskarinec G, Bjurstam N, Lund E. Percentage density: Wolfe's and Tabár's mammographic patterns: agreement and association with risk factors for breast cancer. *Breast Cancer Research* 2005; 7: 854-61.
9. Zhou C, Chan HP, Petrick N, Helvie MA, Goodsitt MM, Sahiner B, Hadjiiski LM. Computerized image analysis: Estimation of breast density on mammograms. *Med. Phys.* 2001; 28: 1056-69.
10. Ciatto S, Houssami N, Apruzzese A, et al. Categorizing breast mammographic density : Intra- and inter-observer reproducibility of BI-RADS density categories. *Breast J* 2005; 14: 269-75.
11. Blot L, Zwiggelaar R. Background texture extraction for the classification of mammographic parenchymal patterns. In *MIUA* 2001: 145-8.
12. Oliver A, Freixenet J, Marti R, et al. A Novel Breast Tissue Density Classification Methodology. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 2008; 12(1): 55-65.
13. Sheshadri HS, Kandaswamy A. Experimental investigation on breast tissue classification based on statistical feature extraction of mammograms. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 2007; 31: 46-8.
14. Yaffe MJ. Mammographic density: Measurement of mammographic density. *Breast Cancer Research* 2008; 10(209).
15. Wong AK. A gray-level threshold selection method based on maximum entropy principle. *IEEE Trans System Man Cybernetics* 1989; 19: 866-71.
16. Heath M, Bowyer K, Kopans D, Moore R, Kegelmeyer PJ. The digital database for screening mammography. *Proc. Int. Workshop Dig. Mammography* 2000: 212-8.
17. Miller P, Astley S. Classification of breast tissue by texture analysis. In *Image and Vision Computing*. Newton, MA: Butterworth-Heinemann 1992; 10: 277-82.
18. Petroudi S, Kadir T, Brady M. Automatic classification of mammographic parenchymal patterns : A statistical approach. *Engineering in Medicine and Biology Society* 2003; 1: 798-801.
19. Berube S, Diorio C, Masse B, et al. Vitamin D and calcium intakes from food or supplements and mammographic breast density. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 2005; 14: 1653-9
20. Baker JA, Rosen ML, Crockett MM, Lo JY. Accuracy of Segmentation of a Commercial Computer-aided Detection System for Mammography. *Radiology*, 2005; 235: 385-90.