



การปรับปรุงภาพแมมโมแกรม โดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป  
Mammogram Enhancement By Using Generalized Interpolating Wavelet

นางสาวอรทิพย์ เลื่อยงาม รหัส 45360609  
นางสาวอัญญา แก้วจินดา รหัส 45360625

5078234

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์  
วันที่รับ..... 17 มี.ค. 2549  
เลขทะเบียน..... 4900009  
เลขเรียกหนังสือ..... ปร.  
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๑ ๒2๕๗  
2548

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ปีการศึกษา 2548



หัวข้อโครงการ	การปรับปรุงภาพแมมโมแกรม โดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ ผิดพลาดทั่วไป	
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวอรทิพย์ เลื่อยงาม รหัส 45360609	
	นางสาวอัญชญา แก้วจินดา รหัส 45360625	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ เข้มเม่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2548	

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเมทแเล็ป สำหรับการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัล โดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป เพื่อนำภาพที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปช่วยในการวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมของแพทย์

วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ คือ 1) กระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Spline) เป็นการเพิ่มการสุ่มข้อมูลของข้อมูลภาพ 2) การแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อหาสัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับของการแปลงรูป 3) การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตแบบแข็ง (Wavelet Hard-Threshold) เพื่อกำจัดข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์ออกไป 4) การแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อรวมสัมประสิทธิ์ที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 3 ให้ได้ภาพที่สมบูรณ์หลังจากการปรับปรุงภาพ

จากผลการทดลองนำภาพแมมโมแกรมขนาด 256x256 พิกเซล ที่ผิดพลาดทั้ง 4 ระดับมาคำนวณหาค่าความผิดพลาด SNR (Signal to Noise Ratio) พบว่า ถ้าระดับความรุนแรงของหินปูนในภาพแมมโมแกรมเพิ่มขึ้น จะได้ค่าความผิดพลาด SNR ที่ลดลงเรื่อยๆ และเมื่อนำภาพที่ผิดพลาดทั้ง 4 ระดับมาปรับปรุงโดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป พบว่าค่าความผิดพลาด SNR มีค่าใกล้เคียงกับ 1 [dB] เกือบเท่ากันทุกภาพ ดังนั้นเราสามารถสรุปได้ว่า เมื่อค่า SNR ที่หาได้หลังจากการนำภาพแมมโมแกรมมาผ่านการปรับปรุงจะได้ค่าความผิดพลาด SNR ใกล้เคียง 1 [dB] บ่งชี้ว่าภาพแมมโมแกรมที่ผิดพลาดทั้ง 4 ภาพ เป็นระดับความผิดพลาดที่มีความเสี่ยงต่อการเป็น โรคมะเร็งเต้านม



**Project** Mammogram Enhancement By Using Generalized Interpolating Wavelet  
**Name** Miss.Oratip Lueyngam ID 45360609  
Miss.Unchana Keawjinda ID 45360625  
**Project Advisor** Assistant Professor Suchart Yammen , Ph.D.  
**Major** Computer Engineering  
**Department** Electrical and Computer Engineering  
**Academic Year** 2005

.....

### ABSTRACT

The objectives of this study are to study and to develop a MATLAB program for digital mammogram image enhancement by using Generalized Interpolating Wavelets. Furthermore the enhanced image is used helpfully to diagnose the breast cancer.

Generalized Interpolating Wavelets are including to 4 steps : 1) Data Interpolating Process by B-Spline Approach is used to increase a random interpolating of data image 2) Discrete Wavelets Transform is used to find the coefficients in each level of image transformation 3) Wavelets Hard Threshold is used to eliminate undesired data 4) Inverse Discrete Wavelets Transform is used to combine the wavelets coefficients from the third step into a completed image after enhancement.

According to the result of the experiment by calculating to find out the value of Signal to Noise Ratio (SNR) of the abnormal mammogram image with size 256 x 256 pixel from 4 levels found that if the concentration of calcificate level in the mammogram image increase, the value of SNR is decreased continuously. When the abnormal mammogram image from 4 levels is also enhanced by Generalized Interpolating Wavelets found that the value of Signal to Noise Ratio (SNR) is adjacent to 1 [dB] equally in every images. Thus , we could conclude that the SNR value that is obtained after taking the mammogram image enhancement, it would get the SNR value closed to 1 [dB] and it indicates that the 4 abnormal mammogram images are abnormal level which is risky to be the breast cancer.



## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีก็เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เข้มเม่น ที่คอยให้ความช่วยเหลือ เอาใจใส่ และช่วยแนะนำในทุกๆ ด้าน รวมถึงอาจารย์ทุกท่านและเพื่อนๆ ที่มีได้กล่าวถึงที่ได้คอยแนะนำ และให้คำปรึกษาจนคลายความข้องใจ ในโอกาสนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบคุณทุกๆ ท่าน ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

รวมทั้งบิดามารดาของข้าพเจ้าที่เป็นผู้สนับสนุนในทุกๆด้านและให้โอกาสทางการศึกษาอย่างเต็มที่ ด้วยกำลังใจและความเอาใจใส่ในทุกเรื่อง พวกข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณของท่านและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้



นางสาวอรทิพย์ เลื่อยงาม  
นางสาวอัญชญา แก้วจินดา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบข่ายของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 งบประมาณที่ใช้.....	3
<b>บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี</b>	
2.1 การเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline Interpolation).....	4
2.2 การแปลงรูปเวฟเล็ตของภาพ (Discrete Wavelet Transform (DWT) for image).....	5
2.3 การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์เวฟเล็ต (Wavelet Thresholding).....	7
2.4 การแปลงกลับเวฟเล็ตของภาพ (Inverst Discrete Wavelet Transform (DWT) for image).....	8
2.5 การหาค่าความผิดพลาด (The signal-to-noise ratio (SNR)).....	9
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ</b>	
3.1 การปรับปรุงภาพแมมโมแกรมโดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป.....	10
3.2 ขั้นตอนของการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Spline).....	13
3.3 ขั้นตอนของการทำการแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง 2 ระดับ.....	14
3.4 ขั้นตอนการนำตัวสัมประสิทธิ์ไปเข้าการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold).....	15

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.5 ขั้นตอนการแปลงกลับเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่อง.....	16
3.6 ขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาด SNR (Signal To Noise Ratio).....	16
3.6.1 ขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาด SNR.....	16
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์</b>	
4.1 ผลการทดลอง.....	18
4.1.1 การทดลองการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัล โดยวิธีเวฟเล็ด แบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป.....	18
4.1.2 การทดลองการหาค่าความผิดพลาด The signal-to-noise ratio (SNR).....	22
4.2 ผลการวิเคราะห์.....	25
<b>บทที่ 5 บทสรุป</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	27
5.2 ปัญหาในการทดลองและแนวทางแก้ไข.....	27
5.3 แนวทางในการพัฒนาในอนาคต.....	27
เอกสารอ้างอิง.....	28
ภาคผนวก.....	29
ประวัติผู้เขียนโครงการ.....	48



# สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

4.1 ผลการเปรียบเทียบค่า SNR.....26



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงภาพ (ด้านขวา) แสดงตัวอักษร Today ที่ผ่าน B-Spline เปรียบเทียบกับภาพ ต้นฉบับ.....	5
2.2 แสดง 2 ระดับของการแปลงรูปเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่องของภาพ 2 มิติ.....	6
2.3 แสดง 2 ระดับของการแปลงกลับเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่องของภาพ 2 มิติ.....	8
3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานของวิธีเวฟเล็ดแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป.....	10
3.2 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่ปกติ.....	11
3.3 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 1.....	11
3.4 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 2.....	12
3.5 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 3.....	12
3.6 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 4.....	13
3.7 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่ผ่านกระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ดในระดับที่ 1.....	14
3.8 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่ผ่านกระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ดในระดับที่ 2.....	15
4.1 แสดงภาพต้นฉบับ $Ad_1$ ที่ผิดปกติระดับ 1 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีเอสไปไลน์(B-Spline) และภาพ $\bar{A}d_1$ เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนแล้ว.....	18
4.2 แสดงภาพต้นฉบับ $Ad_2$ ที่ผิดปกติระดับ 2 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีเอสไปไลน์(B-Spline) และภาพ $\bar{A}d_2$ เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนแล้ว.....	19
4.3 แสดงภาพต้นฉบับ $Ad_3$ ที่ผิดปกติระดับ 3 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีเอสไปไลน์(B-Spline) และภาพ $\bar{A}d_3$ เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนแล้ว.....	20
4.4 แสดงภาพต้นฉบับ $Ad_4$ ที่ผิดปกติระดับ 4 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีเอสไปไลน์(B-Spline) และภาพ $\bar{A}d_4$ เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนแล้ว.....	21
4.5 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะปกติ (A) ขนาด 256 x 256 พิกเซล เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 1 ( $\bar{A}d_1$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วขนาด 256x256 พิกเซล.....	22
4.6 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะปกติ (A) ขนาด 256 x 256 พิกเซล เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 2 ( $\bar{A}d_2$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วขนาด 256x256 พิกเซล.....	23
4.7 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะปกติ (A) ขนาด 256 x 256 พิกเซล เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 3 ( $\bar{A}d_3$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วขนาด 256x256 พิกเซล.....	23

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 แสดงภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติ ( $A$ ) ขนาด 256 x 256 พิกเซล เปรียบเทียบกับ ภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 4 ( $\bar{A}d_4$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ขนาด 256x256 พิกเซล.....	24
4.9 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความผิดพลาด SNR.....	26





## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 หลักการและเหตุผล

โรคมะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบบ่อยเป็นอันดับ 2 รองมาจากมะเร็งปากมดลูก โดยจะพบในหญิงไทยประมาณ 15 % ของมะเร็งที่ปรากฏ มักเกิดในช่วงอายุ 40-60 ปี และเนื่องจากเราไม่รู้สาเหตุที่แท้จริงของมะเร็งเต้านม การป้องกันจึงไม่ใช่ทางเลือกที่ง่ายเลย ดังนั้นเป้าหมายที่สำคัญก็คือการตรวจพบมะเร็งเต้านมให้ได้เร็วที่สุด เพื่อทำการรักษาให้เร็วที่สุดและได้ผลที่สุด มะเร็งเต้านมยังคงเป็นสาเหตุที่ทำให้สตรีไทยต้องเสียชีวิตไปเป็นจำนวนมาก เพราะกว่าจะมีการแสดงอาการอย่างชัดเจน และมาตรวจพบภายหลัง ถ้าเป็นมะเร็งเต้านมแล้วนั้นมะเร็งก็มักจะลุกลามไปยังอวัยวะใกล้เคียง เช่น ต่อมมน้ำเหลือง ผนังทรวงอก ผิวหนัง และกระจายทางสายเลือด ไปยังอวัยวะอื่นๆ ซึ่งจัดอยู่ในภาวะร้ายแรง ผลการรักษาจึงไม่ได้ผลเหมือนกับการที่พบมะเร็งในระยะเริ่มแรกที่ยังไม่ได้ลุกลามออกไป ซึ่งจะสามารถรักษาให้หายได้โดยอัตราการหายขาด 80-90% ถึงแม้ในปัจจุบันการรักษามะเร็งเต้านมจะมีวิวัฒนาการที่ก้าวหน้าโดยการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมทั้งเครื่องมือต่างๆ มาใช้ให้ได้ผลดี และเป็นที่ยอมรับกันว่ารักษามะเร็งเต้านมให้ได้ผลดีที่สุดนั้น ต้องอาศัยการวินิจฉัยโรคให้ได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก ซึ่งแพทย์พบว่าผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งเต้านมจำนวนมากถูกวินิจฉัยอย่างล่าช้า เนื่องจากไม่มีอาการในระยะเริ่มแรก บางครั้งก้อนเนื้อร้ายชนิดที่ไม่ร้ายแรงหรือก้อนมะเร็งร้ายยังมีขนาดเล็กอยู่ และอยู่ลึกจนไม่สามารถคลำพบได้ จึงจำเป็นต้องอาศัยการตรวจโดยการถ่ายภาพรังสีของเต้านม ที่เรียกกันทั่วไปว่าแมมโมแกรม (Mammogram) โดยใช้เครื่องเอกซเรย์ที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อใช้สำหรับถ่ายภาพรังสีเต้านมโดยเฉพาะ ดังนั้นการตรวจแมมโมแกรมจึงเป็นวิธีการตรวจหาที่ดีที่สุดในปัจจุบัน ที่สามารถตรวจพบมะเร็งเต้านมในระยะเริ่มแรกก่อนการคลำก้อนได้ การตรวจด้วยแมมโมแกรมมีความปลอดภัยเนื่องจากขนาดของรังสีที่ใช้มีขนาดต่ำมาก ขณะเดียวกันแรงกดบีบขณะตรวจด้วยเครื่องแมมโมแกรมก็น้อยกว่าแรงกดบีบที่ใช้นิ้วมือ จึงไม่ทำให้การกระจายของเซลล์มะเร็งมากไปกว่าการตรวจโดยใช้นิ้วมือคลำ

ทางผู้จัดทำได้ตระหนักถึงความร้ายแรงของโรคมะเร็งเต้านม ในระยะเริ่มแรกนั้นเป็นการยากที่จะเห็นก้อนเนื้อที่ผิดปกติซึ่งมีขนาดเล็กมาก หรือมีการกระจายตัวจนไม่สามารถชี้จุดที่ผิดปกติได้ ทางผู้จัดทำจึงมีความสนใจในการที่จะใช้เทคโนโลยีของการประมวลผลภาพ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการช่วยวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมของแพทย์ เนื่องจากภาพที่ได้จากเครื่องแมมโมแกรมอาจจะไม่ชัดเจนหรืออาจจะมีข้อมูลที่ไม่มีประสิทธิภาพเกิดขึ้น เพื่อให้การวินิจฉัยของแพทย์เป็นไปอย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว ทางผู้จัดทำจึงสนใจที่จะใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไปในการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลให้มีความละเอียดขึ้น และเห็นจุดที่ผิดปกติให้ได้ดียิ่งขึ้น

เวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป คือ การนำข้อมูลภาพมาทำการเพิ่มการสุ่มข้อมูลแล้วนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละระดับของการแปลงรูปเวฟเล็ต พร้อมทั้งการกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ ในกรณีนี้เราใช้ออกแบบสำหรับการวิเคราะห์ผลลัพท์ สำหรับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอล โดยที่ข้อมูลภาพแมมโมแกรมนั้นจะประกอบด้วยเซตของข้อมูลจำนวนมาก รวมทั้งมีความละเอียดของภาพสูง การปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลในโครงการนี้จะใช้วิธีการเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ที่สามารถพิสูจน์ส่วนประกอบที่เป็นความผิดแผกในภาพแมมโมแกรมต่ำได้

วัตถุประสงค์ของผู้จัดทำโครงการนี้ คือ ให้ความสนใจเกี่ยวกับการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอล โดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป และการหาค่าความผิดพลาดนำไปหาดัชนีเพื่อวัดระดับความผิดปกติ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ และความรวดเร็วในการวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมของแพทย์ รวมทั้งศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอล โดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป โดยใช้ทฤษฎีการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Spline) การแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold) การแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง และการหาค่าความผิดพลาด (Signal To Noise Ratio)
2. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการตรวจหามะเร็งเต้านม จากภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอล โดยใช้ค่าความผิดพลาด เพื่อที่จะนำมาเป็นดัชนีในการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเป็นมะเร็งเต้านม

## 1.3 ขอบข่ายของโครงการ

ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจหามะเร็งเต้านมและพัฒนาโปรแกรมทางด้านประมวลผลภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอล เพื่อการปรับปรุงภาพแมมโมแกรม โดยใช้วิธีการเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป



#### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

กิจกรรม	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
	47	47	48	48	48	48	48	48	48	48	48
ศึกษาค้นคว้าทฤษฎี เวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ ผิดพลาดทั่วไป	←→										
ศึกษาค้นคว้าการใช้ โปรแกรมแมทแล็บ			←→								
ออกแบบ การเขียนโปรแกรม					←→						
ทดสอบโปรแกรมและ ทำการแก้ไขจุดบกพร่อง								←→			
สรุปและจัดทำรายงาน										←→	

#### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. การใช้โปรแกรมแมทแล็บในการประมวลผลภาพดิจิทัล
2. การประมวลผลภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัล โดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป รวมทั้งทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น การเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Spline) การแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold) การแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง และค่าความผิดพลาด SNR (Signal To Noise Ratio)
3. นำโปรแกรมการประมวลผลภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัล เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมของแพทย์

#### 1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

- |                        |           |       |     |
|------------------------|-----------|-------|-----|
| 1. ค่าวัสดุสำนักงาน    | เป็นจำนวน | 500   | บาท |
| 2. ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ | เป็นจำนวน | 1,500 | บาท |

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 2,000 บาท

หมายเหตุ ขออนุมัติด้วยเกล้าทุกรายการ



## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

ในการที่จะปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัล โดยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้ คือ การนำภาพแมมโมแกรมต้นฉบับมาเข้ากระบวนการเพิ่มการสุ่มข้อมูลโดยการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Spline) เพื่อเพิ่มรายละเอียดของภาพ ขั้นตอนที่สองคือนำภาพที่ได้มาเข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตเพื่อที่จะได้สัมประสิทธิ์ทั้ง 2 ระดับ ขั้นที่สามนำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมาเข้าการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold) เพื่อเป็นการกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ทั่วไป ขั้นตอนที่สี่ นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวมาเข้าการแปลงกลับเวฟเล็ตเพื่อที่จะได้ภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผ่านการปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนที่ห้าคือนำภาพที่ได้มาหาค่าความผิดพลาด โดยเทียบกับภาพต้นฉบับ เพื่อนำมาเป็นดัชนีในการวิเคราะห์หาความผิดปกติของโรคมะเร็งเต้านม โดยขั้นตอนดังกล่าวต้องอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

#### 2.1 การเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Splines Interpolation)

การเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Spline) สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มการสุ่มของข้อมูลภาพ (Image Interpolation) การเพิ่มข้อมูลที่มีการสุ่ม (Up-sampling) โดยที่ภาพที่ออกมาจะละเอียดขึ้นกว่าเดิม ค่าความเข้มของภาพที่นำมาปรับปรุงจะเป็นข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete)  $f[k]$  โดยที่  $k$  เป็นเลขจำนวนเต็ม ตามการสุ่มของข้อมูลต่อเนื่องกับเวลา (Continuous Time Signal)  $f_c(t)$  ซึ่งเราจะใช้ฟังก์ชัน Splines เข้าไปร่วมด้วย

Splines ของลำดับ (Order) ที่  $n$  มีค่าเท่ากับค่า Polynomials ของระดับ (Degree) ที่  $n$  บนแต่ละช่วงระหว่างจุด (Knot) 2 จุด (Discrete mesh ของ Value เรียกว่า Knots) ซึ่ง  $n^{\text{th}}$  ลำดับของบีสไปไลน์กับจุดที่มีระยะห่างเท่ากัน  $f_c(t)$  สามารถแสดงได้ดังนี้

$$f_c^n(t) = \sum_{k=-\alpha}^{\alpha} c(k) \beta^n(t-k) \quad ; \forall t \in R, k \in I \quad (2-1)$$

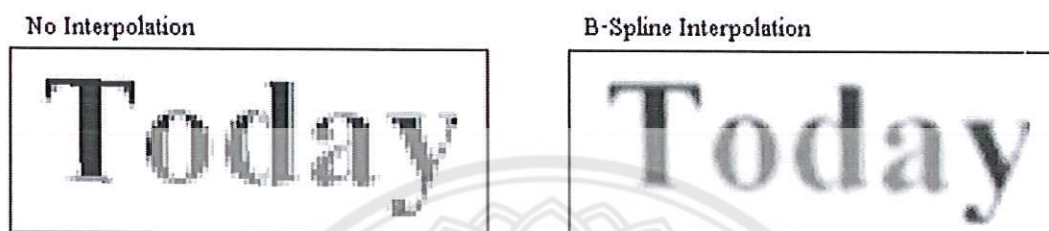
โดยที่  $c(k)$  เป็นสัมประสิทธิ์ของบีสไปไลน์ (ลำดับที่แท้จริงของข้อมูล) และ  $\beta^n(t)$  เป็นจุดที่ถูกทำให้อยู่ตรงกลางบีสไปไลน์ของลำดับที่  $n$  ซึ่งได้มาจากการคอนโวลูชัน (Convolution) ของจุดที่อยู่ตรงกลางของจุด 2 จุด กับตัวมันเอง

$$\beta^n(t) = \beta^{n-1} * \beta^0(t) = \beta^0 * \beta^0 * \dots * \beta^0(t), \quad (2-2)$$

โดยที่

$$\beta^o(t) = \begin{cases} 1, & \text{for } t \in \left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (2-3)$$

หลักการของบีสไปไลน์จะช่วยเพิ่มความหนาแน่นของการสุ่มข้อมูล และจะทำให้เกิดความสมมาตรที่บริเวณรอบๆ จุดศูนย์ ภาพที่ได้จะมีความละเอียดมากกว่าภาพต้นฉบับดังตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงภาพ (ด้านขวา) แสดงตัวอักษร Today ที่ผ่าน B-Spline เปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับ (ด้านซ้าย)

## 2.2 การแปลงรูปเวฟเล็ตของภาพ (Discrete Wavelet Transform (DWT) for image)

การแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) คือ การเปลี่ยนรูปของ Multi-scale ผลก็คือเอาท์พุทที่แสดงผลต่างๆ ในแต่ละองค์ประกอบของข้อมูลในมิติของเวลาและมิติของความถี่ พัฒนาการแปลงเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง (DWT) การที่จะทำแต่การแปลงรูปในแต่ละระดับของลำดับข้อมูล (Subsequence Transform Levels) อาจเพิ่มรายละเอียด (Detail) ซึ่งไม่มีในการแปลงรูปเวฟเล็ตระดับแรก ในแต่ละระดับของการแยกหรือจำแนกออกเป็นส่วนๆ (Decomposition) จะแสดงถึงข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยจะหาที่การแยกออกเป็นส่วนในระดับที่สองโดยจะแสดงค่าข้อมูลที่เหมือนเดิม

จากข้อมูลที่เป็น 2 มิติ  $C^{j+1}$ , การแปลงเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง สร้าง 4 สัญญาณที่แยกออกมาแสดงในระดับถัดไป สัมประสิทธิ์  $C^j$  ( low-low band ) สัมประสิทธิ์ Vertical  $d^{j1}$  (low-high band) สัมประสิทธิ์ horizontal  $d^{j2}$  (high-low band) และสัมประสิทธิ์ Diagonal  $d^{j3}$  (high-high band ) ตามสมการ

$$C_{m-n}^j = \frac{1}{2} \sum C^{j+1} h_{k-2m} h_{1-2n} \quad (2-4)$$

$$C_{m-n}^{j1} = \frac{1}{2} \sum C^{j+1} h_{k-2m} g_{1-2n} \quad (2-5)$$

$$C_{m-n}^{j2} = \frac{1}{2} \sum C^{j+1} g_{k-2m} h_{1-2n} \quad (2-6)$$

$$C_{m-n}^{j3} = \frac{1}{2} \sum C^{j+1} g_{k-2m} g_{l-2n} \quad (2-7)$$

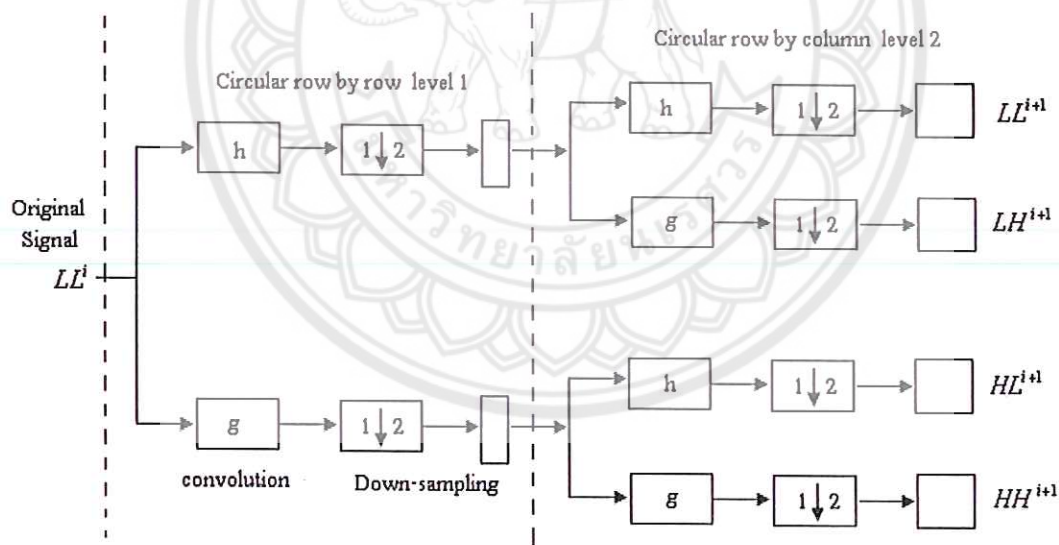
จากสมการ  $m$  และ  $n$  แทนพิกัดของ Pixel (แถวและคอลัมน์)  $g$  มาจากตัวกรองข้อมูล (Filter) High pass FIR (Finite impulse response) และ  $h$  มาจาก ตัวกรองข้อมูล Lowpass FIR โดย  $j$  คือฟังก์ชัน Scaling ตาม  $x$ -axis ( $j = 0, 1, 2, \dots, j+1$ ) และ  $k$  กำหนดจากตำแหน่งของฟังก์ชัน Scaling ตาม  $x$ -axis ( $k = 1, 2, \dots, 2^{j+1}$ )

$$g_0 = (-1)^n h_1(n) \quad (2-8)$$

$$g_1 = (-1)^{n+1} h_0(n) \quad (2-9)$$

$$h_i = g_i(2k-1-n) \quad (2-10)$$

เมื่อ  $i = \{0, 1\}$  การประมวลผลนี้คือการคอนโวลูชัน (Convolution) แถวในภาพที่นำเข้าไป (Input image) แล้วลดการสุ่มข้อมูล (Down-sample) ของคอลัมน์ (Column) จะประกอบเป็น 2 ภาพย่อย (Two sub-image) แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดง 2 ระดับของการแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่องของภาพ 2 มิติ

จากรูปที่ 2.2  $LL^i$  แทนภาพต้นฉบับ (Original Image) ซึ่งแต่ละภาพที่นำเข้าไปจะถูกแยกออกเป็น ส่วนๆ และลดการสุ่มข้อมูลโดยใช้ Lowpass digital FIR และตัวกรองข้อมูล High pass digital FIR เมื่อ ตัวกรองข้อมูล FIR สร้างเซตของสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง (Approximation coefficient) และอีก 3 กลุ่ม



(Set) ของสัมประสิทธิ์ของรายละเอียดที่เหลือ (Detail Coefficient) คือ สัมประสิทธิ์ Horizontal สัมประสิทธิ์ Vertical และสัมประสิทธิ์ Diagonal ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลภาพจะมี scales ที่ต่างกัน

ขั้นแรก : แถวของภาพ  $LL^i$  จะถูกคอนโวลูชันกับตัวกรองข้อมูล  $h$  และ  $g$  แล้วคอตัมภ์จะถูกลดการสุ่มข้อมูล สร้าง 2 ภาพย่อย คือ สัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง และสัมประสิทธิ์ของรายละเอียด โดยถูกลดจากส่วนที่คูณขึ้นเป็นจำนวน (Factor) ของ 2

ขั้นที่สอง : แถวของสัมประสิทธิ์ของรายละเอียดจะถูกคอนโวลูชันกับตัวกรองข้อมูล  $h$  และ  $g$  แล้วคอตัมภ์จะถูกลดการสุ่มข้อมูลสร้าง คือสัมประสิทธิ์ Horizontal และ Detail โดยถูกลดจากส่วนที่คูณขึ้นเป็นจำนวนของ 2

ขั้นที่สาม : แถวของสัมประสิทธิ์ของรายละเอียดจะถูกคอนโวลูชันกับตัวกรองข้อมูล  $h$  และ  $g$  แล้วคอตัมภ์จะถูกลดการสุ่มข้อมูลสร้าง 2 ภาพย่อย คือสัมประสิทธิ์ Vertical และสัมประสิทธิ์ Diagonal โดยถูกลดจากส่วนที่คูณขึ้นเป็นจำนวนของ 2

ประโยชน์ของการลดการสุ่มข้อมูล คือการลดขนาดของภาพขณะที่ยังรักษาไว้ซึ่งข้อมูลที่สำคัญ ทั้งภาพย่อยที่ผ่านตัวกรองข้อมูลและการลดการสุ่มข้อมูลไปสู่เอาต์พุตทั้ง 4 ของภาพ

### 2.3 การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์เวฟเล็ต (Wavelet Thresholding)

บ่อยครั้งที่ภาพเกิดความเสียหายจากการเกิดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ทั่วไป (Noise) ที่เข้ามาจุดประสงค์ของการกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ออกไป คือการเอาข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์นั้นออกจากข้อมูลภาพในขณะที่ยังรักษาไว้ซึ่งลักษณะสำคัญของข้อมูลภาพ การแก้ไขการแยกระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ โดยการกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ผ่านทาง การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์เวฟเล็ต โดยการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์เวฟเล็ตนี้จะเริ่มจาก การแปลงเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่องของพื้นฐานเมทริกซ์พิกเซลของผลลัพธ์แบบ Multi หรือเวฟเล็ต (pixel matrix Multi-resolution (Wavelet) based) โดยที่ฟังก์ชันการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold) ค่า Threshold ( $\lambda$ ) ถูกกำหนดตามรูปแบบของการเลือกค่า  $\lambda$  ในที่นี้เราเลือกจาก  $\lambda = \sqrt{2 \log N}$  เมื่อ  $N$  คือขนาดของแต่ละสัมประสิทธิ์ โดยเลือกสัมประสิทธิ์ที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่าหรือเท่ากับค่า  $\lambda$  ในขณะที่สัมประสิทธิ์ที่มีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า  $\lambda$  จะถูกกำหนดให้เป็นศูนย์ (Set zero) ขั้นตอนสุดท้ายคือการแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง ผลลัพธ์ คือ แยกแยะระหว่าง สัญญาณจริงกับสัญญาณรบกวน

$$f_h(x) = \begin{cases} x & \text{if } |x| \geq \lambda \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-11)$$

การกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ของภาพที่เกิดข้อมูลไม่พึงประสงค์สามารถแบ่งออกได้เป็น

3 ขั้นตอน

1. การแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่องของภาพ (DWT)
2. การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold) ของแต่ละสัมประสิทธิ์เวฟเล็ต
3. การแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง (IDWT)

ดังนั้น การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง ที่แสดงถึงสัมประสิทธิ์ของการแปลงรูปเวฟเล็ต ซึ่งจะถูกรักษาไว้เพียงที่ค่าที่สมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ซึ่งค่าเหล่านั้นต้องมากกว่าหรือเท่ากับค่าของ Threshold ( $\lambda$ )

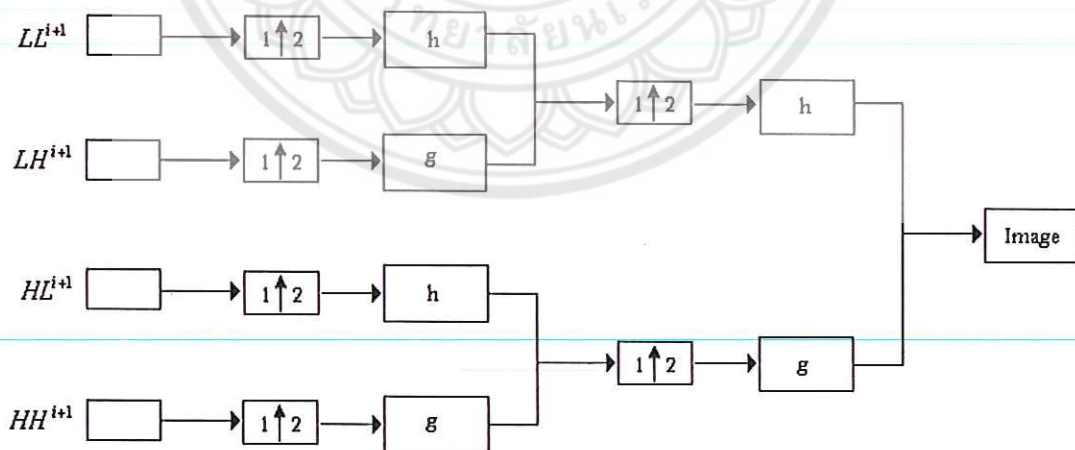
## 2.4 การแปลงกลับเวฟเล็ตของภาพ (Inverse Discrete Wavelet Transform (DWT)

for image)

การแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นการนำสัมประสิทธิ์ที่ได้จากกระบวนการ การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold) มาแปลงรูปกลับ กลายเป็นภาพที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว โดยที่การประกอบกันของข้อมูล (reconstruction) หาได้ดังสมการ

$$C^{j+1} = \frac{1}{2} \left( \sum C^{j+1} h_{k-2m} h_{1-2n} + \sum C^{j+1} h_{k-2m} g_{1-2n} + \sum C^{j+1} g_{k-2m} h_{1-2n} + \sum C^{j+1} g_{k-2m} g_{1-2n} \right) \quad (2-12)$$

ตัวกรองข้อมูล Lowpass FIR และ Highpass FIR แทนตัวกรองข้อมูลของระดับที่ N จำนวนระดับถัดไปของตัวกรองข้อมูล Lowpass FIR และ Highpass FIR ตามสมการ 2-12



รูปที่ 2.3 แสดง 2 ระดับของการแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่องของภาพ 2 มิติ

## 2.5 การหาค่าความผิดพลาด (The signal-to-noise ratio (SNR))

การหาค่าความผิดพลาดจากการปรับปรุงภาพเมมโมแกรมสามารถใช้ signal to noise ratio (SNR) เพื่อเป็นเครื่องมือวัด บอกถึงความแตกต่างของข้อมูลระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพที่นำมาปรับปรุงแล้ว โดยใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูล SNR แสดงในหน่วยเดซิเบล [dB] ตามการวัดความสัมพันธ์ของน้ำหนัก (weight) ระหว่างภาพ 2 ภาพ โดยค่า SNR เป็นสัดส่วนโดยตรงกับคุณภาพของภาพ โดยจะเป็นดัชนีวัดคุณภาพของภาพที่ได้ใหม่ว่ามีการสูญเสียเล็กน้อยเพียงใด

$$SNR_{(dB)} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} (s(m, n))^2}{\sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} (s(m, n) - \hat{s}(m, n))^2} \right\} \quad (2-13)$$

กำหนดให้: ค่า  $m, n$  เป็นค่าของแกนนอนและแกนตั้ง  
 ค่า  $s(m, n)$  เป็นข้อมูลภาพต้นฉบับ  
 ค่า  $\hat{s}(m, n)$  เป็นข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

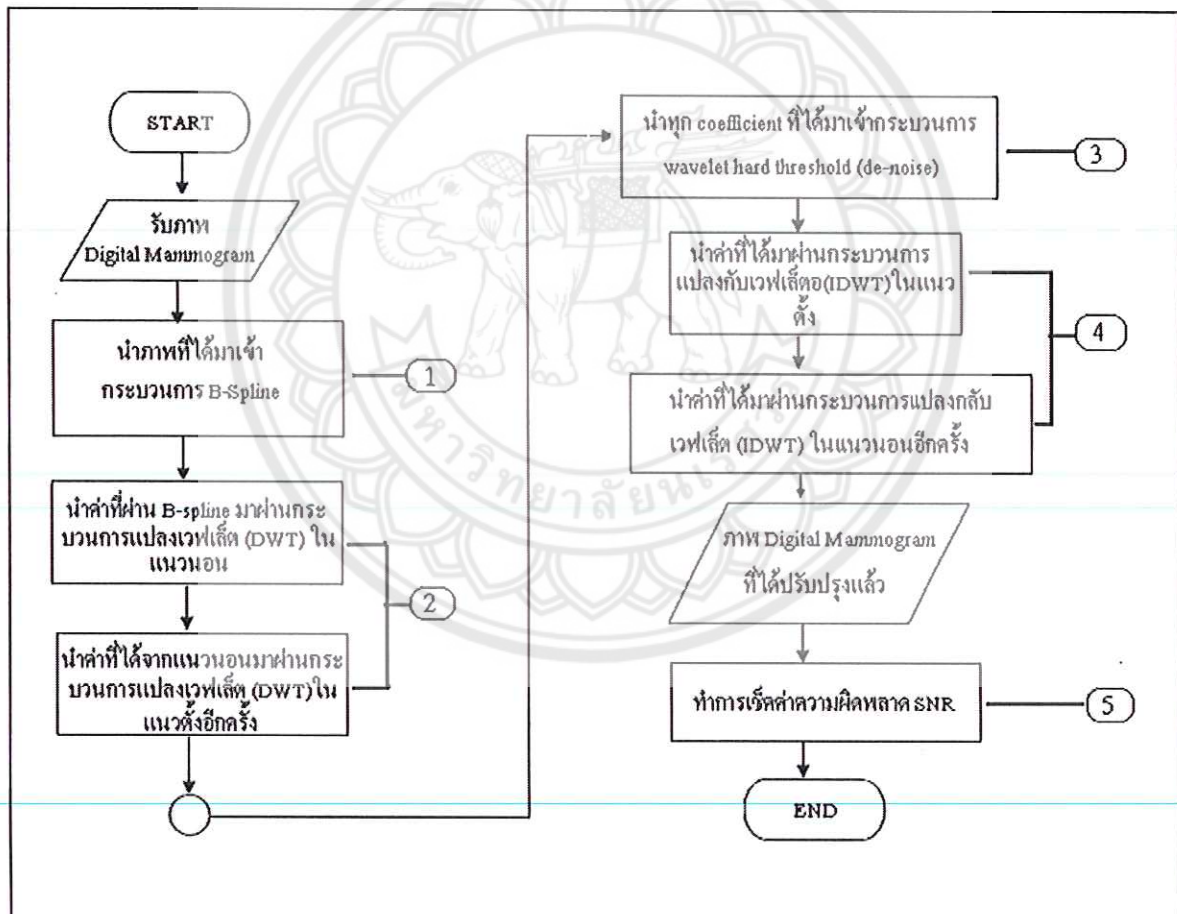


## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินโครงการ

#### 3.1 การปรับปรุงภาพแมมโมแกรมโดยใช้วิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป

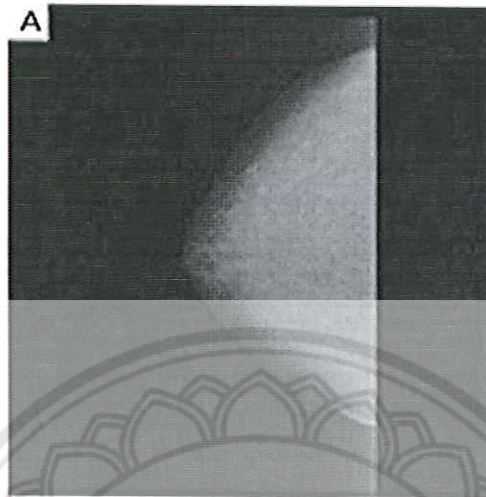
วิธีการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลโดยใช้หลักการของ เวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป และการหาค่าความผิดพลาดเพื่อที่จะนำมาเป็นดัชนีในการวิเคราะห์ผล จะใช้หลักการและทฤษฎีดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 คือการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) การแปลงเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Threshold) การแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง และการหาค่าความผิดพลาด จะแบ่งขั้นตอนการทำงานประมวลผลออกเป็น 5 ส่วน แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานของวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป

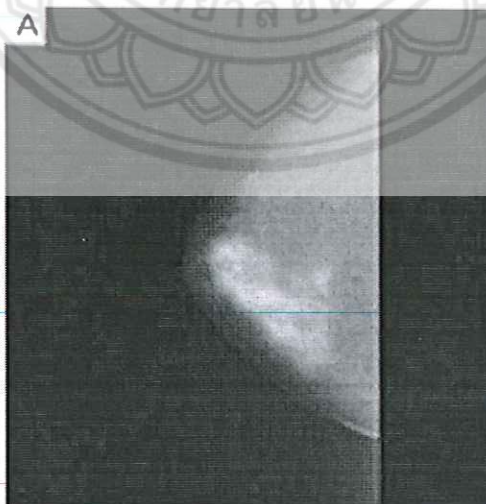
รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนการประมวลผลภาพโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป และการวิเคราะห์ผลโดยการหาค่าความผิดพลาด ต่อไปจะเป็นการอธิบายลงไปในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ปรากฏตัวเลขขั้นตอนในแผนผังทั้ง 5 ขั้นตอน หลังจากมีการรับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับเข้ามาโดยจะนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่ปกติ 1 ภาพ และภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีความผิดปกติทั้งหมด 4 ระดับ เพื่อที่จะปรับปรุงและวิเคราะห์ผลดังแสดงในรูปที่ 3.2



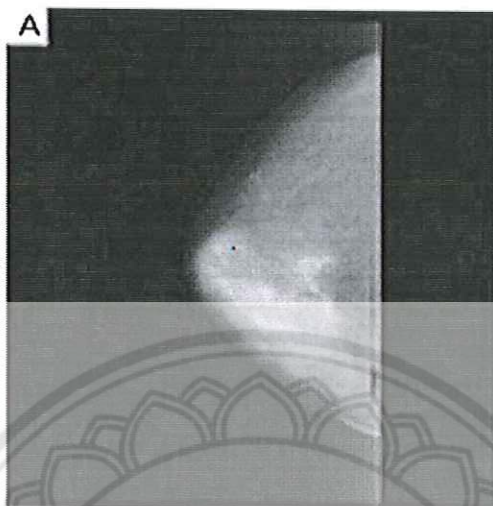
รูปที่ 3.2 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่ปกติ

รูปที่ 3.2 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่ปกติเป็นภาพต้นฉบับ มีขนาด 256x256 พิกเซล เป็นภาพที่เราจะนำมาประมวลผลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับเดิม รวมทั้งนำมาเปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีความผิดปกติทั้งที่ปรับปรุงแล้ว และที่ยังไม่ได้ปรับปรุงด้วยเพื่อนำไปวิเคราะห์ผล



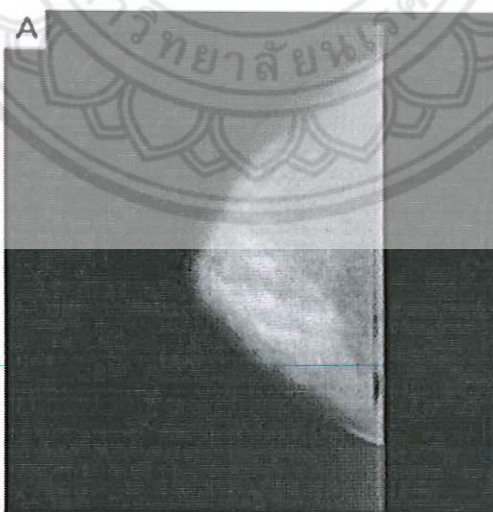
รูปที่ 3.3 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 1

รูปที่ 3.3 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติ มีขนาด 256x256 พิกเซล จะเห็นได้ว่ามีก้อนสีขาวเกิดขึ้นในภาพ ซึ่งบ่งบอกถึงตัวหินปูน (Calcificate) ที่เป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งเต้านม จากรูปมีก้อนสีขาวในปริมาณหนึ่งแต่ยังไม่มากนักให้เป็นความผิดปกติในระดับที่ 1



รูปที่ 3.4 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 2

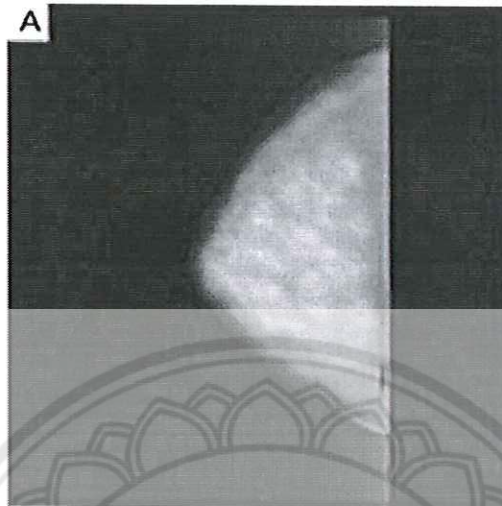
รูปที่ 3.4 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติ มีขนาด 256x256 พิกเซล จากภาพจะมีก้อนสีขาวในปริมาณที่มากกว่ารูปที่ 3.3 บ่งบอกว่ามีตัวหินปูนที่มากขึ้น โอกาสที่จะเป็นเนื้อมะเร็งก็จะมากขึ้นเช่นกัน ให้เป็นความผิดปกติในระดับที่ 2



รูปที่ 3.5 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 3



รูปที่ 3.5 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติ มีขนาด 256x256 พิกเซล จากรูปก้อนสีขาวที่ปรากฏนั้นมีปริมาณที่มากขึ้นกว่ารูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 ตัวก้อนสีขาวเริ่มกระจายออกนั้นก็แสดงว่าตัวหินปูนลูกกลมเนื้อด้านมแล้ว ให้เป็นความผิดปกติในระดับที่ 3



รูปที่ 3.6 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติในระดับที่ 4

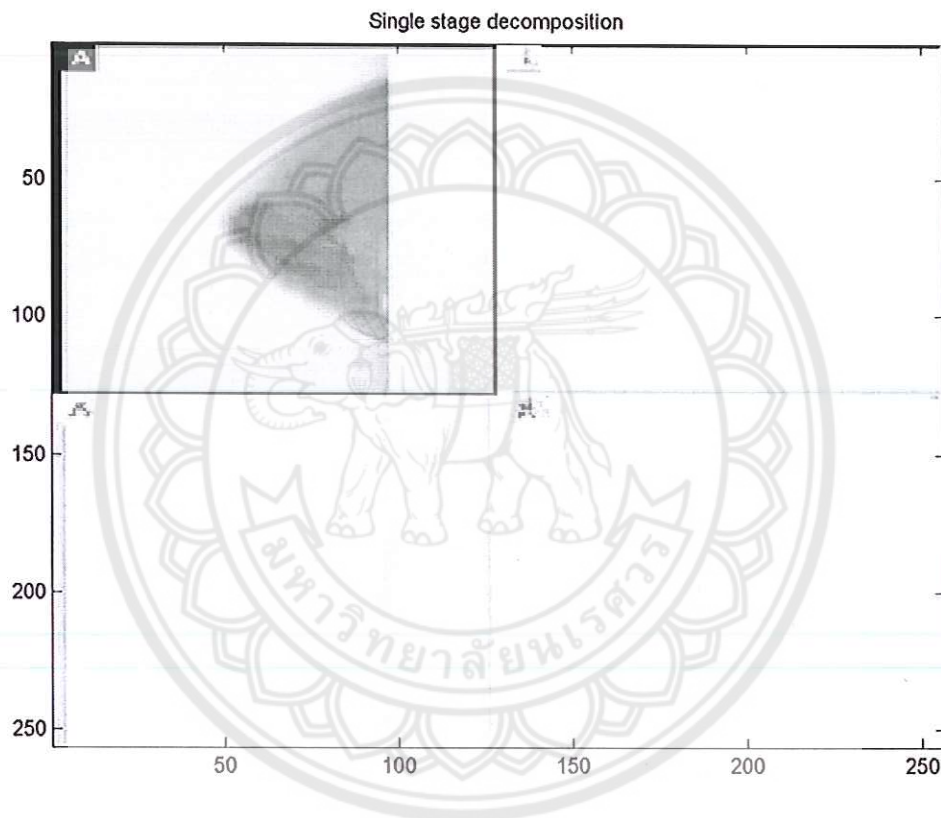
รูปที่ 3.6 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับที่มีความผิดปกติ มีขนาด 256x256 พิกเซล จากรูปตัวก้อนสีขาวมีการกระจายตัวเต็มเนื้อด้านม ปริมาณของหินปูนเพิ่มมากขึ้นกว่าทั้ง 4 รูปข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีโอกาสที่จะเป็นมะเร็งด้านมได้มากที่สุด ให้เป็นความผิดปกติในระดับที่ 4 แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ ต้องอาศัยการวินิจฉัยของแพทย์เพราะก้อนสีขาวที่ปรากฏอาจจะไม่ใช่มะเร็ง แต่อาจจะเป็นแค่ก้อนเนื้อธรรมดา หรือถุงน้ำธรรมดา โดยแพทย์จะทำการเจาะมาตรวจอีกที ต่อไปเป็นขั้นตอนหลังจากที่เราได้นำภาพต้นฉบับเหล่านี้เข้าไปประมวลผล ก็จะเป็นขั้นตอนการปรับปรุงภาพและการหาค่าความผิดพลาด

### 3.1 ขั้นตอนของการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ (B-Spline)

ขั้นตอนที่ 1 คือการนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลต้นฉบับ มาเข้ากระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์ เป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่เพิ่มการสุ่มของข้อมูลภาพโดยภาพที่ได้จะมีความละเอียดมากกว่าภาพต้นฉบับ หลักการของมันคือเพิ่มการสุ่มบริเวณรอบจุดเดิมในระยะห่างของครึ่งหนึ่งที่ห่างจากตัวถัดไปกล่าวคือมีการสุ่มเพิ่มอีกในระยะ  $\frac{1}{2}$  ของระยะทางที่ห่างจากจุดที่อยู่ติดกับตัวมันเอง ดังนั้นขนาดพิกเซลก็จะเพิ่มขึ้นอีก 1 เท่าตัว คือ จากเดิมมีขนาด 256x256 พิกเซล ก็จะได้เป็น 512x512 พิกเซล เมื่อมีการเพิ่มการสุ่มข้อมูล ภาพที่ได้จึงชัดเจนและละเอียดมากขึ้นกว่าภาพต้นฉบับ

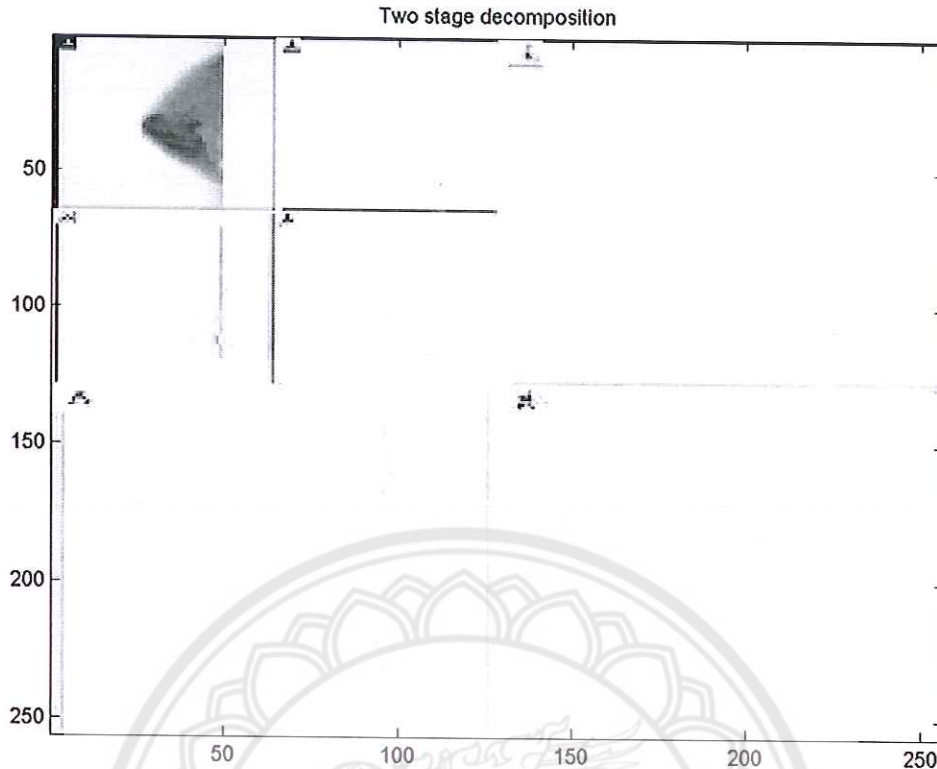
### 3.3 ขั้นตอนของการทำการแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง 2 ระดับ

ขั้นตอนที่ 2 คือนำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปลงนั้ ภาพที่ได้จะมีขนาด 512x512 พิกเซล นำมาเข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่องทั้งแนวนอนและแนวตั้ง จะได้สัมประสิทธิ์ออกมา 4 ตัว ในขั้นที่ 1 ของการแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง คือ สัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง (Approximation coefficient) จะที่ปรากฏในช่องมุมซ้ายของรูปที่ 3.7 และสัมประสิทธิ์ของรายละเอียดแสดงในอีก 3 ช่องที่เหลือ คือ สัมประสิทธิ์ Vertical , สัมประสิทธิ์ Horizontal และสัมประสิทธิ์ Diagonal



รูปที่ 3.7 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผ่านกระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตในระดับที่ 1

รูปที่ 3.7 จะได้สัมประสิทธิ์ทั้ง 4 ตัว ซึ่งสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง จะเป็นสัมประสิทธิ์ที่เก็บรายละเอียดของภาพไว้มากที่สุด เราจะนำสัมประสิทธิ์ตัวนี้ไปเข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตในขั้นที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผ่านกระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ดในระดับที่ 2

รูปที่ 3.8 แสดงภาพที่ได้จากการนำสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงมาผ่านกระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ดในขั้นที่ 2 จากขั้นตอนนี้เราจะได้สัมประสิทธิ์อีก 4 ตัว ก็คือ สัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง สัมประสิทธิ์ Vertical สัมประสิทธิ์ Horizontal และสัมประสิทธิ์ Diagonal ต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอนในการนำค่าสัมประสิทธิ์แต่ละค่าในแต่ละขั้นของการแปลงรูปเวฟเล็ดไปเข้าการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง(Hard Threshold) เพื่อเป็นการกำจัดข้อมูลที่ไม่มีพียงประสงค์ออกไป (noise)

### 3.4 ขั้นตอนการนำตัวสัมประสิทธิ์ไปเข้าการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง

#### (Hard Threshold)

ขั้นตอนที่ 3 คือการนำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวที่ได้จากกระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่องมาผ่านตัวกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง โดยนำสัมประสิทธิ์จากขั้นตอนการแปลงรูปเวฟเล็ดในขั้นที่ 1 ทั้ง 4 สัมประสิทธิ์คือ สัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง สัมประสิทธิ์ Vertical สัมประสิทธิ์ Horizontal และสัมประสิทธิ์ Diagonal มาเข้าการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็งนี้ ถ้าค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ใดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า Threshold ที่กำหนดในที่นี้คือ  $\lambda = \sqrt{2 \log N}$  เมื่อ  $N$  คือ ขนาดข้อมูลของแต่ละสัมประสิทธิ์ ส่วนสัมประสิทธิ์ที่เหลือก็จะถูกกำหนดให้เป็นศูนย์ เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์ใหม่ออกมา



เราก็นำสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงไปเข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ดในขั้นที่ 2 เมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวก็จะได้สัมประสิทธิ์อีก 4 ตัวคือสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง สัมประสิทธิ์ Vertical สัมประสิทธิ์ Horizontal และสัมประสิทธิ์ Diagonal นำค่าสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมาเข้าการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็งอีกครั้ง เช่นเดิมคือเอาแต่สัมประสิทธิ์ที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่าหรือเท่ากับค่า Threshold ที่กำหนด สัมประสิทธิ์ที่น้อยกว่าก็จะถูกกำหนดให้เป็นศูนย์ กล่าวคือขั้นตอนนี้จะเอาแต่สัมประสิทธิ์ที่ต้องการเท่านั้น ที่ไม่ต้องการก็ตัดทิ้ง เมื่อผ่านกระบวนการเหล่านี้แล้วข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ก็จะถูกกำจัดออกจากข้อมูลภาพ ต่อไป คือ การนำตัวสัมประสิทธิ์ทั้งหมดมาเข้ากระบวนการแปลงกลับเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่องเพื่อให้ได้ภาพที่สมบูรณ์กลับคืนมา ซึ่งจะเป็นภาพที่ผ่านการปรับปรุงแล้วนั่นเอง

### 3.5 ขั้นตอนการแปลงกลับเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 4 คือขั้นตอนของการแปลงกลับเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่อง นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวที่ผ่านการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็งแล้ว นำมาเข้ากระบวนการแปลงกลับเวฟเล็ดแบบไม่ต่อเนื่อง ทั้งในแนวตั้งและแนวนอนจะทำการแปลงกลับ 2 ชั้น คือทำการแปลงกลับในขั้นที่ 2 ก่อนแล้วจึงแปลงกลับในขั้นที่ 1 คือตัวขั้นตอนนี้จะตรงกันข้ามกับการแปลงรูปเวฟเล็ดคือ การแปลงรูปเวฟเล็ดทั้ง 2 ชั้นตอนจะมีการลดการสุ่มข้อมูล 2 ชั้น ส่วนการแปลงกลับเวฟเล็ดจะเป็นการเพิ่มการสุ่มข้อมูล 2 ชั้น เพื่อที่จะได้ภาพที่ถูกปรับปรุงแล้วกลับคืนมา จากขั้นตอนนี้เราก้จะได้ข้อมูลภาพที่มีความละเอียด และไม่มีข้อมูลที่ไมพึงปรารถนาในภาพอีก เพราะได้ถูกกำจัดออกไปแล้วในขั้นตอนของการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง

### 3.6 ขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาด SNR (Signal To Noise Ratio)

ขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลทั้งที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุง และภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผ่านการปรับปรุงแล้วมาเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาดกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เราจะหาค่าดัชนีในการวัดความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งเต้านม เราจะทำการทดลองวัดค่าความผิดพลาดตามขั้นตอนที่ 3.6.1

#### 3.6.1 ขั้นตอนการหาค่าความผิดพลาด SNR

1. นำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุงมาเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาดกับภาพที่ปรับปรุงแล้ว
2. นำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุง มาเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาดกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติระดับที่ 1 ที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุง และนำภาพที่ปกติมาเปรียบเทียบหาค่าความผิดพลาดกับภาพที่มีความผิดปกติระดับที่ 1 ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วอีกครั้ง

3. นำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติยังไม่ผ่านการปรับปรุง มาเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติระดับที่ 2 ที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุง และนำมาภาพที่ปกติมาเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดกับภาพที่มีความผิดปกติระดับที่ 2 ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วอีกครั้ง

4. นำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติยังไม่ผ่านการปรับปรุง มาเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติระดับที่ 3 ที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุง และนำมาภาพที่ปกติมาเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดกับภาพที่มีความผิดปกติระดับที่ 3 ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วอีกครั้ง

5. นำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติยังไม่ผ่านการปรับปรุง มาเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติระดับที่ 4 ที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุง และนำมาภาพที่ปกติมาเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดกับภาพที่มีความผิดปกติระดับที่ 4 ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วอีกครั้ง





## บทที่ 4

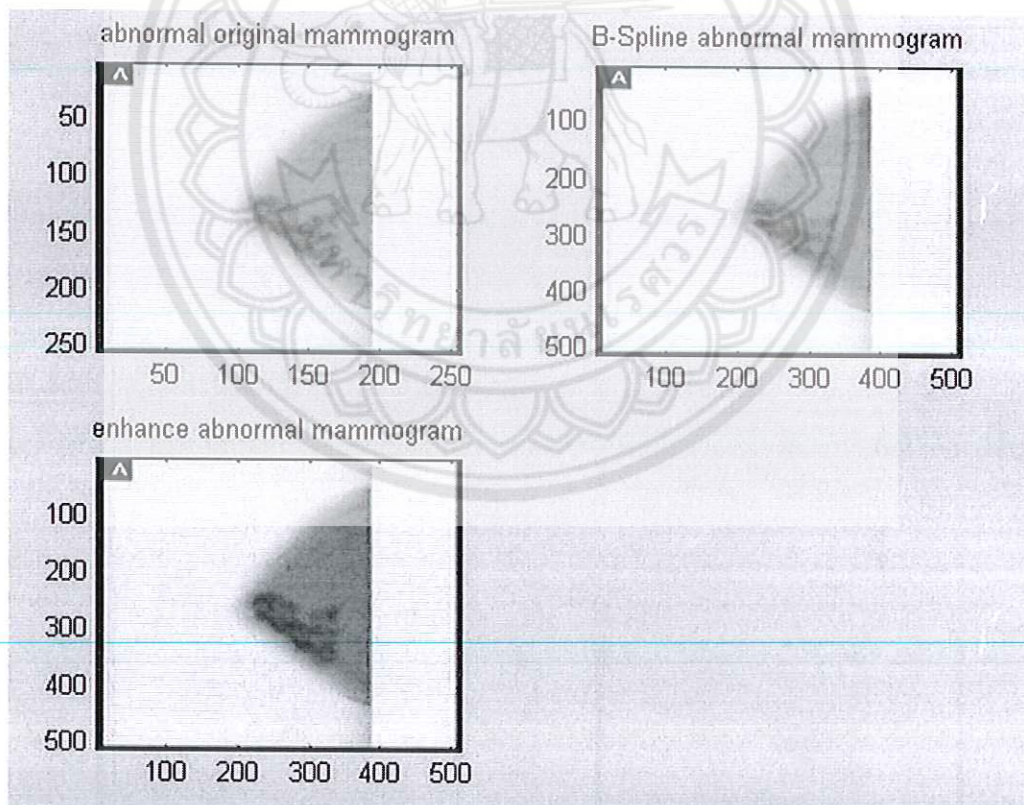
### ผลการทดลองและการวิเคราะห์

#### 4.1 ผลการทดลอง

##### 4.1.1 การทดลองการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเดิมข้อมูลที่ผิดปกติทั่วไป

การทดลองจะทำการทดลองกับภาพต้นฉบับจำนวน 5 ภาพ คือ ภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะปกติ(ไม่มีหินปูน) กำหนดให้เป็นภาพ  $A$  และภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติ(มีหินปูน) จำนวน 4 ภาพ โดยที่ภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะผิดปกตินี้มีระดับของหินปูนที่มากน้อยแตกต่างกัน เราจะกำหนดให้เป็นภาพ  $Ad_1, Ad_2, Ad_3, Ad_4$  ซึ่งทั้ง 4 ภาพนี้เรียงลำดับตามความหนาแน่นของหินปูนจากความหนาแน่นน้อยไปหาความหนาแน่นมาก

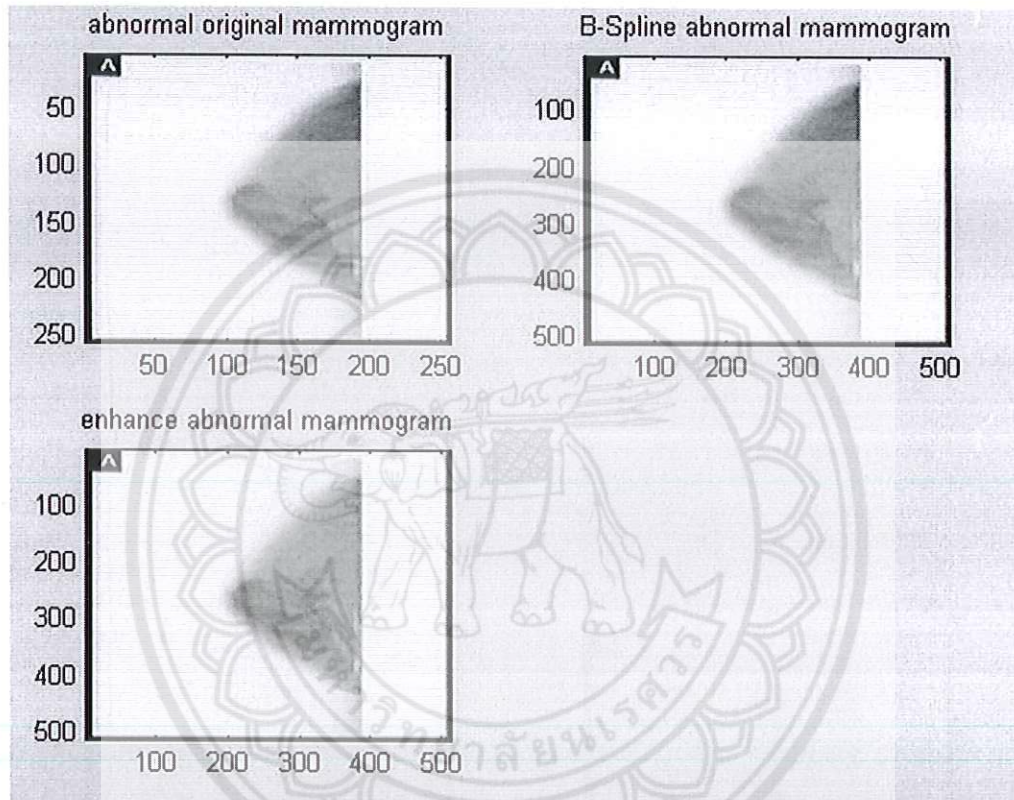
ทั้ง 5 ภาพที่นำมาทดลองมีขนาด 256x256 พิกเซล ดังนั้นทุกภาพจะมีขนาดเท่ากัน ตำแหน่งของเนื้อเต้านมจะเท่ากันซึ่งจะสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 4.1 แสดงภาพต้นฉบับ  $Ad_1$  ที่ผิดปกติระดับ 1 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเดิมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) และภาพ  $\bar{A}d_1$  เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนนี้แล้ว

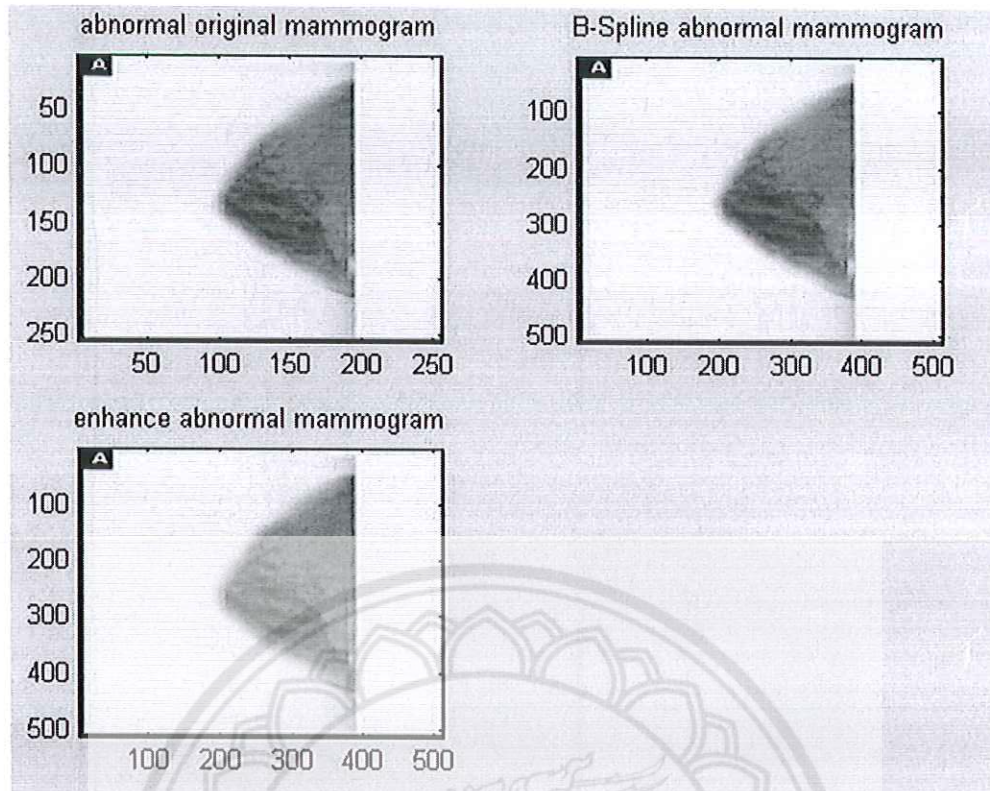


จากรูปที่ 4.1 เมื่อนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติ ( $Ad_1$ ) มาทำการปรับปรุง โดยผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปลน์(B-Spline) ภาพที่ได้จะมีความละเอียดขึ้นกว่าเดิม และเมื่อนำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปลน์เข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตเพื่อที่จะได้ สัมประสิทธิ์ทั้ง 2 ระดับ นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมาทำการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Thresholding) แล้วจึงทำการแปลงกลับเวฟเล็ต จะพบว่าภาพ( $\bar{Ad}_1$ ) ที่ได้มีคุณภาพที่ดีขึ้นเพราะได้ถูก กำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ออกไป



รูปที่ 4.2 แสดงภาพต้นฉบับ  $Ad_2$  ที่ผิดปกติระดับ 2 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูล โดยวิธีบีสไปลน์(B-Spline) และภาพ  $\bar{Ad}_2$  เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนแล้ว

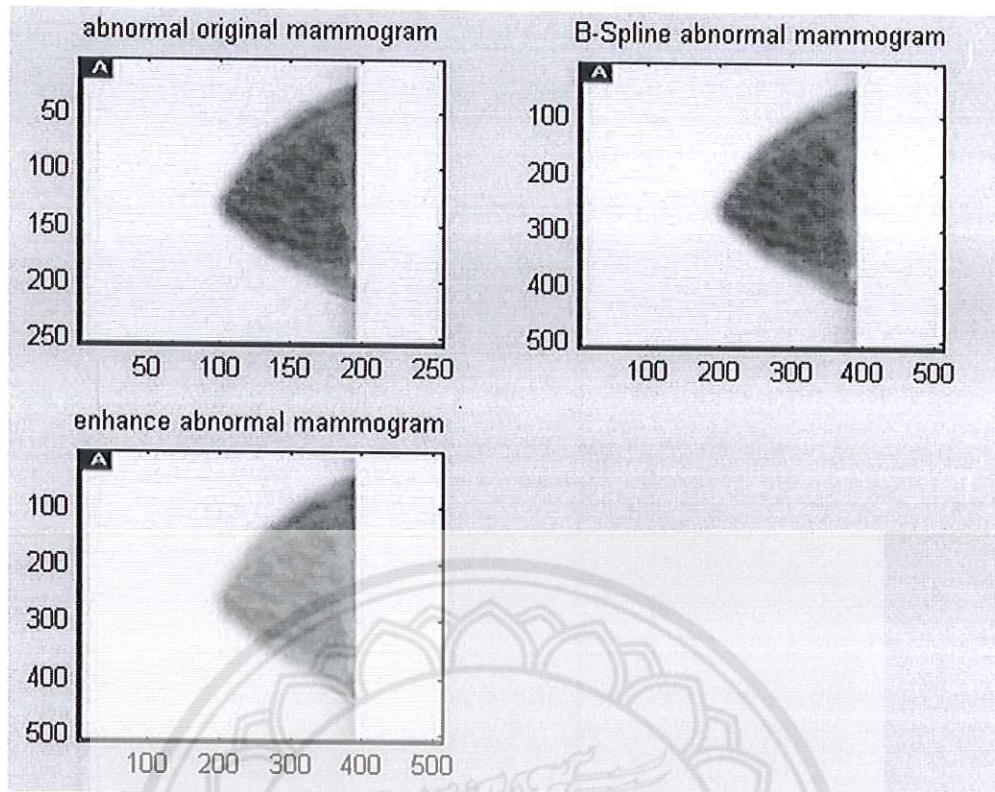
จากรูปที่ 4.2 เมื่อนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติ ( $Ad_2$ ) มาทำการปรับปรุง โดยผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปลน์(B-Spline) ภาพที่ได้จะมีความละเอียดขึ้นกว่าเดิม และเมื่อนำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปลน์เข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตเพื่อที่จะได้ สัมประสิทธิ์ ทั้ง 2 ระดับ นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัว มาทำการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง ( Hard Thresholding) แล้วจึงทำการแปลงกลับเวฟเล็ต จะพบว่าภาพ( $\bar{Ad}_2$ ) ที่ได้มีคุณภาพที่ดีขึ้นเพราะได้ถูก กำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ออกไป



รูปที่ 4.3 แสดงภาพต้นฉบับ  $Ad_3$  ที่ผิดปกติระดับ 3 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) และภาพ  $\bar{A}d_3$  เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนแล้ว

จากรูปที่ 4.3 เมื่อนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติ ( $Ad_3$ ) มาทำการปรับปรุงโดยผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) จะเห็นว่าภาพที่ได้จะมีความละเอียดขึ้นกว่าเดิม และเมื่อนำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์เข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตเพื่อที่จะได้สัมประสิทธิ์ทั้ง 2 ระดับ นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมาทำการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Thresholding) แล้วจึงทำการแปลงกลับเวฟเล็ต จะพบว่าภาพ ( $\bar{A}d_3$ ) ที่ได้มีคุณภาพที่ดีขึ้นเพราะได้ถูกกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ออกไป





รูปที่ 4.4 แสดงภาพต้นฉบับ  $Ad_4$  ที่ผิดปกติระดับ 4 เปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) และภาพ  $\bar{A}d_4$  เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงทุกขั้นตอนแล้ว

จากรูปที่ 4.4 เมื่อนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติ ( $Ad_4$ ) มาทำการปรับปรุงโดยผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) จะเห็นว่าภาพที่ได้จะมีความละเอียดขึ้นกว่าเดิม และเมื่อนำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์เข้ากระบวนการแปลงรูปเวฟเล็ตเพื่อที่จะได้สัมประสิทธิ์ทั้ง 2 ระดับ นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมาทำการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Thresholding) แล้วจึงทำการแปลงกลับเวฟเล็ต จะพบว่าภาพ ( $\bar{A}d_4$ ) ที่ได้มีคุณภาพที่ดีขึ้นเพราะได้ถูกกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ออกไป

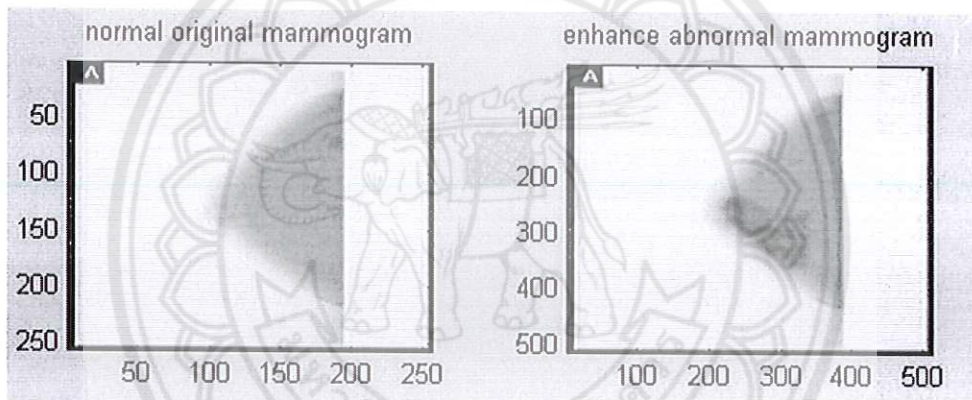
จากรูปที่ 4.1-4.4 เป็นการนำเอาภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลขนาด  $256 \times 256$  พิกเซล มาผ่านกระบวนการปรับปรุงภาพโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดปกติไป ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ ขั้นแรกนำภาพต้นฉบับมาผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) ภาพที่ผ่านขั้นตอนนี้จะมีขนาดเป็น  $512 \times 512$  พิกเซล ซึ่งภาพที่ได้จะมีความละเอียดมากขึ้น ขั้นตอนที่ต่อมาคือการนำภาพที่ผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์แล้ว มาเข้าการแปลงเวฟเล็ตขั้นที่ 1 จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ออกมา 4 ตัว นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมาผ่านการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Thresholding) เพื่อกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ และนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียง (Approximation coefficient) ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตขั้นที่ 1 มาผ่านกระบวนการแปลงเวฟเล็ตขั้นที่ 2 ก็จะได้ค่า



สัมประสิทธิ์อีก 4 ตัว นำสัมประสิทธิ์แต่ละตัวมาผ่านการกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็งอีกครั้ง แล้วนำมาเข้ากระบวนการแปลงกลับเวฟเล็ดในแต่ละระดับ จะได้เป็นภาพที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ภาพที่ได้จะมีความละเอียดขึ้น และมีคุณภาพดีขึ้น

#### 4.1.2 การทดลองการหาค่าความผิดพลาด The signal-to-noise ratio (SNR)

การทดลองจะนำภาพที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลโดยวิธีเวฟเล็ดแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไปแล้ว มาทำการหาค่าความผิดพลาดโดยใช้ Signal to Noise Ratio (SNR) เพื่อที่จะนำมาอ้างอิง การวิเคราะห์ผลการทดลองถึงโอกาสการเป็นโรคมะเร็งเต้านม โดยนำภาพดิจิตอล แมมโมแกรมที่มีลักษณะปกติ (ไม่มีหินปูน) ซึ่งเรากำหนดให้เป็นภาพ  $A$  มาเปรียบเทียบกับหาค่าความผิดพลาด SNR กับภาพ  $\bar{A}d_1, \bar{A}d_2, \bar{A}d_3, \bar{A}d_4$  ซึ่งเป็นภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีความผิดปกติที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

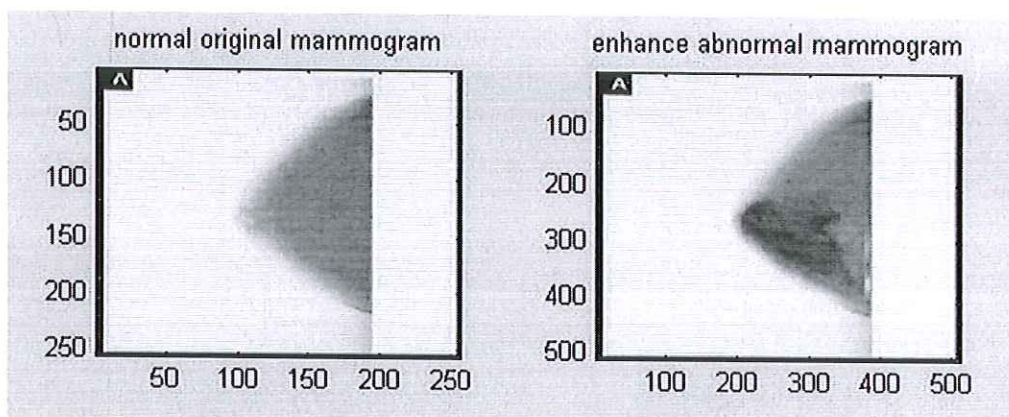


รูปที่ 4.5 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะปกติ ( $A$ ) ขนาด  $256 \times 256$  พิกเซล เปรียบเทียบกับ ภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 1 ( $\bar{A}d_1$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วขนาด  $256 \times 256$  พิกเซล

$$SNR_{\text{beforeEnhance}} = 24.7628$$

$$SNR_{\text{afterEnhance}} = 1.0987$$

เมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่ปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะผิดปกติ ( $\bar{A}d_1$ ) เป็นภาพที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ดแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ค่า  $SNR = 24.7628$  และเมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีลักษณะปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิตอลที่มีความผิดปกติ ( $\bar{A}d_1$ ) เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ดแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไปแล้ว ค่า  $SNR = 1.0987$  จะเห็นว่าค่าความผิดพลาด SNR ของภาพที่ได้รับการปรับปรุงจะมีค่าลดลง

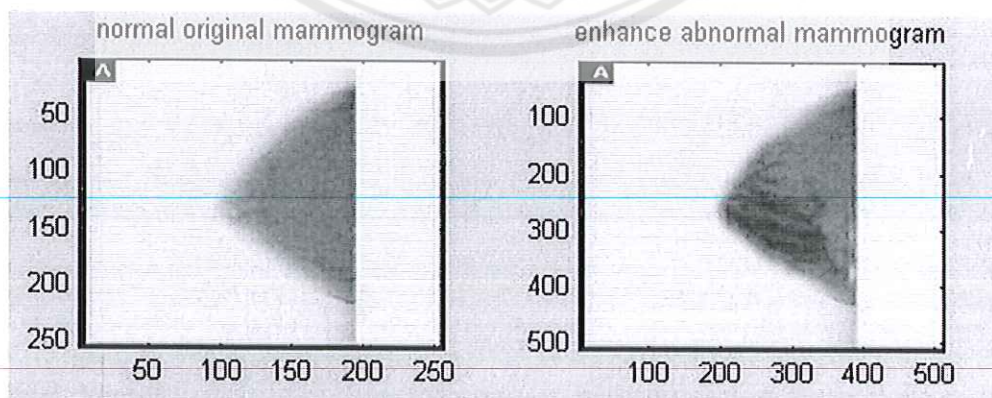


รูปที่ 4.6 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะปกติ ( $A$ ) ขนาด 256 x 256 พิกเซล เปรียบเทียบกับ ภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 2 ( $\bar{A}d_2$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ขนาด 256x256 พิกเซล

SNR\_beforeEnhance = 20.4685

SNR\_afterEnhance = 1.1253

เมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับ ภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติ ( $Ad_2$ ) เป็นภาพที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟ เล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไปแล้ว ค่า SNR = 20.4685 และเมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีความผิดปกติ ( $\bar{A}d_2$ ) เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ค่า SNR = 1.1253 จะเห็นว่าค่าความผิดพลาด SNR ของภาพที่ได้รับการปรับปรุงจะมีค่าลดลง



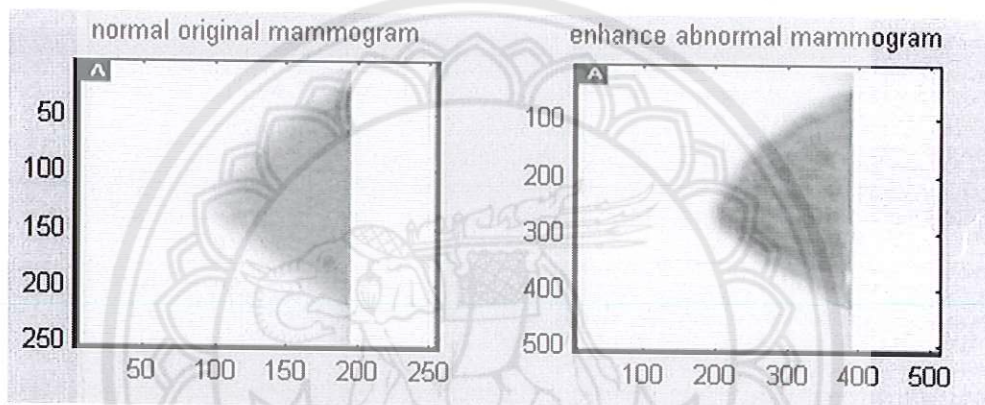
รูปที่ 4.7 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะปกติ ( $A$ ) ขนาด 256 x 256 พิกเซล เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 3 ( $\bar{A}d_3$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ขนาด 256x256 พิกเซล



SNR\_beforeEnhance = 19.6375

SNR\_afterEnhance = 1.0952

เมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผิดปกติ ( $Ad_3$ ) เป็นภาพที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ค่า SNR = 19.6375 และเมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผิดปกติ ( $\bar{A}d_3$ ) เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไปแล้ว ค่า SNR = 1.0952 จะเห็นว่าค่าความผิดพลาด SNR ของภาพที่ได้รับการปรับปรุงจะมีค่าลดลง



รูปที่ 4.8 แสดงภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติ ( $A$ ) ขนาด 256 x 256 พิกเซล เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะผิดปกติระดับ 4 ( $\bar{A}d_4$ ) ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ขนาด 256x256 พิกเซล

SNR\_beforeEnhance = 17.1666

SNR\_afterEnhance = 1.1048

เมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผิดปกติ ( $Ad_4$ ) เป็นภาพที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ค่า SNR = 17.1666 และเมื่อทำการหาค่าความผิดพลาด SNR ระหว่างภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะปกติ ( $A$ ) เปรียบเทียบกับภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผิดปกติ ( $\bar{A}d_4$ ) เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไปแล้ว ค่า SNR = 1.1048 จะเห็นว่าค่าความผิดพลาด SNR ของภาพที่ได้รับการปรับปรุงจะมีค่าลดลง

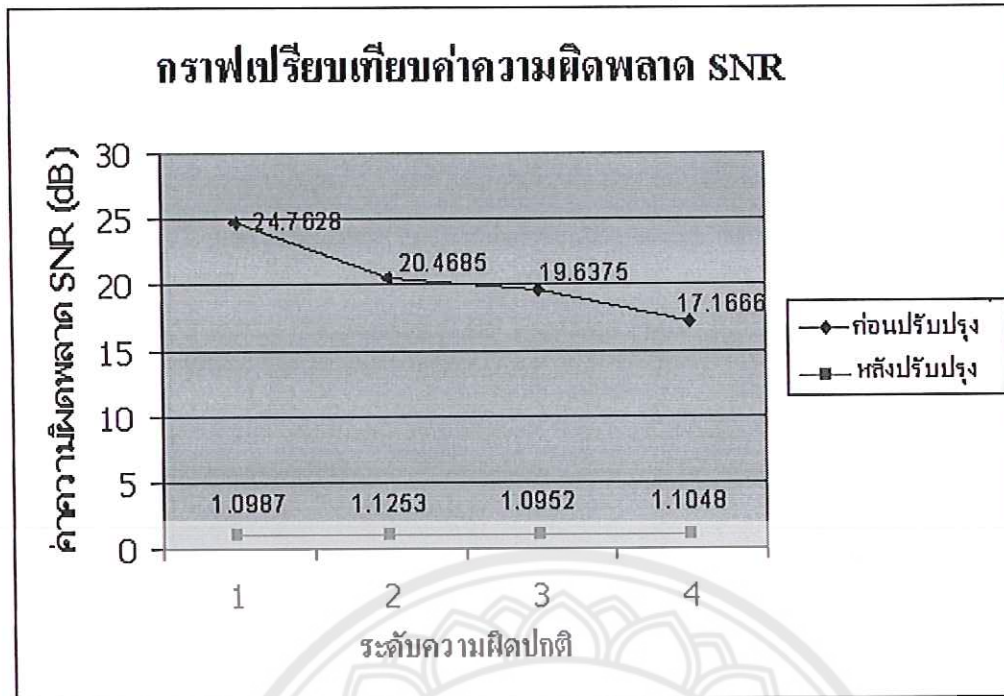


4.2 ผลการวิเคราะห์

จากการทดลองที่ 4.1.1 เป็นการปรับปรุงภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ซึ่งผ่านกระบวนการเติมข้อมูลโดยวิธีบีสไปไลน์(B-Spline) การแปลงรูปเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง (DWT) การกำจัดค่าสัมประสิทธิ์แบบแข็ง (Hard Thresholding) และการแปลงกลับเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง (IDWT) ภาพที่ได้จะมีความละเอียดชัดเจนขึ้นเนื่องจากการเพิ่มความหนาแน่นของการสุ่มข้อมูล และการกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ออกไป ในระหว่างขั้นตอนการแปลงรูปเวฟเล็ตและการแปลงกลับเวฟเล็ต เมื่อได้ภาพที่ผ่านการปรับปรุงมาแล้ว จะเห็นได้ว่าภาพที่ได้รับการปรับปรุงจะมีความละเอียดและมีคุณภาพดีกว่าภาพต้นฉบับ สามารถเห็นหินปูนได้ชัดเจนขึ้น สามารถจะวิเคราะห์ความหนาแน่นของหินปูนได้ดีขึ้น แต่นั่นก็ยังไม่เพียงพอเพราะเราแค่มองด้วยสายตา มีอีกกระบวนการหนึ่งที่เราทำการทดลองต่อ นั่นก็คือ การทดลองที่ 4.1.2 เป็นการหาค่าความผิดพลาดโดยใช้ Signal to Noise Ratio (SNR) ซึ่งเป็นการวัดความแตกต่างของภาพ ในที่นี้เรานำภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะปกติ  $A$  กับภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผิดปกติ  $Ad_1, Ad_2, Ad_3, Ad_4$  นำมาเปรียบเทียบกัน ค่า SNR แสดงดังตารางที่ 4.1 ถ้าระดับของความผิดปกติมากขึ้นค่า SNR จะลดลงเรื่อยๆ นั่นก็แสดงว่าสามารถวิเคราะห์ระดับความหนาแน่นของหินปูนได้โดยวัดจากค่าความผิดพลาด SNR และเมื่อนำภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลที่มีลักษณะปกติ  $A$  มาเปรียบเทียบกับภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลที่ผิดปกติ  $\bar{Ad}_1, \bar{Ad}_2, \bar{Ad}_3, \bar{Ad}_4$  เป็นภาพที่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ผลที่ได้ คือ ค่าความผิดพลาด SNR จะลดลงมีค่าประมาณ 1 แสดงว่าเราสามารถปรับปรุงภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลให้ดีขึ้นได้

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาด SNR

SNR(dB)			
ระหว่างภาพปกติเทียบกับภาพที่ผิดปกติที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง		ระหว่างภาพปกติเทียบกับภาพที่ผิดปกติที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว	
$A - Ad_1$	24.7628	$A - \bar{Ad}_1$	1.0987
$A - Ad_2$	20.4685	$A - \bar{Ad}_2$	1.1253
$A - Ad_3$	19.6375	$A - \bar{Ad}_3$	1.0952
$A - Ad_4$	17.1666	$A - \bar{Ad}_4$	1.1048



รูปที่ 4.9 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความผิดพลาด SNR

จากรูปที่ 4.10 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความผิดพลาดกับความผิดพลาด SNR ในหน่วย [dB] จะได้ว่าค่าความผิดพลาด SNR ของภาพแมมโมแกรมที่ผิดพลาดก่อนปรับปรุงทั้ง 4 ระดับจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ตามความรุนแรงของก้อนหินปูน และเมื่อนำภาพแมมโมแกรมแบบดิจิทัลทั้ง 4 ภาพมาผ่านการปรับปรุงโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ค่าความผิดพลาด SNR ที่ได้จะมีค่าประมาณ 1 [dB] เท่ากันหมดทุกภาพ



## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากบทที่ 4 เป็นผลการทดลองและการวิเคราะห์ ในการนำภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลมาปรับปรุง โดยวิธีเวฟเล็ตแบบเดิมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป จะพบว่าหลังจากที่นำภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัล ไปปรับปรุงโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเดิมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไปคุณภาพของภาพที่ได้จะดีกว่าภาพแอมโมแกรมต้นฉบับ เพราะถูกกำจัดข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์ออกไป ต่อมนำภาพแอมโมแกรมที่ผิดพลาดทั้ง 4 ระดับ มาทดสอบหาค่าความผิดพลาดโดยใช้ SNR (Signal To Noise Ratio) จากค่าความผิดพลาด SNR จะเป็นดัชนีวัดระดับความรุนแรงของก้อนหินปูนในเนื้อเต้านม ถ้าความรุนแรงของก้อนหินปูนมากขึ้น SNR จะมีค่าลดลงเรื่อยๆตามความรุนแรง และเมื่อนำภาพแอมโมแกรมที่ผิดพลาดทั้ง 4 ระดับ มาปรับปรุงโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเดิมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ค่าความผิดพลาด SNR จะมีค่าใกล้เคียงกับ 1 [dB] เกือบเท่ากันทุกภาพ ดังแสดงใน กราฟเปรียบเทียบค่าความผิดพลาด SNR สามารถสรุปได้ว่า ค่า SNR ที่ได้หลังจากการปรับปรุงภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัลโดยวิธีเวฟเล็ตแบบเดิมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป ได้ค่าความผิดพลาดใกล้เคียง 1 [dB] บ่งชี้ว่าภาพแอมโมแกรมที่ผิดพลาดทั้ง 4 ภาพนี้เป็นระดับที่มีความเสี่ยงต่อการเป็น โรคมะเร็งเต้านม ดังนั้นจึงสามารถนำค่าความผิดพลาด SNR มาเป็นดัชนีในการวัดระดับความเสี่ยงของการเกิด โรคมะเร็งเต้านมได้

#### 5.2 ปัญหาในการทดลองและแนวทางแก้ไข

ปัญหา	แนวทางในการแก้ปัญหา
1. ไม่มีแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมที่เพียงพอ	สอบถามจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
2. การศึกษารูปแบบของฟังก์ชันต่างๆที่ต้องนำมาใช้ในการเขียน โปรแกรม	หาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือในห้องสมุด ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต และจากโปรแกรมแม่แบบ

#### 5.3 แนวทางในการพัฒนาในอนาคต

1. พัฒนารูปแบบของโปรแกรมให้สามารถนำไปใช้ได้จริง
2. เชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมและฐานข้อมูลภาพแอมโมแกรมแบบดิจิทัล เพื่อความสะดวกในการใช้งานจริง
3. จัดรูปแบบการแสดงผลให้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งานจริง



## เอกสารอ้างอิง

- [1] รศ.ดร.มนัส สัจวรศิลป์ . คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์ . กรุงเทพมหานคร : อินโฟเควส. 2543.
- [2] Zhuoer Shi , D.S. Zhang, H.X. Wang, D.J. Kouri , J.U. Quevedo , I. Kakadiaris, G.H. Gunaratne , and D.K. Hoffman . “ **Feature Extraction Using Generalized Interpolating Wavelets** ” ,1997.
- [3] Wei ZHANG and Ying LI. “ **Image De-noising by Wavelet Transform and Hybrid Threshold Selection based on Semi-Soft Shrinkage** ” , College of Telecommunication Engineering , Jilin University ,CHINA.
- [4] Thitirat Wiyarat. “**The Wavelet-based fusion model for multi-resolution satellite data** ” , King Mongkut’s University Of Technology Thonburi , 2003.
- [5] Byung-Jun Yoon and P.P.Vaidyanathan. “**Wavelet-based denoising by customized thresholding**” Dept of Electrical Engineering California Institute of Technology , Pasadena , CA 91125,USA.
- [6] Jaideva C.Goswami , Andrew K.Chan. “ **Fundamentals Of Wavelets** ” , A Wiley-interscience Publication , 1999.
- [7] <http://www.mathworks.com/>
- [8] Jerome K. Stephane M. and Benard R. “ **Deconvolution by Thresholding in Mirror Wavelet Bases**” IEEE Trans. on Image Processing. Vol. 12. no. 14. April. 2003. pp. 447-448.
- [9] Bojan Vrcelj. Student Member , IEEE , and P.P. Vaidyanathan , Fellow , IEEE. “ **Efficient Implementation of All-Digital Interpolation** ” IEEE Trans. on Image Processing. Vol. 10. no. 11. November. 2001. pp. 1639-1640.
- [10] The New England Journal of Medicine. “ **Heritability of Mammographic Density , a Risk Factor for Breast Cancer** ” [online]. Available : <Http://www.nejm.org>



## โปรแกรมการปรับปรุงภาพแมมโมแกรมโดยวิธีเวฟเลตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป

```

%=====
%
% การปรับปรุงภาพแมมโมแกรมโดยวิธีเวฟเลตแบบเติมข้อมูลที่ผิดพลาดทั่วไป
%
% File name : EnMam.m
%
% By : Miss Oratip    Lueyngam    ID 45360609
%      Miss Unchana  Keawjinda   ID 45360625
%
%=====

clear all

I = imread('A.bmp','bmp');      % รับภาพ digital mammogram ที่ปกติ
I = double(I);

[X,map] = imread('Ad4.bmp','bmp'); % รับภาพ digital mammogram ที่ผิดปกติ
X = double(X);sprintf('%s','size original mammogram')
size(X)                          % แสดงขนาดภาพ

Y = sRefine(X);                  % การรับค่าไฟล์ภาพเข้าไปที่ ฟังก์ชัน sRefine
sprintf('%s','size mammogram pass B-spline')
size(Y)                          % แสดงขนาดภาพที่ผ่านฟังก์ชัน sRefine

wname = 'bior4.4';               % เลือกใช้ Halfband filter
[wc,s] = wavedec2(Y,2,wname);    % Multilevel 2-D wavelet decomposition
%Extract the level 1 coefficients.

a1 = appcoef2(wc,s,wname,1);     %กลั่นกรอง 2-D approximation coefficients ที่ Level 1
h1 = detcoef2('h',wc,s,1);      %กลั่นกรอง 2-D detail coefficients
v1 = detcoef2('v',wc,s,1);
d1 = detcoef2('d',wc,s,1);

```



```

thr1 = thselect(a1,'sqrtwolog');           % เลือกค่า threshold เท่ากับ  $\lambda = \sqrt{2 \log length(X)}$ 
thr2 = thselect(h1,'sqrtwolog');
thr3 = thselect(v1,'sqrtwolog');
thr4 = thselect(d1,'sqrtwolog');

a1 = wthcoef2('t',wc,s,1,thr1,'h');       % กำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้ wavelet hard threshold
h1 = wthcoef2('h',wc,s,1,thr2,'h');
v1 = wthcoef2('v',wc,s,1,thr3,'h');
d1 = wthcoef2('d',wc,s,1,thr4,'h')
%Extract the level 2 coefficients.
a2 = appcoef2(wc,s,wname,2);             % ถิ่นกรอง 2-D approximation coefficients ที่ Level 2
h2 = detcoef2('h',wc,s,2);
v2 = detcoef2('v',wc,s,2);
d2 = detcoef2('d',wc,s,2);

thr1 = thselect(a2,'sqrtwolog');
thr2 = thselect(h2,'sqrtwolog');
thr3 = thselect(v2,'sqrtwolog');
thr4 = thselect(d2,'sqrtwolog');

a2 = wthcoef2('t',wc,s,2,thr1,'h');
h2 = wthcoef2('h',wc,s,2,thr2,'h');
v2 = wthcoef2('v',wc,s,2,thr3,'h');
d2 = wthcoef2('d',wc,s,2,thr4,'h');

%Here are the reconstructed branches
ra2 = wrcoef2('a',wc,s,wname,2);         % การแปลงกลับเวฟเล็ต single branch from 2-D
                                         % wavelet coefficient

rh2 = wrcoef2('h',wc,s,wname,2);
rv2 = wrcoef2('v',wc,s,wname,2);
rd2 = wrcoef2('d',wc,s,wname,2);

```

```

ra1 = wrcoef2('a',wc,s,wname,1);
rh1 = wrcoef2('h',wc,s,wname,1);
rv1 = wrcoef2('v',wc,s,wname,1);
rd1 = wrcoef2('d',wc,s,wname,1);

% the reconstructed details gives the full reconstructed image.
I1 = ra2 + rh2 + rv2 + rd2 + rh1 + rv1 + rd1;          % ภาพที่ได้จากการปรับปรุง
sprintf('%s','size mammogram pass enhancement')
size(I1)                                             % แสดงขนาดภาพที่ผ่านการปรับปรุง

% Display Show
figure(1)
subplot(2,2,1);image(255-I);colormap(map);title('normal original mammogram');
subplot(2,2,2);image(255-X);colormap(map);title('abnormal original mammogram');
subplot(2,2,3);image(255-Y);colormap(map);title('B-Spline abnormal mammogram');
subplot(2,2,4);image(255-I1);colormap(map);title('enhance abnormal mammogram');
%=====
% Check Error b/w normal and abnormal          %หาค่า SNR ระหว่างภาพที่ปกติและผิดปกติ
[M N] = size(I);
nsig = double(I);
desig = double(X);
ER = (nsig - desig);
ERR = ER^2;
nesig = nsig^2;
Error = (sum(ERR(:)))/M*N;
SNR_beforeEnhance = 10*log10((sum(nesig(:))/M*N)/Error)
%=====
% Check Error b/w normal and abnormal pass enhancement
% หาค่า SNR ระหว่างภาพที่ปกติและผิดปกติที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว
[M N] = size(I);
I = imresize(512,512);
nsig = double(I);
desig = double(I1);

```

```
ER = (nsig - desig);
```

```
ERR = ER^2;
```

```
nesig = nsig^2;
```

```
Error = (sum(ERR(:)))/M*N;
```

```
SNR_afterEnchance = 10*log10((sum(nesig(:))/M*N)/Error)
```





## ฟังก์ชันที่ใช้ในโปรแกรม

```

function Y = sRefine (X)

%=====
%
% Function : Y = sRefine(X)
% This function refines the B-Spline mesh by double the density of knots
% X คือ ภาพต้นฉบับ digital mammogram (Input Image)
%      m x (n+1) matrix of B-spline knots
% Y คือ ภาพที่ได้รับการเพิ่มการ Sampling
%      (2m)x(2n+1) matrix of B-spline knots defining the same surface
%
% File name : sRefine.m
%
%=====

[m,n] = size(X);
F = sExtend(X,[1 1],[1 1]); %extends spline coefficient
Y = zeros(2*m, 2*(n-1)+1);
y = conv2(F, 1/64*[1 6 1; 6 36 6; 1 6 1]);
Y(2*(1:m)-(1), 2*(1:n)-(1)) = y((1:m)+2, (1:n)+2);
y = conv2(F, 1/16*[0 1 1; 0 6 6; 0 1 1]);
Y(2*(1:m)-(1), 2*(1:n-1) ) = y((1:m)+2, (1:n-1)+3);
y = conv2(F, 1/16*[0 0 0; 1 6 1; 1 6 1]);
Y(2*(1:m) , 2*(1:n)-(1)) = y((1:m)+3, (1:n)+2);
y = conv2(F, 1/4*[0 0 0; 0 1 1; 0 1 1]);
Y(2*(1:m) , 2*(1:n-1) ) = y((1:m)+3, (1:n-1)+3);

return;

```

```

function F = sExtend( X, iex, jex )

%=====
%
% function : F = sExtend( X, iex, jex )
% This function extends spline coefficient matrix applying edge conditions
% X คือ ภาพต้นฉบับ digital mammogram (Input Image)
% iex คือ [Up Down] - number of rows added to the upper and lower side
% jex คือ [Left Right]-number of rows added to the left and right side
% F คือ extended matrix เมื่อ [m+Up+Down, n+Left+Right] = size(F)
%
% File name : sExtend.m
%
%=====

[m,n] = size(X);
if( nargin == 1 ), iex = [1 1]; jex = [1 1]; end; % adding points on left and right
if m == 1, t = 1; else, t = [ (m/2+1:m) (1:m/2) ]; end
F = [ X(t,(jex(1):-1:1)+1) X X(t, (n-1:-1:n-jex(2))) ];
% adding points up and down upper edge equals the lower one
if (iex(1)>m | iex(2)>m) % wrapping around the matrix more than once
    Jup = rem( iex(1)*m+(m-iex(1)+1:m)-(1), m) + (1);
    Jdown= rem( (1:iex(2))-(1),m) + (1);
    F = [ F(Jup,:); F ; F(Jdown,:) ];
else
    F = [ F(m-iex(1)+1:m,:); F ; F(1:iex(2),:) ];
end;
return;

```

```

function [wc,s] = wavedec2(X,N,'wname')

%=====

%
% function : [c,s] = wavedec2(x,n,varargin)
% this function multilevel 2-D wavelet decomposition
% X คือ matrix image (Input Image)
% N คือ level ที่ทำการ decomposition
% wname คือ wavelet ที่เลือกใช้
% [wc,s] คือ การคืนค่า wavelet decomposition ของ matrix image ที่ level N
% Vector C is organized as:
% C = [ A(N) | H(N) | V(N) | D(N) | ... H(N-1) | V(N-1) | D(N-1) | ... | H(1) |
%       V(1) | D(1) ] where A, H, V, D, are row vectors such that:
% A = approximation coefficients,
% H = hori. detail coefficients,
% V = vert. detail coefficients,
% D = diag. detail coefficients,
%
% Matrix S is such that: S(1,:) = size of app. coef.(N)
%                       S(i,:) = size of det. coef.(N-i+2) for i = 2,...,N+1
%                       and S(N+2,:) = size(X)
%
% function wavedec2.m

%

%=====

% Check arguments.
if errargn(mfilename,nargin,[3:4],nargout,[0:2]), error('*'), end
if errargt(mfilename,n,'int'), error('*'), end
if nargin==3
    [Lo_D,Hi_D] = wfilters(varargin{1},'d');

```



```
else
    Lo_D = varargin{1}; Hi_D = varargin{2};
end
% Initialization.
s = [size(x)];
c = [];
for i=1:n
    [x,h,v,d] = dwt2(x,Lo_D,Hi_D); % decomposition
    c = [h(:)' v(:)' d(:)' c]; % store details
    s = [size(x);s]; % store size
end
% Last approximation.
c = [x(:)' c];
s = [size(x);s];
```



```

function a = appcoef2(wc,s,wname,N)

%=====
%
% function a = appcoef2(wc,s,varargin)
%
% this function extract 2-D approximation coefficients
% [wc,s] จากฟังก์ชัน wavedec2
% wname จากฟังก์ชัน wavedec2
% N คือ level ที่จะทำการหา approximation coefficients
% a จะหา approximation coefficients ที่ level N โดยใช้ wavelet decomposition
%
% function appcoef2.m
%
%=====
% Check arguments.
if errargn(mfilename,nargin,[3:5],nargout,[0:1]), error('*'), end
rmax = size(s,1);
nmax = rmax-2;
if ischar(varargin{1})
    [Lo_R,Hi_R] = wfilters(varargin{1},'r'); next = 2;
else
    Lo_R = varargin{1}; Hi_R = varargin{2}; next = 3;
end
if nargin>=(2+next) , n = varargin{next}; else, n = nmax; end
if (n<0) | (n>nmax) | (n~=fix(n))
    errargt(mfilename,'invalid level value','msg'); error('*');
end
nl = s(1,1);
nc = s(1,2);
a = zeros(nl,nc);
a(:) = c(1:nl*nc);

```

```
rm = rmax+1;  
for p=nmax:-1:n+1  
    [h,v,d] = detcoef2('all',c,s,p);  
    a = idwt2(a,h,v,d,Lo_R,Hi_R,s(rm-p,:));  
end
```





```

function varargout = detcoef2(o,wc,s,n)

%=====
%
% function varargout = detcoef2(o,wc,s,n
%
% this function extract 2-D detail coefficients
% o คือ the horizontal, vertical or diagonal detail coefficients for O = 'h'
% (or 'v' or 'd',respectively)
% [wc,s] จากฟังก์ชัน wavedec2
% n คือ level ที่จะทำการ extract detail coefficients
% varargout คือการ extracts from the wavelet decomposition structure [wc,s]
%
% function detcoef2.m
%
%=====
% Check arguments.
if errargn(mfilename,nargin,[4],nargout,[0:3]), error('*'), end
nmax = size(s,1)-2;
if (n<1) | (n>nmax) | (n~=fix(n))
    errargt(mfilename,'invalid level value','msg'); error('*');
end
k = size(s,1)-n;
first = s(1,1)*s(1,2)+3*sum(s(2:k-1,1).*s(2:k-1,2))+1;
add = s(k,1)*s(k,2);
o = lower(o);
switch o
case 'h' ,
case 'v' , first = first+add;
case 'd' , first = first+2*add;
case {'a','all','c','compact'} ,
otherwise , errargt(mfilename,'invalid argument value','msg'); error('*');

```

```
end
switch o
case {'h','v','d'}
    last = first+add-1;
    varargout{1} = reshape(c(first:last),s(k,:));
case {'c','compact'}
    last = first+3*add-1;
    varargout{1} = c(first:last);
case {'a','all'}
    last = first+add-1;
    varargout{1} = reshape(c(first:last),s(k,:));
    first = first+add; last = first+add-1;
    varargout{2} = reshape(c(first:last),s(k,:));
    first = first+add; last = first+add-1;
    varargout{3} = reshape(c(first:last),s(k,:));
end
```



```

function thr = thselect(x,tptr)

%=====
%
% function : thr = thselect(x,tptr)
% this function threshold selection for de-noising
% x คือ each coefficient ในแต่ละ level ที่ได้จากระบวนการ DWT
% tptr คือ ประเภทของการเลือกกฎ
% tptr = 'rigsure', adaptive threshold selection using
% principle of Stein's Unbiased Risk Estimate
% tptr = 'heursure', heuristic variant of the first option
% tptr = 'sqtwolog', threshold is  $\sqrt{2 \cdot \log(\text{length}(X))}$  /  $\sqrt{2 \log \text{length}(x)}$ 
% tptr = 'minimaxi', minimax thresholding
%
% thr คือ ค่า threshold ที่ถูกเลือก ในที่นี้เราใช้กฎ 'sqtwolog'
%
% function thselect.m
%
%=====

if errargn(mfilename,nargin,[2],nargout,[0 1]), error('*'), end
x = x(:);
n = length(x);
switch tptr
    case 'rigsure'
        sx2 = sort(abs(x)).^2;
        risks = (n-(2*(1:n))+cumsum(sx2)+(n-1:-1:0).*sx2)/n;
        [risk,best] = min(risks);
        thr = sqrt(sx2(best));
    case 'heursure'
        hthr = sqrt(2*log(n));
        eta = (norm(x).^2-n)/n;
        crit = (log(n)/log(2))^(1.5)/sqrt(n);

```



```
if eta < crit
    thr = hthr;
else
    thr = min(thselect(x,'rigrsure'),hthr);
end
case 'sqtwolog'
    thr = sqrt(2*log(n));
case 'minimaxi'
    if n <= 32
        thr = 0;
    else
        thr = 0.3936 + 0.1829*(log(n)/log(2));
    end
otherwise
    errargt(mfilename,'invalid argument value','msg');
    error('**')
end
```



```

function c = wthcoef2(o,c,s,niv,thr,sorh)

%=====

%
% function c = wthcoef2(o,wc,s,N,thr,'h')
% this function wthcoef2 wavelet coefficient thresholding 2-D.
% o คือ the horizontal, vertical or diagonal detail coefficients for O = 'h'
% (or 'v' or 'd',respectively)
% [wc,s] จากฟังก์ชัน wavedec2
% N คือ level ที่ทำการ reconstruction
% sorh by soft (if SORH = 's') or hard (if SORH = 'h') thresholding
%
% function wthcoef2.m
%
%=====

% Check arguments.
if errargn(mfilename,nargin,[3 4 6],nargout,[0:1]), error('*'), end
o = lower(o(1));
switch o
    case 'a'
        if nargin~=3
            errargt(mfilename,'too many arguments','msg'); error('*')
        end
        ll = prod(s(1,:));
        c(1:ll) = 0;
        return;
    case {'h','v','d','t'}
        otherwise
            errargt(mfilename,'invalid argument value','msg'); error('*');
end
nmax = size(s,1)-2;
if find((niv < 1) | (niv > nmax) | (niv ~= fix(niv)))

```

```

    errargt(mfilename,'invalid level(s) number(s)','msg'); error('*')
end
if nargin==6
    if (length(niv) ~= length(thr)) | ~isempty(find(thr<0))
        errargt(mfilename,'invalid argument value','msg'); error('*')
    end
end
% Compression.
for k = 1:length(niv)
    n = niv(k);
    kn = size(s,1)-n;
    first = s(1,1)*s(1,2)+3*sum(s(2:kn-1,1).*s(2:kn-1,2))+1;
    add = s(kn,1)*s(kn,2);
    if o=='v', first = first+add;
    elseif o=='d', first = first+2*add;
    end
    if o=='t', last = first + 3*add-1;
    else last = first+add-1; end
    if nargin==6
        thres = thr(k);
        cfs = c(first:last);
        cfs = wthresh(cfs,sorh,thres);
        c(first:last) = cfs;
    else
        c(first:last) = 0;
    end
end
end

```



```

function x = wrcoef2(o,c,s,wname,N)

%=====
%
% function x = wrcoef2(o,c,s,wname)
%
% this function reconstruction single branch from 2-D wavelet coefficients
% o คือ the horizontal, vertical or diagonal detail coefficients for O = 'h'
% (or 'v' or 'd',respectively)
% [wc,s] จากฟังก์ชัน wavedec2
% wname คือ wavelet ที่เลือกใช้
% N คือ level ที่ทำการ reconstruction
% x คือ การ computes the matrix of reconstructed coefficients of level N
%
% function wrcoef2.m
%
%=====
% Check arguments.
if errargn(mfilename,nargin,[4:6],nargout,[0:1]), error('*'), end
o = lower(o(1));
rmax = size(s,1); nmax = rmax-2;
if o=='a', nmin = 0; else , nmin = 1; end
if ischar(varargin{1})
    [Lo_R,Hi_R] = wfilters(varargin{1},'r'); next = 2;
else
    Lo_R = varargin{1}; Hi_R = varargin{2}; next = 3;
end
if nargin>=(3+next) , n = varargin{next};
else, n = nmax;
end
if (n<nmin) | (n>nmax) | (n~=fix(n))
    errargt(mfilename,'invalid level value','msg'); error('*');

```

```

end
% Get DWT_Mode
dwtATTR = dwtmode('get');
switch o
case 'a'
    x = appcoef2(c,s,Lo_R,Hi_R,n);
    if n==0, return; end
    F1 = Lo_R; F2 = Lo_R;
case 'h'
    x = detcoef2(o,c,s,n);
    F1 = Hi_R; F2 = Lo_R;
case 'v'
    x = detcoef2(o,c,s,n);
    F1 = Lo_R; F2 = Hi_R;
case 'd'
    x = detcoef2(o,c,s,n);
    F1 = Hi_R; F2 = Hi_R;
otherwise
    errargt(mfilename,'invalid argument value','msg');
    error('*');
end
imin = rmax-n;
x = upsacnv('2D',x,{F1,F2},s(imin+1,:),dwtATTR);
for p=2:n
    x = upsacnv('2D',x,{Lo_R,Lo_R},s(imin+p,:),dwtATTR);
end

```

## ประวัติผู้เขียนโครงการ



ชื่อ นางสาวอรัญญา เลื่อยงาม

ภูมิลำเนา 143 หมู่ 7 ต.ต้อม อ.เมือง จ.พะเยา

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนพากแก้ววิทยาคม

- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : [poysain09@hotmail.com](mailto:poysain09@hotmail.com)



ชื่อ นางสาวอัญชญา แก้วจินดา

ภูมิลำเนา 110/2 ถ.บึงสีไฟ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิจิตร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม

- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : [uk\\_files@hotmail.com](mailto:uk_files@hotmail.com)