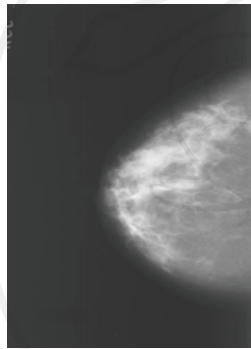


บทที่ 4

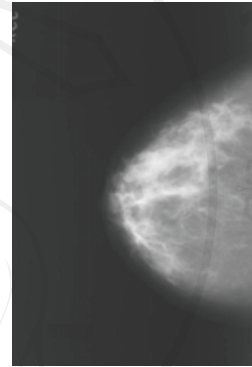
ผลการวิจัย

4.1 ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่ผ่านกระบวนการเตรียมภาพเบื้องต้น

ผลที่ได้จากการเตรียมภาพถ่ายรังสีเต้านมเบื้องต้น พบว่า ภาพถ่ายรังสีเต้านมมีขนาดเล็กลง มีความแตกต่างของจุดภาพลดลงและมองเห็น โครงสร้างเชิงเส้นบนภาพชัดเจนขึ้น แสดงดังรูปที่ 20



(ก)



(ข)

รูปที่ 20 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมจากฐานข้อมูลภาพถ่ายรังสีเต้านมแบบดิจิทัล DDSM (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่ผ่านขั้นตอนการลดขนาดภาพและการกรองภาพด้วย Smooth filter ขนาด 3×3

4.2 ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI

ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI ประกอบด้วย MATLAB Script files อยู่ทั้งหมด 7 ชุดคำสั่ง แสดงอยู่ในภาคผนวก ก ซึ่งมีดังนี้

4.2.1 angle_length_string.m เป็นชุดคำสั่งสำหรับสร้างมาสต์ $M(\theta, l)$ เพื่อตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้น

4.2.2 std_pixel_lsi.m เป็นชุดคำสั่งสำหรับคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดภาพที่วางตัวอยู่ในมาสต์ $M(\theta, l)$ ซึ่งจุดภาพใดก็ตามที่วางตัวอยู่ในตำแหน่งดังกล่าวจะถูกนำไปคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าน้อยที่สุดจะถูกเลือกมาใช้เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับจุดภาพที่กำลังพิจารณาอยู่

4.2.3 `ang_std_pixel_lsi.m` เป็นชุดคำสั่งสำหรับคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มจุดภาพที่วางตัวอยู่ในมุมต่างๆ โดยจะทำการเลือกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าน้อยที่สุดอีกครั้ง เพื่อใช้เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับจุดภาพที่กำลังพิจารณาอยู่

4.2.4 `lesion_mark.m` เป็นชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์สำหรับระบุตำแหน่งรอยโรคบริเวณที่มีการผิดปกติของเนื้อเยื่อเต้านมตามที่รังสีแพทย์ตรวจพบ

4.2.5 `draw_lesion.m` เป็นชุดคำสั่งสำหรับวาดขอบเขตบริเวณที่มีการผิดปกติของเนื้อเยื่อเต้านมตามที่รังสีแพทย์ตรวจพบ

4.2.6 `lesion_ang_std_pixel_lsi.m` เป็นชุดคำสั่งสำหรับใช้กำหนดพื้นที่หรือสร้างกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบบริเวณที่ตรวจพบการผิดปกติของเนื้อเยื่อเต้านม โดยระบุตำแหน่งในแนวนอนและแนวตั้งสำหรับคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้น

4.2.7 `lsi_feature.m` เป็นชุดคำสั่งสำหรับหาคุณลักษณะเชิงเส้นของกลุ่มจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้น

4.3 ผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างเชิงเส้นที่พบบนภาพถ่ายรังสีเต้านม

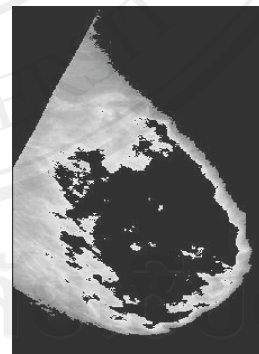
4.3.1 ผลการสำรวจขนาดของโครงสร้างเชิงเส้นที่พบบนภาพถ่ายรังสีเต้านมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ขนาดของโครงสร้างเชิงเส้นที่พบบนภาพถ่ายรังสีเต้านมมีความยาวของเส้นตรงมากกว่า 1 มิลลิเมตรและมีความกว้างของเส้นตรงเท่ากับ 0.1-1.0 มิลลิเมตร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดขนาดเส้นตรงสำหรับตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นตามผลการศึกษาของ Liu และคณะ [14] คือ กำหนดความยาวของเส้นตรงตั้งแต่ 10 จุดภาพเป็นต้นไป และกำหนดความกว้างของเส้นตรงตั้งแต่ 1 จุดภาพไปจนถึง 10 จุดภาพ

4.3.2 ผลการสำรวจค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมและค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน แสดงดังตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข พบว่า ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Fatty จะมีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมเท่ากับ 236.5274 และมีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมันเท่ากับ 50.6875 ส่วนภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Fatty-glandular จะมีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมเท่ากับ 244.74440 และมีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมันเท่ากับ 49.5476 และภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Dense-glandular จะมีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมเท่ากับ 249.5838 และมีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมันเท่ากับ 51.7892 โดยมีตัวอย่างภาพถ่ายรังสีเต้านมที่แสดงเฉพาะบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมและ

บริเวณเนื้อเยื่อไขมัน แสดงดังรูปที่ 21 สำหรับการคำนวณหาค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันกับค่าความเข้มของ จุดภาพ บริเวณเนื้อเยื่อ ไขมันที่แตกต่างกันระหว่าง $\pm 1SD$ ถึง $\pm 2SD$ พบว่า ที่ความแตกต่าง $\pm 1SD$ ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Fatty มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันเท่ากับ 156.1103 มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมันเท่ากับ 67.7231 ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Fatty-glandular มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันเท่ากับ 161.5320 มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมันเท่ากับ 66.4054 ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Dense-glandular มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันเท่ากับ 164.6421 มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมันเท่ากับ 70.6336 ที่ความแตกต่าง $\pm 2SD$ ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Fatty มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันเท่ากับ 134.2545 มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อ ไขมันเท่ากับ 77.4341 ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Fatty-glandular มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันเท่ากับ 138.9103 มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อไขมันเท่ากับ 75.6924 ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมเป็นแบบ Dense-glandular มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันเท่ากับ 141.5901 และมีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณเนื้อเยื่อ ไขมันเท่ากับ 80.5248



(ก)



(ข)

รูปที่ 21 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่แสดงเฉพาะบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมัน (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่แสดงเฉพาะบริเวณเนื้อเยื่อ ไขมัน (แสดงดังพื้นที่สีขาว)

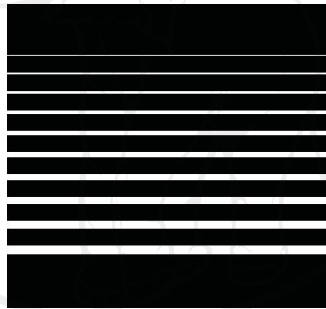
4.3.3 ผลการสำรวจปริมาณสิ่งรบกวนภาพถ่ายรังสีเต้านม พบว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในบริเวณที่ให้ค่าน้อยที่สุดจะบอกถึงปริมาณสิ่งรบกวนภาพที่อยู่บนภาพถ่ายรังสีเต้านม แสดงดัง

ตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยจากตาราง พบว่า ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีผลการตรวจว่าปกติจำนวน 188 ภาพ มีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในบริเวณที่ให้ค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.002

4.3.4 ผลจากการหามุมที่เหมาะสมในการหมุนมาสค์ แสดงดังตารางที่ ค.1 ในภาคผนวก ค ซึ่งพบว่า มุมของเส้นตรงที่ได้จากการหมุนมาสค์คือ มุม 14 องศา เพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบความสามารถของชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI จึงกำหนดมุมของเส้นตรงบนภาพจำลองให้แตกต่างกัน 10 องศา (เริ่มตั้งแต่มุม 0 ถึง 170 องศา)

4.4 สร้างภาพจำลองเพื่อใช้ทดสอบชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI

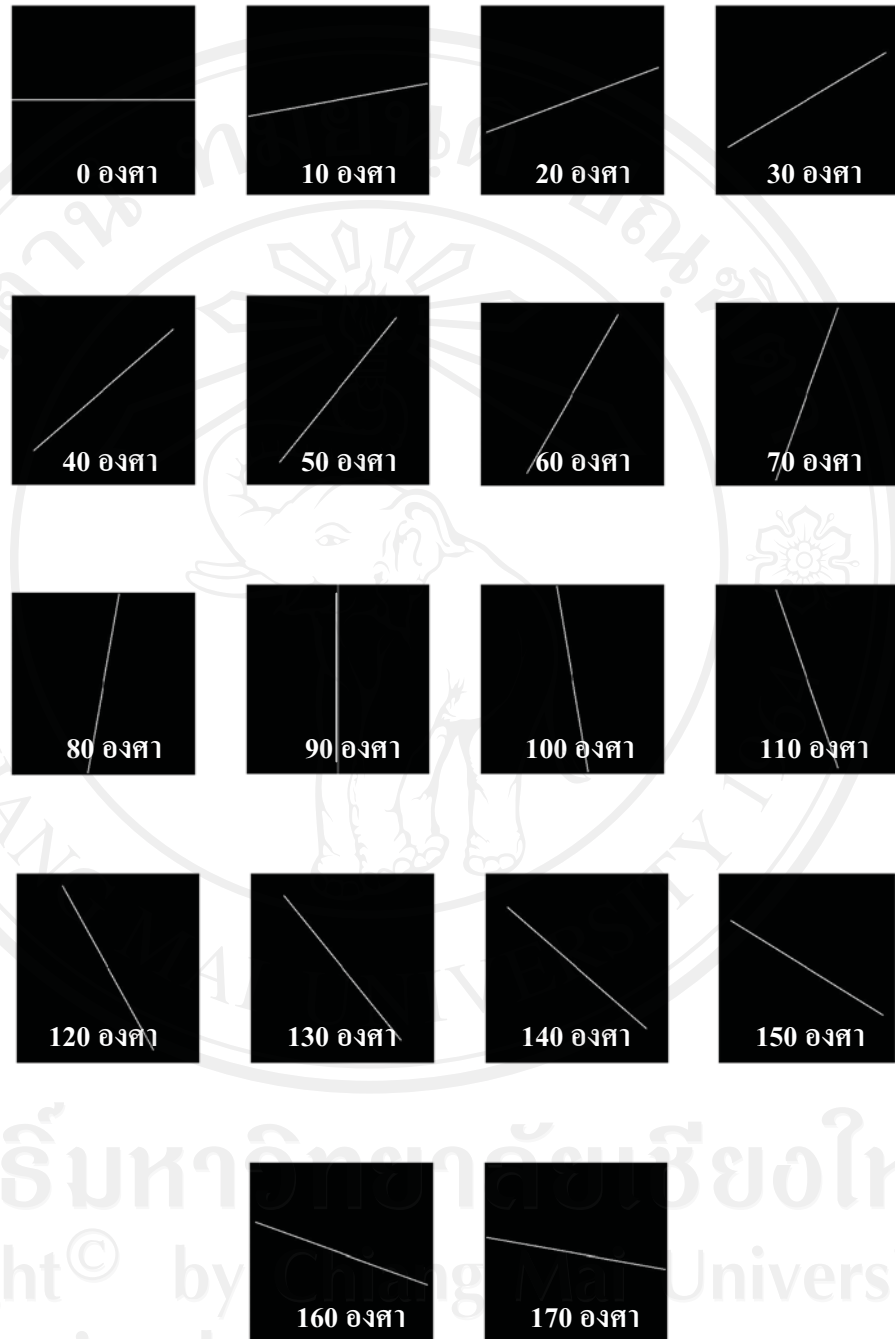
4.4.1 ภาพจำลองที่มีเส้นตรงขนาดต่างๆกัน คือ มีความยาวของเส้นตรงมากกว่า 10 จุดภาพ และมีความกว้างของเส้นตรงตั้งแต่ 1 จุดภาพไปจนถึง 10 จุดภาพ แสดงดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 ภาพจำลองที่มีเส้นตรงขนาดต่างๆกัน มีความยาวของเส้นตรงมากกว่า 10 จุดภาพและมีความกว้างของเส้นตรงตั้งแต่ 1 จุดภาพไปจนถึง 10 จุดภาพ (จากบนลงล่าง)

4.4.2 ภาพจำลองที่มีเส้นตรงอยู่ในมุมต่างๆ เริ่มจากมุม 0 องศาเพิ่มขึ้นทีละ 10 องศาไปจนถึงมุม 170 องศา จะได้เส้นตรงที่มีมุมแตกต่างกันทั้งสิ้น 18 มุม แสดงดังรูปที่ 23

4.4.3 ภาพจำลองที่มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณที่เป็นเส้นตรงกับค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณที่เป็นพื้นภาพแตกต่างกัน โดยมีค่าความเข้มของจุดภาพที่เป็นเส้นตรงกับค่าความเข้มของจุดภาพที่เป็นพื้นภาพแตกต่างกันอยู่ระหว่าง $\pm 1SD$ ถึง $\pm 2SD$ ตามประเภทความหนาแน่นของเต้านมซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ ได้แก่ Fatty, Fatty-glandular และ Dense-glandular แสดงดังรูปที่ 24 และภาพจำลองที่มีขนาดความกว้างของเส้นตรง 1, 5 และ 10 จุดภาพ โดยใช้พื้นภาพเป็นภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมแตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 25

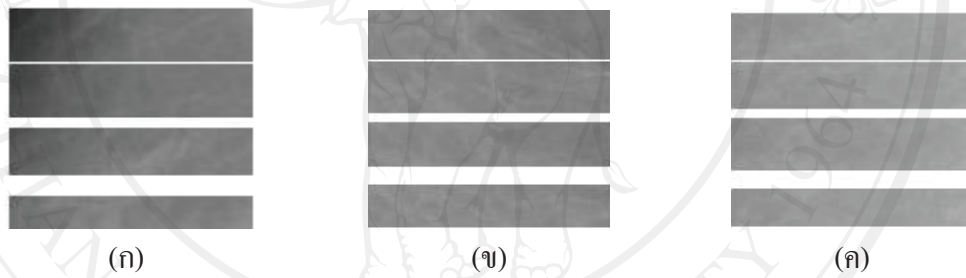


รูปที่ 23 ภาพจำลองที่มีเส้นตรงอยู่ในมุมต่างๆ ตั้งแต่มุม 0 ถึง 170 องศา

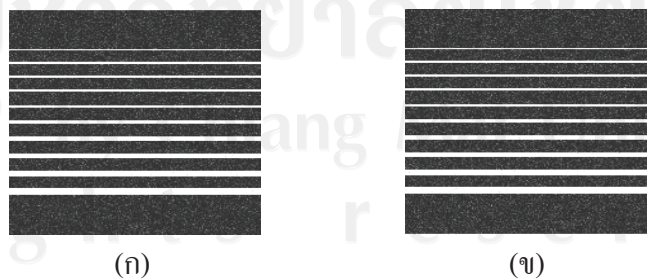
4.4.4 ภาพจำลองที่ถูกรบกวนด้วย Gaussian noise ซึ่งมีระดับของ Variance เท่ากับ 0.002 และ 0.01 แสดงดังรูปที่ 26



รูปที่ 24 ภาพจำลองที่มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณที่เป็นเส้นตรงกับค่าความเข้มของจุดภาพ บริเวณที่เป็นพื้นภาพแตกต่างกันระหว่าง $\pm 1SD$ ถึง $\pm 2SD$ ตามความหนาแน่นของเต้านม ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ (ก) Fatty (ข) Fatty-glandular และ (ค) Dense-glandular



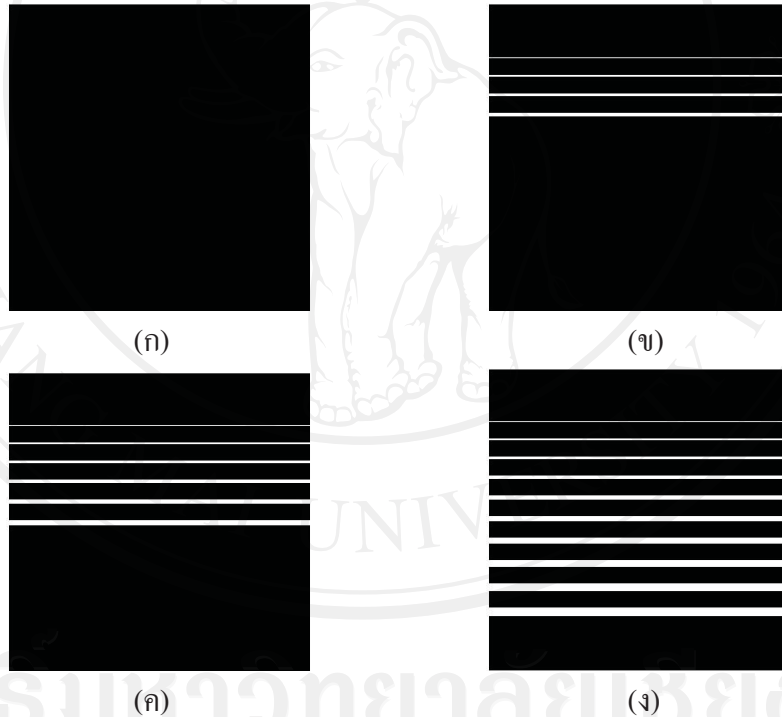
รูปที่ 25 ภาพจำลองที่มีขนาดความกว้างของเส้นตรง 1, 5 และ 10 จุดภาพ โดยใช้พื้นภาพเป็น ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมแตกต่างกัน 3 แบบ (ก) Fatty (ข) Fatty-glandular และ (ค) Dense-glandular



รูปที่ 26 ภาพจำลองที่ถูกรบกวนด้วย Gaussian noise ซึ่งมีระดับของ Variance แตกต่างกัน (ก) มีค่า Variance เท่ากับ 0.002 (ข) มีค่า Variance เท่ากับ 0.01

4.5 ผลการตรวจหาโครงสร้างเชิงเส้นบนภาพจำลอง

4.5.1 ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพบริเวณพื้นภาพและกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีขนาดต่างๆกัน คือ ตั้งแต่ 1 จุดภาพไปจนถึง 10 จุดภาพบนภาพจำลอง โดยเปลี่ยนค่าความยาว l ทั้งหมด 10 ค่า ได้แก่ $l = 2, l = 3, \dots, l = 11$ พบว่า ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI ตรวจไม่พบกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นในบริเวณพื้นภาพ แต่ในบริเวณที่เป็นเส้นตรงที่มีขนาดต่างๆกัน พบว่า ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI สามารถตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีขนาดตั้งแต่ 1 จุดภาพจนถึง $l-1$ จุดภาพ สำหรับกลุ่มของจุดภาพที่มีขนาดมากกว่า l จะถูกพิจารณาเป็นส่วนของพื้นภาพแทน แสดงดังรูปที่ 27



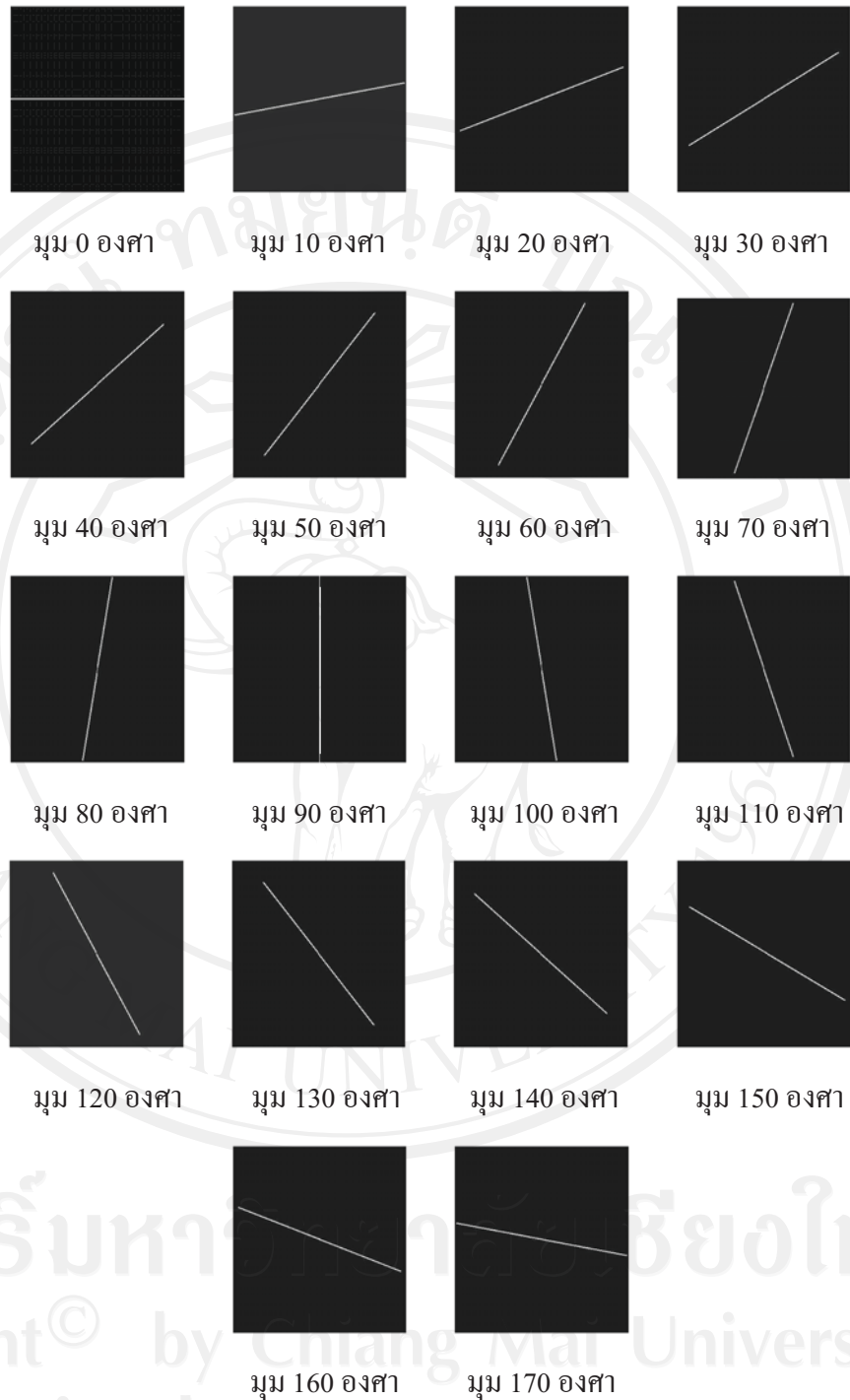
รูปที่ 27 (ก) ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพบริเวณพื้นภาพ (ข) ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นเมื่อกำหนดค่า $l=5$ (ค) ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นเมื่อกำหนดค่า $l=7$ (ง) ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นเมื่อกำหนดค่า $l=11$

4.5.2 ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่อยู่ในมุมต่างๆ เริ่มตั้งแต่มุม 0 องศาเพิ่มขึ้นทีละ 10 องศาไปจนถึงมุม 170 องศา รวมทั้งสิ้น 18 มุม พบว่า ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI สามารถตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่อยู่ในมุมต่างๆ ได้ แสดงดังรูปที่ 28

ผลจากการหามุมมาส์คเพื่อคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดของกลุ่มจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่วางตัวอยู่ในมุมต่างๆ พบว่า การหามุมมาส์คที่มุม 1 องศาและ 10 องศา จะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดของกลุ่มจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าการหามุมมาส์คที่มุม 20 องศา, 30 องศา, 60 องศาและ 90 องศา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลจากการหามุมมาส์ค $M(\theta, I)$ เพื่อคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดของกลุ่มจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่วางตัวอยู่ในมุมต่างๆ กำหนดมุมสำหรับหามุมมาส์คทั้งหมด 6 มุม ได้แก่ มุม 1 องศา, 10 องศา, 20 องศา, 30 องศา, 60 องศาและ 90 องศา ตามลำดับ

ความยาวเส้นตรง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดของกลุ่มจุดภาพ ที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้น					
	1 องศา	10 องศา	20 องศา	30 องศา	60 องศา	90 องศา
1	4.6672	5.4256	7.5166	7.5787	8.9214	9.1287
2	5.8815	5.8975	7.5166	7.5787	8.9214	9.1287
3	6.6806	7.0796	7.5166	7.5787	8.9214	9.1287
4	7.2347	7.3213	8.1047	7.5787	8.9214	9.1287
5	7.4783	7.5003	8.1047	7.5787	8.9214	9.1287
6	7.9047	7.8856	8.1047	8.3241	8.9214	9.1287
7	7.9021	7.9882	8.0728	8.3241	8.9214	9.1287
8	7.7238	8.0320	8.0728	8.3241	8.9214	9.1287
9	6.7078	7.0213	8.0728	8.3241	8.9214	9.1287
10	6.1818	6.8425	8.6571	8.3241	8.9214	9.1287



รูปที่ 28 ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่อยู่ในมุมต่างๆ

นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการหมุนมาส์คที่มุม 10 องศา เพื่อคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้อยที่สุดของกลุ่มจุดภาพที่เป็นส่วนของ โครงสร้างเชิงเส้นจะใช้ระยะเวลาในการคำนวณที่น้อยกว่า

การหมุนมาส์คที่มุม 1 องศา ดังนั้นเพื่อลดระยะเวลาในการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้น การทดลองนี้จึงกำหนดมุมที่ใช้หมุนมาส์คเพื่อคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดของกลุ่มจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นไว้ที่มุม 10 องศา

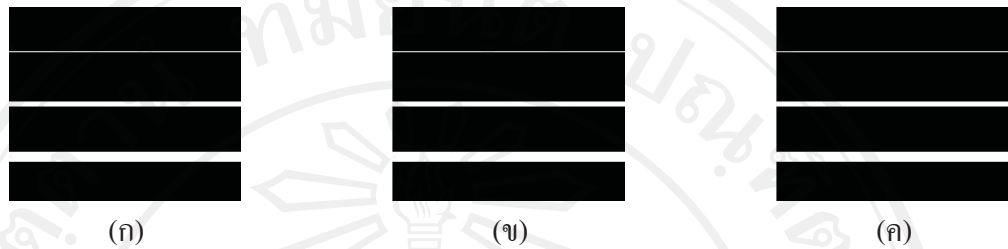
4.5.3 ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณที่เป็นเส้นตรงกับค่าความเข้มของจุดภาพบริเวณที่เป็นพื้นภาพแตกต่างกัน เมื่อทดลองเปลี่ยนค่าความเข้มของจุดภาพที่เป็นเส้นตรงกับค่าความเข้มของจุดภาพที่เป็นพื้นภาพให้แตกต่างกันอยู่ระหว่าง $\pm 1SD$ ถึง $\pm 2SD$ พบว่า ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI สามารถตรวจหาจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีค่าความเข้มแตกต่างกันอยู่ระหว่าง $\pm 1SD$ ถึง $\pm 2SD$ ได้ แสดงดังรูปที่ 29 สำหรับผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบนภาพจำลองที่มีขนาดความกว้างของเส้นตรง 1, 5 และ 10 จุดภาพ โดยใช้พื้นภาพเป็นภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมแตกต่างกัน พบว่า ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI สามารถตรวจหาจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีขนาดความกว้างของเส้นตรง 1, 5 และ 10 จุดภาพบนภาพรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมแตกต่างกันได้เช่นกัน แสดงดังรูปที่ 30



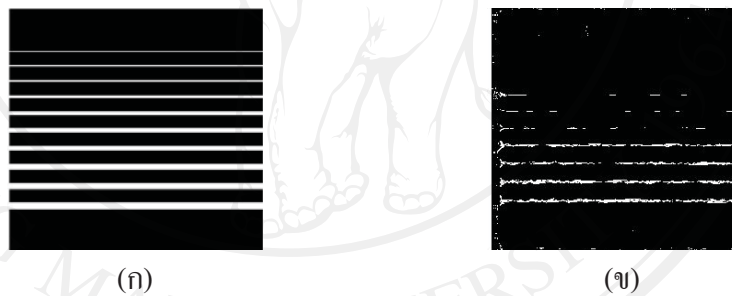
รูปที่ 29 ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีค่าความเข้มของจุดภาพที่เป็นเส้นตรงกับค่าความเข้มของจุดภาพที่เป็นพื้นภาพแตกต่างกันอยู่ระหว่าง $\pm 1SD$ ถึง $\pm 2SD$ ตามความหนาแน่นของเต้านมซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ (ก) Fatty (ข) Fatty- glandular และ (ค) Dense-glandular

4.5.4 ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่ถูกบกรบกวนด้วย Gaussian noise ซึ่งมีระดับของ Variance เท่ากับ 0.002 และ 0.01 พบว่า ที่ระดับของ Variance เท่ากับ 0.002 ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI สามารถตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีขนาดตั้งแต่ 1 จุดภาพไปจนถึง 10 จุดภาพได้ทั้งหมด แต่เมื่อเพิ่มระดับของ Variance เป็น 0.01 (ระดับ Variance เริ่มต้นสำหรับเพิ่ม Gaussian noise เข้าไปรบกวน

ภาพ) พบว่า กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีขนาดน้อยกว่า 7 จุดภาพ ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI ไม่สามารถตรวจพบได้ ยกเว้นกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีขนาดมากกว่า 7 จุดภาพเป็นต้นไป แสดงดังรูปที่ 31



รูปที่ 30 ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่มีขนาดความกว้างของเส้นตรง 1, 5 และ 10 จุดภาพ โดยใช้พื้นภาพเป็นภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมแตกต่างกัน 3 แบบ (ก) Fatty (ข) Fatty-glandular และ (ค) Dense-glandular



รูปที่ 31 (ก) ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นเมื่อถูกรบกวนด้วย Gaussian noise ที่มีค่า Variance = 0.002 (ข) ผลการตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นเมื่อถูกรบกวนด้วย Gaussian noise ที่มีค่า Variance = 0.01

4.6 ผลการตรวจหาโครงสร้างเชิงเส้นบนภาพถ่ายรังสีเต้านม

การใช้ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI ตรวจหากลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบนภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มาจากฐานข้อมูลภาพถ่ายรังสีเต้านมแบบดิจิทัลหรือ DDSM ที่ตรวจพบการผิดปกติของเนื้อเยื่อเต้านมในท่าตรงและในท่าแนวทแยงจากด้านข้างที่มีค่าความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 1 ถึง BIRADS 4 แสดงดังรูปที่ 32 และ 33 โดยกำหนดค่าความยาว $l = 11$ กำหนดระยะห่างของมุมที่ใช้หามุมมาศเพื่อคำนวณหาค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐานน้อยที่สุดในมุมต่างๆไว้ที่ 10 องศา กำหนดพื้นที่สำหรับตรวจ 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติ บริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม และบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน กำหนดเกณฑ์สำหรับคัดเลือกกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้น คือ กลุ่มของจุดภาพที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 0.8 และมีค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า 0.4 พบว่าชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาจากวิธี LSI สามารถตรวจหากกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบนภาพถ่ายรังสีเต้านมทั้ง 120 ภาพได้ เมื่อมองด้วยตาเปล่าจะเห็นกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นมีอยู่เป็นจำนวนมากบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติ รองลงมาจะเป็นบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม แต่สำหรับบริเวณเนื้อเยื่อไขมันจะเห็นกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นอยู่น้อยมาก แสดงดังรูปที่ 34 ถึง 37 กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่พบเป็นจำนวนมากบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติจะมีอยู่ทั้งสิ้น 90 ภาพ ส่วนภาพที่เหลืออีก 30 ภาพจะเป็นกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นที่พบเป็นจำนวนมากบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม สำหรับการกระจายของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด การกระจายของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการกระจายของมุมที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดในแต่ละบริเวณ แสดงดังรูปที่ 38 จากกราฟฮิสโตแกรมแสดงค่าการกระจายของคุณลักษณะเชิงเส้นในบริเวณต่างๆ โดยมีแกนนอนเป็นคุณลักษณะเชิงเส้น ส่วนแกนตั้งเป็นกลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้น พบว่าเส้นกราฟแสดงค่าการกระจายของคุณลักษณะเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติจะอยู่ด้านบนสุด รองลงมาจะเป็นเส้นกราฟแสดงค่าการกระจายของคุณลักษณะเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมและบริเวณเนื้อเยื่อไขมันตามลำดับ เมื่อพิจารณาเส้นกราฟจะเห็นว่าค่าการกระจายของคุณลักษณะเชิงเส้นทั้งสามบริเวณมองเห็นแยกออกจากกันชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการแสดงออกของคุณลักษณะเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติมีความแตกต่างกัน

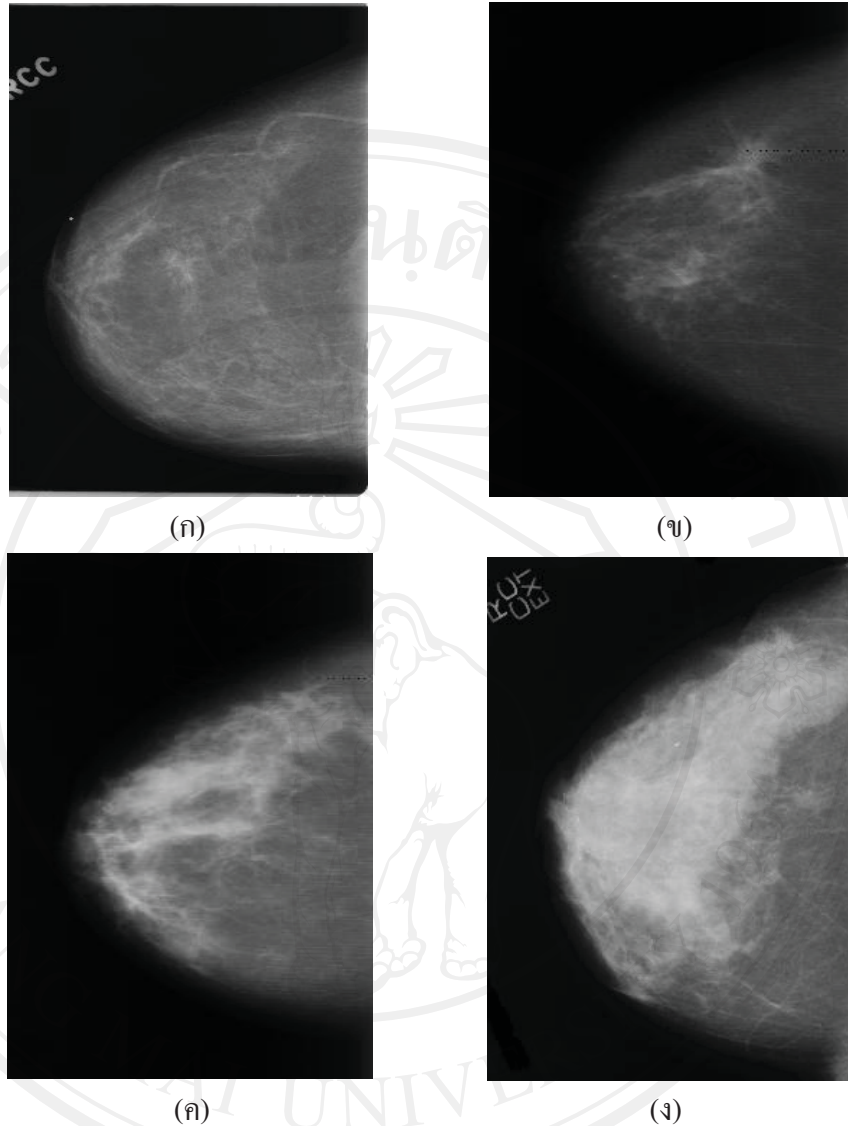
4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดเท่ากับ 0.4419 บริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดเท่ากับ 0.4293 บริเวณเนื้อเยื่อไขมันมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดเท่ากับ 0.2185 เมื่อทำการทดสอบหาความแตกต่างด้วยสถิติ T-test พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig=0.2620) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig=0.0001) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย

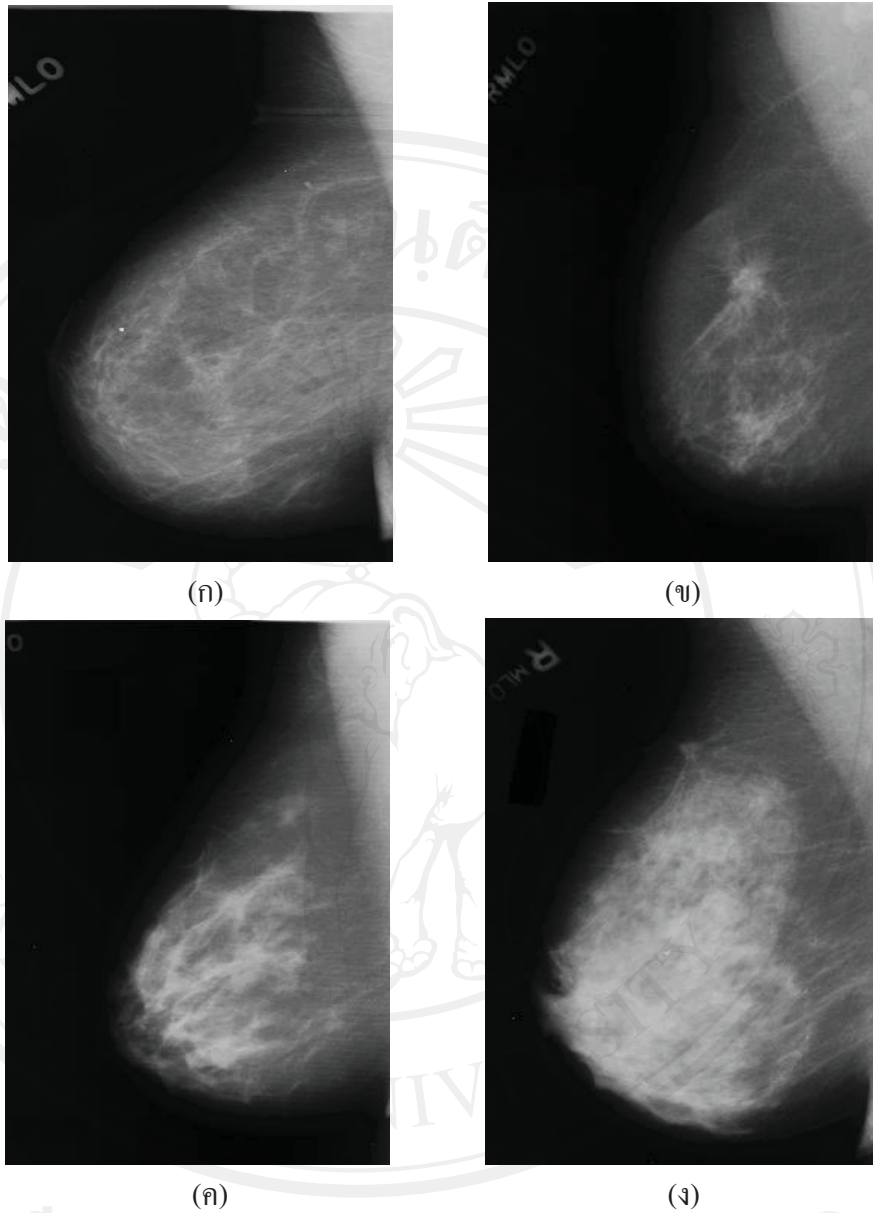
ที่สุดบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมกับบริเวณเนื้อเยื่อไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig=0.0001)

กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติมีค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.3231 บริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมมีค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.2504 บริเวณเนื้อเยื่อไขมันมีค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.1057 เมื่อทำการทดสอบหาความแตกต่างด้วยสถิติ T-test พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig=0.0001) ค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig=0.0001) และค่าเฉลี่ยของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมกับบริเวณเนื้อเยื่อไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig=0.0001)

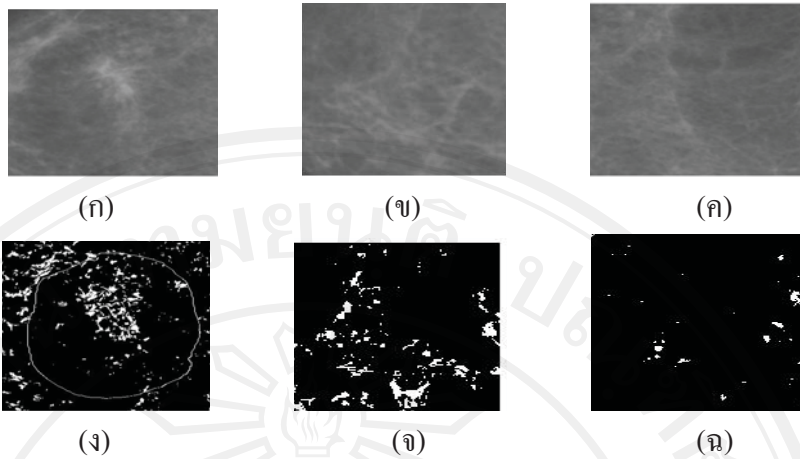
สำหรับผลการทดสอบไคสแควร์เพื่อหาสัดส่วนของค่าการกระจายของมุมที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมและบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน พบว่า สัดส่วนของค่าการกระจายของมุมที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมและบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อไขมันจากการเปรียบเทียบค่าไคสแควร์ที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการเปิดตารางไคสแควร์ที่ $df = 18$ ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ค่าที่ได้จากการเปิดตารางมีค่าน้อยกว่าค่าที่คำนวณได้ แสดงว่าค่าการกระจายของมุมที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดบริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม บริเวณเนื้อเยื่อที่มีการผิดปกติกับบริเวณเนื้อเยื่อต่อมไขมันและบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนมกับบริเวณเนื้อเยื่อไขมันมีค่าการกระจายของมุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



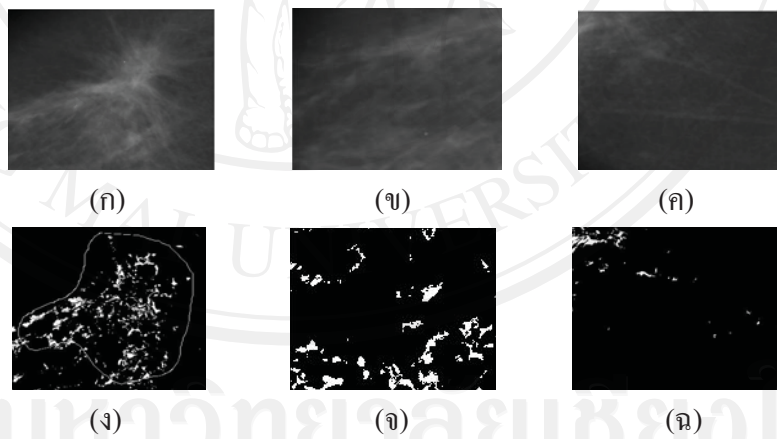
รูปที่ 32 ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณที่มีการผิดปกติของเนื้อเยื่อเต้านมในท่าตรงที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 1 ถึง BIRADS 4 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 1 (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 2 (ค) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 3 และ (ง) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 4



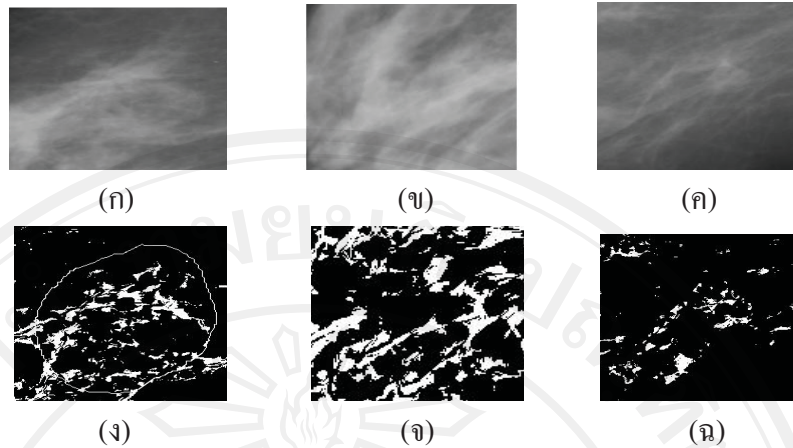
รูปที่ 33 ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณที่มีการผิดปกติของเนื้อเยื่อเต้านมอยู่ในท่าทแยงจากด้านข้างที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 1 ถึง BIRADS 4 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 1 (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 2 (ค) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 3 และ (ง) ภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 4



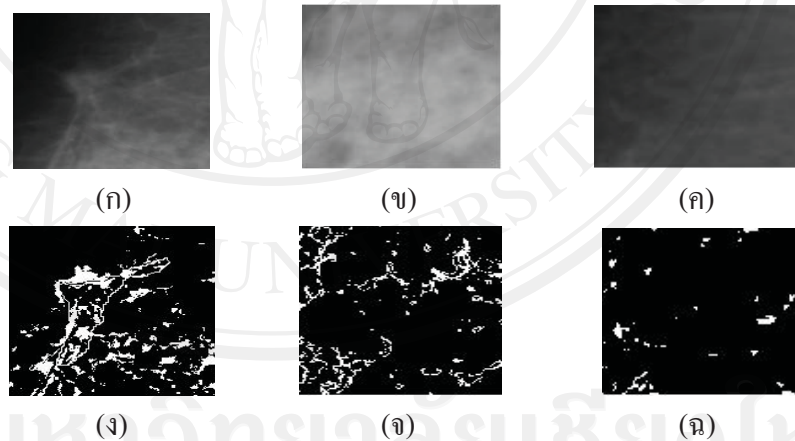
รูปที่ 34 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณที่มีการผิดปกติที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 1 (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม (ค) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน (ง) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณที่มีการผิดปกติ (จ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม และ (ฉ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน



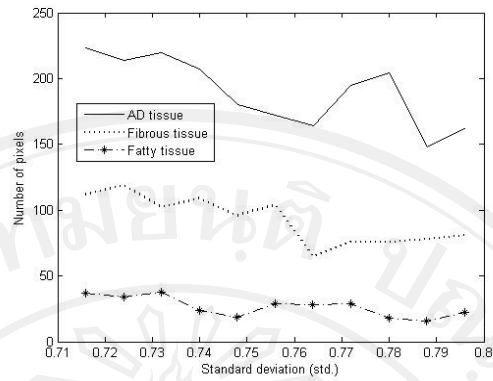
รูปที่ 35 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณที่มีการผิดปกติที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 2 (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม (ค) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน (ง) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณที่มีการผิดปกติ (จ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม และ (ฉ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน



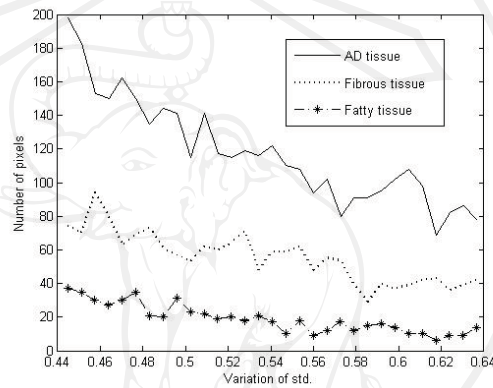
รูปที่ 36 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณที่มีการผิดปกติที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 3 (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม (ค) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน (ง) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณที่มีการผิดปกติ (จ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม และ (ฉ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน



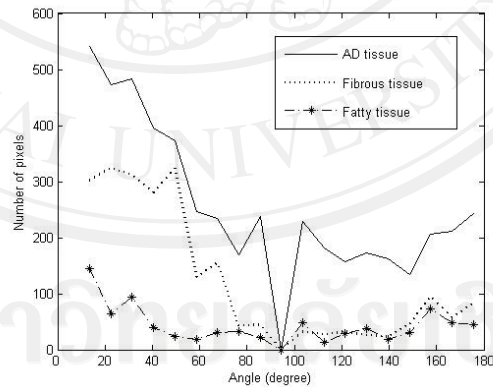
รูปที่ 37 (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณที่มีการผิดปกติที่มีความหนาแน่นของเต้านมอยู่ในกลุ่ม BIRADS 4 (ข) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม (ค) ภาพถ่ายรังสีเต้านมบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน (ง) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณที่มีการผิดปกติ (จ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อต่อมน้ำนม และ (ฉ) กลุ่มของจุดภาพที่เป็นส่วนของโครงสร้างเชิงเส้นบริเวณเนื้อเยื่อไขมัน



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 38 ฮิสโตแกรมแสดงค่าการกระจายของคุณลักษณะเชิงเส้นในบริเวณต่างๆ (ก) ฮิสโตแกรมของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด (ข) ฮิสโตแกรมของค่าความแปรปรวนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ (ค) ฮิสโตแกรมของค่าการกระจายของมุมที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด