

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่งานวิจัย	1
1.2 สรุปลักษณะสำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหนาแน่นของเต้านม	8
2.2 การจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านม	9
2.2.1 การจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมเชิงคุณภาพโดยรังสีแพทย์	9
2.2.2 การจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมเชิงปริมาณร่วมกับเชิงคุณภาพโดยรังสีแพทย์	10
2.2.3 การจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านม โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์	12
2.2.3.1 วิธี Planimetry	13
2.2.3.2 วิธีการใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพ	14
2.3 พื้นผิวของภาพ	19
2.4 การใช้พื้นผิวของภาพในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพ	22
2.5 การใช้พื้นผิวของภาพ 2 ชนิดร่วมกันในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพ	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	25
3.2 วิธีการวิจัย	26
3.2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น	26
3.2.1.1 การกรองสิ่งรบกวนออกจากภาพถ่ายรังสีเต้านม	26
3.2.1.2 การแยกส่วนพื้นภาพและส่วนกล้ามเนื้อทรวงอกออกจากภาพถ่ายรังสีเต้านม	27
3.2.2 การคัดเลือกพื้นผิวเชิงสถิติของภาพ	29
3.2.3 การนำพื้นผิวเชิงสถิติของภาพที่คัดเลือกได้มาใช้ในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพ	31
3.2.4 การประมาณค่าความหนาแน่นของเต้านมและการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านม	31
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	32
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการประมวลผลภาพเบื้องต้น	34
4.2 ผลการคัดเลือกพื้นผิวเชิงสถิติของภาพ	36
4.3 การใช้พื้นผิวเชิงสถิติของภาพในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพ	47
4.3.1 การกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพจากการใช้พื้นผิวเชิงสถิติของภาพแต่ละชนิดที่คัดเลือกได้	47
4.3.2 การกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพจากการใช้พื้นผิวเชิงสถิติ 2 ชนิดร่วมกัน	49
4.4 ผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4	51
บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย	58

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก ชุดคำสั่งในโปรแกรม MATLAB เพื่อใช้ในการแยกส่วนที่เป็น อากาศหรือส่วนพื้นภาพออกจากภาพถ่ายรังสีเต้านม	71
ภาคผนวก ข ชุดคำสั่งในโปรแกรม MATLAB เพื่อใช้ในการสร้างกราฟค่า พื้นผิวเชิงสถิติทั้ง 6 ชนิด โดยคำนวณจากการใช้สมการที่ (4) - (9) ทั้งในส่วนของเนื้อเยื่อไฟโบรแกลนดูลาร์และส่วนเนื้อเยื่อไขมันที่ ค่าขีดแบ่งจุดภาพ (t) ตั้งแต่ $t = 15$ ถึง $t =$ ค่าจุดภาพที่มีค่าสูงสุดใน ภาพ	73
ภาคผนวก ค วิธีการหาค่าร้อยละจำนวนจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อภายในเต้านมที่ สูญเสียไปกับการแยกส่วนพื้นภาพ	77
ภาคผนวก ง ชุดคำสั่งใน โปรแกรม MATLAB เพื่อใช้ในการกำหนดค่าขีดแบ่ง จุดภาพจากการใช้พื้นผิวเชิงสถิติของภาพและการคำนวณหาค่า ร้อยละความหนาแน่นของเต้านม	79
ประวัติผู้เขียน	87

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากการใช้ค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพโดยเปรียบเทียบกับผลการจำแนกที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM	53
2	แสดงผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากการใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพโดยเปรียบเทียบกับผลการจำแนกที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM	54
3	แสดงผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากการใช้ค่าเอนโทรปีในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพโดยเปรียบเทียบกับผลการจำแนกที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM	55
4	แสดงผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมจากการใช้พื้นผิวเชิงสถิติของภาพ 2 ชนิดร่วมกันในการกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพโดยเปรียบเทียบกับผลการจำแนกที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM	57

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ภาพกายวิภาคของเต้านมและส่วนประกอบที่ปรากฏบนภาพถ่ายรังสีเต้านม	8
2 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน จากภาพที่มีความหนาแน่นของเต้านมน้อยไปยังภาพที่มีความหนาแน่นของเต้านมมาก (จากซ้ายไปขวา)	9
3 แสดงตัวอย่างการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านม ตามเกณฑ์ของ BI-RADS ฉบับแก้ไขที่ 4	11
4 แสดงภาพถ่ายรังสีเต้านมแบบดิจิทัลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลตัวเลขที่เป็นค่าของจุดภาพที่นำมาเรียงต่อกันจนได้เป็นภาพ	13
5 แสดงวิธี Planimetry โดยการลากเส้นล้อมรอบบริเวณส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรแกลนดูลาร์และบริเวณเนื้อเยื่อเต้านมทั้งหมด เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านม	13
6 แสดง (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมในรูปแบบไฟล์ 8 บิต และ (ข) การใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพเพื่อแบ่งจุดภาพบนฮิสโตแกรมของภาพออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (ด้านซ้ายของกราฟ) และจุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรแกลนดูลาร์ (ด้านขวาของกราฟ)	14
7 แสดงภาพถ่ายรังสีเต้านมที่ผ่านการปรับตั้งค่าขีดแบ่งจุดภาพ โดย (1) รังสีแพทย์จะตั้งค่าขีดแบ่งจุดภาพเพื่อแยกส่วนเนื้อเยื่อเต้านมออกจากภาพพื้นภาพ (2) ตั้งค่าขีดแบ่งจุดภาพเพื่อใช้ระบุพื้นที่ของส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไฟโบรแกลนดูลาร์และ (3) ระบบคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมออกมาโดยอัตโนมัติ จากภาพตัวอย่างนี้มีค่าความหนาแน่นของเต้านมเท่ากับ 35%	15
8 แสดงตัวอย่างวิธีการประมาณค่าความหนาแน่นของเต้านมโดยใช้โปรแกรม MDEST (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมในแนวบนลงล่าง (ข) ภาพที่ได้จากการใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพในการแยกส่วนเนื้อเยื่อภายในเต้านม โดยแสดงจุดภาพของส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อไฟโบรแกลนดูลาร์ (ค) ค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมจากการประมาณค่าโดยรังสีแพทย์ ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงมาตรฐาน (ง) ค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านมจากการใช้โปรแกรม MDEST และ (จ) ผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ของ BI-RADS	18

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
9 แสดง (ก) ส่วนประกอบในภาพถ่ายรังสีเต้านมที่สัมพันธ์กับ (ข) ฮิสโตแกรมของภาพถ่ายรังสีเต้านม โดยแสดงค่าขีดแบ่งจุดภาพ ( $T_{BG}$ ) ที่ใช้แยกส่วนพื้นภาพ	28
10 การแยกส่วนพื้นภาพออกจากภาพถ่ายรังสีเต้านม (ก) ภาพตั้งต้น (ข) ภาพที่ได้จากการใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพจะได้ภาพที่มีสองระดับ ส่วนพื้นภาพจะมีค่าจุดภาพเป็น 0 และส่วนเต้านมจะมีค่าจุดภาพเป็น 1 และ (ค) ภาพที่ได้จากการแยกส่วนพื้นภาพออก	28
11 การแยกส่วนกล้ามเนื้อทรวงอกออกจากภาพ (ก) ระบุขอบเขตส่วนกล้ามเนื้อทรวงอกโดยรังสีแพทย์และ (ข) ภาพแสดงเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อภายในเต้านม	29
12 แสดง (ก) จุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนคูลาร์ (สีขาวย) จากค่าขีดแบ่งจุดภาพที่ทำให้จากการใช้พื้นผิวเชิงสถิติที่คัดเลือกได้และ (ข) จุดภาพของส่วนเนื้อเยื่อเต้านมทั้งหมด จากการใช้ค่าขีดแบ่งจุดภาพที่มีค่ามากกว่า 0	32
13 แสดง (ก) ภาพถ่ายรังสีเต้านมจากฐานข้อมูล DDSM และ (ข) ภาพที่ได้จากการกรองภาพโดยใช้ median filter	34
14 แสดง (ก) ขอบเขตของเต้านมก่อนทำการแยกส่วนพื้นภาพ (เส้นสีขาวย) และ (ข) ภาพที่ได้หลังผ่านกระบวนการแยกส่วนพื้นภาพ ซึ่งจะมีจุดภาพบางส่วนของเนื้อเยื่อเต้านมที่ปะปนไปกับส่วนพื้นภาพ (ลูกศรชี้)	35
15 แสดงภาพที่ได้จากขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น โดยแสดงเฉพาะส่วนเนื้อเยื่อภายในเต้านมเท่านั้น	36
16 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพื้นผิวเชิงสถิติของภาพของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (เส้นทึบ) และส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนคูลาร์ (เส้นปะ) กับค่าขีดแบ่งจุดภาพต่างๆ ตั้งแต่ $t = 15$ จนถึง $t =$ ค่าของจุดภาพที่มีค่าสูงสุดในภาพ โดย (ก)-(จ) เป็นกราฟของพื้นผิวเชิงสถิติในแต่ละชนิด ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเรียบ ค่าความเบ้ ค่าความสมมาตรและค่าเอนโทรปี ตามลำดับ	38
17 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิวเชิงสถิติชนิดค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (เส้นทึบ) และของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนคูลาร์ (เส้นปะ) ที่ค่าขีดแบ่งจุดภาพต่างๆ ตั้งแต่ $t = 15$ จนถึง $t =$ ค่าของจุดภาพที่มีค่าสูงสุดในภาพ โดย (ก)-(ง) เป็นตัวอย่างกราฟของพื้นผิวเชิงสถิติชนิดค่าเฉลี่ยความเข้มของภาพที่ได้จากภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ในกลุ่ม BI-RADS I, II, III และ IV ตามลำดับ	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
<p>18 แสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิวเชิงสถิติของภาพชนิดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (เส้นทึบ) และของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนคูลาร์ (เส้นปะ) ที่ค่าขีดแบ่งจุดภาพต่างๆ ตั้งแต่ <math>t = 15</math> จนถึง <math>t =</math> ค่าของจุดภาพที่มีค่าสูงสุดในภาพ โดย (ก)-(ง) เป็นตัวอย่างกราฟของพื้นผิวเชิงสถิติชนิดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ในกลุ่ม BI-RADS I, II, III และ IV ตามลำดับ</p>	40
<p>19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิวเชิงสถิติของภาพชนิดค่าความเรียบของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (เส้นทึบ) และของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนคูลาร์ (เส้นปะ) ที่ค่าขีดแบ่งจุดภาพต่างๆ ตั้งแต่ <math>t = 15</math> จนถึง <math>t =</math> ค่าของจุดภาพที่มีค่าสูงสุดในภาพ โดย (ก)-(ง) เป็นตัวอย่างกราฟของพื้นผิวเชิงสถิติชนิดค่าความเรียบที่ได้จากภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ในกลุ่ม BI-RADS I, II, III และ IV ตามลำดับ</p>	43
<p>20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิวเชิงสถิติของภาพชนิดค่าความเบ้ของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (เส้นทึบ) และของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนคูลาร์ (เส้นปะ) ที่ค่าขีดแบ่งจุดภาพต่างๆ ตั้งแต่ <math>t = 15</math> จนถึง <math>t =</math> ค่าของจุดภาพที่มีค่าสูงสุดในภาพ โดย (ก)-(ง) เป็นตัวอย่างกราฟของพื้นผิวเชิงสถิติชนิดค่าความเรียบที่ได้จากภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ในกลุ่ม BI-RADS I, II, III และ IV ตามลำดับ</p>	44
<p>21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิวเชิงสถิติของภาพชนิดค่าความสม่ำเสมอของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (เส้นทึบ) และของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรกลอนคูลาร์ (เส้นปะ) ที่ค่าขีดแบ่งจุดภาพต่างๆ ตั้งแต่ <math>t = 15</math> จนถึง <math>t =</math> ค่าของจุดภาพที่มีค่าสูงสุดในภาพ โดย (ก)-(ง) เป็นตัวอย่างกราฟของพื้นผิวเชิงสถิติชนิดค่าความเรียบที่ได้จากภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ในกลุ่ม BI-RADS I, II, III และ IV ตามลำดับ</p>	45

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นผิวเชิงสถิติของภาพชนิดค่าแอนโทโรปีของส่วนเนื้อเยื่อไขมัน (เส้นทึบ) และของส่วนเนื้อเยื่อไฟโบรแกลนดูลาร์ (เส้นปะ) ที่ค่าขีดแบ่งจุดภาพต่างๆ ตั้งแต่ $t = 15$ จนถึง $t =$ ค่าของจุดภาพที่มีค่าสูงสุดในภาพ โดย (ก)-(ง) เป็นตัวอย่างกราฟของพื้นผิวเชิงสถิติชนิดค่าแอนโทโรปีที่ได้จากภาพถ่ายรังสีเต้านมที่มีผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมที่ระบุในฐานข้อมูลอยู่ในกลุ่ม BI-RADS I, II, III และ IV ตามลำดับ	46
23 แสดง (ก) ตัวอย่างภาพถ่ายรังสีเต้านมที่ได้จากขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น (ข) ภาพที่ได้จากการแยกส่วนเนื้อเยื่อเต้านมโดยวิธีกำหนดค่าขีดแบ่งจุดภาพจากการใช้พื้นผิวเชิงสถิติของภาพ (ค) ค่าร้อยละความหนาแน่นของเต้านม (ง) ผลการจำแนกประเภทความหนาแน่นของเต้านมตามเกณฑ์ของ BI-RADS และ (จ) ผลการจำแนกที่ระบุในฐานข้อมูล DDSM	52