

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญ	(7)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	4
1.6 ขั้นตอนการวิจัย	5
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	6
2.1 ภาพเชิงกายภาพ (Physical Image)	6
2.2 ความหมายและนิยามของภาพในระบบดิจิทัล	6
2.3 การแปลงภาพให้เป็นภาพในเชิงดิจิทัล	7
2.4 ลักษณะของภาพสี (Color Image Characteristics)	10
2.5 ความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างจุดภาพ (Fundamental Relation Between Pixels)	11
2.6 ฮิสโตแกรม (Histogram)	13
2.7 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement)	15
2.8 การประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ (Morphological Image Processing)	21
2.9 การแยกข้อมูลภาพ (Image Segmentation)	27
2.10 การหาขอบภาพ (Edge Detection)	34

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะผิดปกติบนผิวหนังของใบหู	40
3.1 ลักษณะของความผิดปกติบนผิวหนังของใบหู	40
3.2 การถ่ายภาพใบหู	42
3.3 ภาพถ่ายใบหูและโปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ลักษณะผิดปกติ	44
4 ผลการวิเคราะห์ลักษณะผิดปกติบนผิวหนังของใบหู	62
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	101
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก	106
ประวัติผู้เขียน	112

## รายการตาราง

ตาราง	หน้า
3-1 ระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB ที่กำหนดค่าใหม่ด้วย Threshold ทั้ง 17 ค่า	49

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1-1 จุดสะท้อนกลับ (Reflex Point) ของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายมีการเรียงตัวคล้ายกับรูป ทารกในครรภ์มารดา	2
1-2 ตำแหน่งจุดบนใบหูที่ใช้รักษาโรคของอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย	2
2-1 ภาพในความหมายของฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ ของค่าความเข้มของแสง ณ ตำแหน่ง (x,y)	7
2-2 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการเก็บข้อมูลภาพ	7
2-3 ภาพอุปมาอุปมัยของการสุ่มเลือกทางตำแหน่งของภาพ	8
2-4 การแทนค่าความเข้มแสงด้วยจำนวนเต็มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 255	9
2-5 ภาพสี (a) ซึ่งมี 3 องค์ประกอบคือ สีแดง (b), สีเขียว (c), และสีน้ำเงิน (d)	10
2-6 แสดงระบบเพื่อนบ้านของจุดภาพใด ๆ (ระบายสีดำ) โดย a คือระบบ 4-Neighbors และ b คือระบบ 8-Neighbors ของจุดภาพนี้	12
2-7 แสดงเส้นทางเดิน โดย (a) เป็นเส้นทางเดินแบบ 4-Path และ (b) เป็นเส้นทางเดิน แบบ 8-Path	13
2-8 ภาพทางซ้ายมือแสดงฮิสโตแกรมของภาพชุด Cameraman ทางขวามือ	13
2-9 ค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มของภาพ (a) ฮิสโตแกรมที่มีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มต่ำจะ แทนภาพที่มืด (b) ฮิสโตแกรมที่มีค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มสูงจะแทนภาพที่สว่าง	14
2-10 ความคมชัดของภาพ (a) ฮิสโตแกรมที่มีการกระจายเป็นแถบกว้างจะแทนภาพที่มี ความคมชัดสูง (b) ฮิสโตแกรมที่มีการกระจายเป็นแถบแคบจะแทนภาพที่มีความ คมชัดต่ำ	15
2-11 ภาพเปรียบเทียบความคมชัดของภาพ โดยภาพ (a) เป็นภาพที่มีความคมชัดสูง ภาพ (b) เป็นภาพที่มีความคมชัดต่ำ	16
2-12 Cameraman Image (a) Original (b) ผลของ Max Filtering (c) ผลของ Min Filtering	18
2-13 spatial sharpening	20
2-14 การคำนวณขอบภาพสำหรับ Unsharp filtering	20
2-15 Sharpening the original signal using the edge image.	21
2-16 The Complete Unsharp Filtering Operator.	21

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
2-17 ข้อมูลภาพ	22
2-18 ข้อมูลภาพ	23
2-19 แสดงผลการย่อภาพ	25
2-20 แสดง Flowchart ของการกำหนดค่า Threshold จากค่า mean ของระดับความเข้มทั้งหมดในภาพ	29
2-21 แสดง Flowchart ของการกำหนดค่า Threshold โดยการกำหนดเปอร์เซ็นต์ของจุดภาพที่เป็นสีดำ	30
2-22 แสดงฮิสโตแกรมที่มีลักษณะเป็น Twopeaks	31
2-23 แสดง Flowchart ของการกำหนดค่า Threshold โดยใช้จุดต่ำสุดของจุดสูงสุด 2 จุดในฮิสโตแกรม	32
2-24 แสดง Flowchart ของการกำหนดค่า Threshold โดยวิธี Iterative Selection	33
2-25 แสดงลักษณะขอบภาพแบบต่างๆ	34
2-26 แสดงขอบภาพชนิดต่างๆ	35
2-27 แสดงการหาเกรเดียนท์มุมฉาก	36
2-28 ลักษณะของ Template ที่มีขนาด 3x3	37
2-29 แสดงอิมพัลส์เรสปอนส์ของเกรเดียนท์โอเปอเรเตอร์ในแนวมุมฉาก	39
3-1 สีแดงบนผิวหนังของใบหู	40
3-2 จุดต่างบนผิวหนังของใบหู	41
3-3 ตุ่มนูนบนผิวหนังของใบหู	41
3-4 ภาพถ่ายใบหูด้วยแสงธรรมชาติและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม	42
3-5 ภาพถ่ายใบหูด้วยแสงธรรมชาติและมีการควบคุมสภาพแวดล้อม	43
3-6 ภาพถ่ายใบหูในสภาพแวดล้อมที่ถูกควบคุม	44
3-7 ภาพใบหูจากกล้องดิจิทัลและภาพใบหูที่ใช้สำหรับการประมวลผลภาพ	45
3-8 Flowchart แสดงการปรับความคมชัดของภาพด้วย Top-hat and Bottom-hat filtering	46
3-9 Template แบบ Disk รัศมีเท่ากับ 1	46
3-10 การกระจายของระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB	47

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3-11 (a) Flowchart ขั้นตอนการกำหนดค่าใหม่ให้กับระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB (b) ขั้นตอนการหา 17 Thresholds ด้วยเทคนิค Iterative Threshold Selection	48
3-12 ตัวอย่างระดับความเข้มของจุดภาพที่ผ่านการปรับค่าใหม่	50
3-13 แสดงแถบความกว้าง (spectrum) ของพื้นแดง	51
3-14 ตำแหน่งของพื้นแดงบนใบหู	52
3-15 พิกเซลของพื้นแดงที่มีความต่อเนื่องหรือมีความเป็นวัตถุชิ้นเดียว	53
3-16 ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตของพื้นแดงด้วยเส้นขอบ	53
3-16 (ต่อ) ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตของพื้นแดงด้วยเส้นขอบ	54
3-17 Template แบบ Disk รัศมีเท่ากับ 4	54
3-18 Template แบบ Square ขนาด 3x3	54
3-19 Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์หาพื้นแดงบนผิวหนังของใบหู	55
3-20 Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์หาจุดต่างบนผิวหนังใบหู (a) และการกำหนดขอบเขตของจุดต่างด้วยเส้นขอบ (b)	56
3-21 ภาพเส้นขอบจากโอเพอร์เรเตอร์ Canny (a) ภาพเส้นขอบที่ไม่ผ่านการถ่ายภาพเบลอ (b) ภาพเส้นขอบที่ผ่านการถ่ายภาพเบลอ	57
3-22 กลุ่มพิกเซลที่มีจำนวนน้อยกว่า 25 pixels	58
3-23 การเติมเต็มในตำแหน่งของวงกลม (Holes)	58
3-24 ลักษณะของสมาชิกเพื่อนบ้านน้อยที่สุด 2 ของรูปเหลี่ยมหรือวงกลม	59
3-25 ภาพวงกลมที่คาดว่าเป็นตุ่มนูน	59
3-26 Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์ตุ่มนูนบนผิวหนังของใบหู	60
3-26 (ต่อ) Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์ตุ่มนูนบนผิวหนังของใบหู	61
4-1 ภาพถ่ายใบหูจากกล้องดิจิทัล	62
4-2 ภาพใบหูเพื่อการประมวลผลภาพ	62
4-3 ผลการปรับความเด่นชัดของภาพด้วย Unsharp filtering	63
4-4 ผลการปรับเพิ่มความเด่นชัดของพื้นแดงและจุดภาพที่มีระดับความเข้มเป็นค่าต่ำ	63
4-5 ผลการแก้ไขลักษณะเบลอของภาพด้วย Top-hat and Bottom-hat filtering	64

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-6 ผลการปรับแก้ระดับความเข้มของจุดภาพด้วย Thresholds ทั้ง 17 ค่า	64
4-7 ตำแหน่งของผืนแดงบนผิวหนังใบหู	65
4-8 ภาพ Binary ของผืนแดง	65
4-9 ภาพตำแหน่งของผืนแดงที่ขยายด้วยโอเพอเรชัน Closing	66
4-10 ผลของการลบภาพด้วยโอเพอเรชัน Opening	66
4-11 ขอบภาพที่ได้จากเทคนิค Roberts	67
4-12 ขอบเขตของผืนแดงบนผิวหนังใบหู	67
4-13 ภาพ Binary ของผืนแดงที่ค่า thresholds ต่าง ๆ	68
4-14 ภาพผืนแดงที่จำแนกตามระดับความเข้มสี	68
4-15 ภาพใบหูและตำแหน่งของผืนแดงบนใบหู	69
4-16 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อขาวเหลือง ตัวอย่างที่ 1	70
4-16 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	70
4-16 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	70
4-16 (ง) ตำแหน่งผืนแดงบนผิวหนังใบหู	70
4-16 (จ) ผืนแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	70
4-16 (ฉ) ผืนแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	70
4-17 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อขาวเหลือง ตัวอย่างที่ 2	71
4-17 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	71
4-17 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	71
4-17 (ง) ตำแหน่งผืนแดงบนผิวหนังใบหู	71
4-17 (จ) ผืนแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	71
4-17 (ฉ) ผืนแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	72
4-18 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อขาวเหลือง ตัวอย่างที่ 3	72
4-18 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	72
4-18 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	72
4-18 (ง) ตำแหน่งผืนแดงบนผิวหนังใบหู	73
4-18 (จ) ผืนแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	73

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-18 (ฉ) ผื่นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	73
4-19 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อขาวเหลือง ตัวอย่างที่ 4	74
4-19 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	74
4-19 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	74
4-19 (ง) ตำแหน่งผื่นแดงบนผิวหนังใบหู	74
4-19 (จ) ผื่นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	74
4-19 (ฉ) ผื่นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	74
4-20 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อดำแดง ตัวอย่างที่ 1	75
4-20 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	75
4-20 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	75
4-20 (ง) ตำแหน่งผื่นแดงบนผิวหนังใบหู	75
4-20 (จ) ผื่นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	75
4-20 (ฉ) ผื่นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	76
4-21 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อดำแดง ตัวอย่างที่ 2	76
4-21 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	76
4-21 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	76
4-21 (ง) ตำแหน่งผื่นแดงบนผิวหนังใบหู	77
4-21 (จ) ผื่นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	77
4-21 (ฉ) ผื่นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	77
4-22 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อดำแดง ตัวอย่างที่ 3	78
4-22 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	78
4-22 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	78
4-22 (ง) ตำแหน่งผื่นแดงบนผิวหนังใบหู	78
4-22 (จ) ผื่นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	78
4-22 (ฉ) ผื่นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	78
4-23 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อดำแดง ตัวอย่างที่ 4	79
4-23 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	79



## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-23 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	79
4-23 (ง) ตำแหน่งพื้นแดงบนผิวหนังใบหู	79
4-23 (จ) พื้นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	79
4-23 (ฉ) พื้นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	80
4-24 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อสีคล้ำ ตัวอย่างที่ 1	80
4-24 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	80
4-24 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	80
4-24 (ง) ตำแหน่งพื้นแดงบนผิวหนังใบหู	81
4-24 (จ) พื้นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	81
4-24 (ฉ) พื้นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	81
4-25 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อสีคล้ำ ตัวอย่างที่ 2	82
4-25 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	82
4-25 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	82
4-25 (ง) ตำแหน่งพื้นแดงบนผิวหนังใบหู	82
4-25 (จ) พื้นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	82
4-25 (ฉ) พื้นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	82
4-26 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อสีคล้ำ ตัวอย่างที่ 3	83
4-26 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	83
4-26 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	83
4-26 (ง) ตำแหน่งพื้นแดงบนผิวหนังใบหู	83
4-26 (จ) พื้นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	83
4-26 (ฉ) พื้นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	84
4-27 (ก) ภาพใบหูจากบุคคลผิวเนื้อสีคล้ำ ตัวอย่างที่ 4	84
4-27 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	84
4-27 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	84
4-27 (ง) ตำแหน่งพื้นแดงบนผิวหนังใบหู	85
4-27 (จ) พื้นแดงบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	85

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-27 (ก) พื้นแดงบนผิวหนังใบหูจำแนกตามระดับความเข้มสี	85
4-28 ผลการปรับความเด่นชัดด้วย Unsharp filtering	86
4-29 ผลการปรับเพิ่มความเด่นชัดของจุดดำและจุดภาพที่มีระดับความเข้มเป็นค่าต่ำ	86
4-30 ผลการแก้ไขลักษณะเบลของภาพด้วย Top-hat and Bottom-hat filtering	87
4-31 ผลการปรับแก้ระดับความเข้มของจุดภาพด้วย Thresholds ทั้ง 17 ค่า	87
4-32 ตำแหน่งของจุดดำบนผิวหนังใบหูและส่วนที่คาดว่าเป็นแสงเงา และขนหู	88
4-33 ตำแหน่งของจุดดำบนผิวหนังใบหู	88
4-34 ภาพ Binary ของจุดดำ	89
4-35 (a) ภาพตำแหน่งของจุดดำที่ขยายด้วยโอเพอเรชัน Closing (b) ผลของการลบภาพด้วยโอเพอเรชัน Opening	89
4-36 (a) ขอบภาพที่ได้จากเทคนิค Roberts (b) ขอบเขตของจุดดำบนผิวหนังใบหู	90
4-37 (ก) ภาพใบหูของบุคคล ตัวอย่างที่ 1	90
4-37 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	90
4-37 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	90
4-37 (ง) ตำแหน่งจุดดำและจุดภาพที่เป็นแสงเงา เส้นผมและขนหู	91
4-37 (จ) ตำแหน่งของจุดดำบนผิวหนังใบหู	91
4-37 (ฉ) จุดดำบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	91
4-38 (ก) ภาพใบหูของบุคคล ตัวอย่างที่ 2	91
4-38 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	91
4-38 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	91
4-38 (ง) ตำแหน่งจุดดำและจุดภาพที่เป็นแสงเงา	92
4-38 (จ) ตำแหน่งของจุดดำบนผิวหนังใบหู	92
4-38 (ฉ) จุดดำบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	92
4-39 (ก) ภาพใบหูของบุคคล ตัวอย่างที่ 3	92
4-39 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	92
4-39 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	92
4-39 (ง) ตำแหน่งจุดดำและจุดภาพที่เป็นแสงเงา	93

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-39 (จ) ตำแหน่งของจุดต่างบนผิวหนังใบหู	93
4-39 (ฉ) จุดต่างบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	93
4-40 (ก) ภาพใบหูของบุคคล ตัวอย่างที่ 4	93
4-40 (ข) ผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	93
4-40 (ค) ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม	93
4-40 (ง) ตำแหน่งจุดต่างและจุดภาพที่เป็นแสงเงา	94
4-40 (จ) ตำแหน่งของจุดต่างบนผิวหนังใบหู	94
4-40 (ฉ) จุดต่างบนผิวหนังของใบหูที่กำหนดโดยเส้นขอบ	94
4-41 ภาพใบหู (a) และผลของการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (b)	94
4-42 ผลการทำภาพเบลอ	95
4-43 ผลการหาเส้นขอบภาพด้วยโอเปอร์เรเตอร์ Canny	95
4-44 ผลการคัดกรองกลุ่มพิกเซลที่น้อยกว่า 25	96
4-45 ผลการเติมเต็มกลุ่มพิกเซลที่เป็นวงกลม (Hole)	96
4-46 ผลการลบกลุ่มพิกเซลที่เป็นลายเส้น	96
4-47 ผลการลบพิกเซลที่ไม่ใช่ตุ่มนูน ขยายภาพและหาเส้นขอบด้วยโอเปอร์เรเตอร์ Roberts	97
4-48 ตำแหน่งของตุ่มนูนบนใบหู	97
4-49 (ก) ภาพใบหูเพื่อการวิเคราะห์ตุ่มนูน ตัวอย่างที่ 1	98
4-49 (ข) ผลการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	98
4-49 (ค) หาเส้นขอบภาพด้วยโอเปอร์เรเตอร์ Canny จากภาพขาวเทา	98
4-49 (ง) เติมเต็มตำแหน่งของวงกลม (Hole)	98
4-49 (จ) ตุ่มนูนบนผิวหนังของใบหู	98
4-49 (ฉ) กำหนดตำแหน่งของตุ่มนูนบนภาพใบหู	98
4-50 (ก) ภาพใบหูเพื่อการวิเคราะห์ตุ่มนูน ตัวอย่างที่ 2	99
4-50 (ข) ผลการปรับปรุงคุณภาพของภาพ	99
4-50 (ค) หาเส้นขอบภาพด้วยโอเปอร์เรเตอร์ Canny จากภาพขาวเทา	99
4-50 (ง) เติมเต็มตำแหน่งของวงกลม (Hole)	99

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-50 (จ) คู่มวนูนบนผิวหนังของใบหู	100
4-50 (ฉ) กำหนดตำแหน่งของคู่มวนูนบนภาพใบหู	100
ผ-1 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล Sony Cyber-shot DSC-F50	107
ผ-2 โคมไฟส่องสว่าง	108
ผ-3(ก) โปรแกรม GUI วิเคราะห์ลักษณะผิปกติบนผิวหนังใบหู	109
ผ-3(ข) โปรแกรม GUI วิเคราะห์ลักษณะผิปกติบนผิวหนังใบหู	109
ผ-3(ค) โปรแกรม GUI วิเคราะห์ลักษณะผิปกติบนผิวหนังใบหู	110
ผ-4 โปรแกรม Matlab สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะผิปกติบนผิวหนังใบหู	110
ผ-5 ผลการวิเคราะห์ลักษณะผิปกติบนผิวหนังใบหูด้วยโปรแกรม Matlab	111