

### บทที่ 3

#### ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะผิปกติบนผิวหนังของใบหู

##### 3.1 ลักษณะของความผิปกติบนผิวหนังของใบหู

จากการศึกษารายละเอียดและลักษณะของความผิปกติที่ปรากฏขึ้นบนผิวหนังของใบหู สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของความผิปกติที่พบมากที่สุดคือ การเปลี่ยนสีของผิวหนังจากสีผิวปกติไปเป็นสีแดง ซึ่งจะมีทั้งสีแดงอ่อน ๆ และสีแดงเข้ม โดยสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า หากบุคคลมีผิวสีขาว เหลืองหรือสีดำแดง(แทน) จะสังเกตเห็นสีแดงได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ถ้าเป็นบุคคลผิวสีคล้ำจะปรากฏให้เห็นเป็นสีแดงคล้ำ หรือสีน้ำตาล



ภาพประกอบที่ 3-1 สีแดงบนผิวหนังของใบหู

สีแดงที่ปรากฏบนผิวหนังของใบหูจะมีการกระจายเป็นกลุ่ม เป็นลายเส้นหรือพิกเซล เพื่อให้ง่ายต่อการบ่งบอกถึงลักษณะผิปกติ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ขอเรียกสีแดงที่ปรากฏบนผิวหนังของใบหูว่า “ผิสีแดง” (Reddish Surface)

จากการสังเกตพบว่าผิสีแดงที่ปรากฏจะมีตำแหน่งตรงกับจุดสะท้อนกลับของอวัยวะต่างๆ ตามที่นายแพทย์ปอล โนยีเย่ (Paul Nogier) ได้กล่าวไว้ ซึ่งจะมีความเหมือนหรือแตกต่างกันออกไปในแต่ละคนตามความผิปกติของร่างกายหรืออวัยวะนั้นๆ สีแดงอ่อนและเข้มเป็นการสะท้อนให้รู้ถึงระดับของความผิปกติที่เกิดขึ้น สีแดงเข้มจะบ่งบอกถึงความผิปกติหรือความร้อนที่เกิดขึ้นมากในอวัยวะ สีแดงอ่อนจะบ่งบอกถึงความผิปกติหรือความร้อนที่เกิดขึ้นน้อยลงตามลำดับ

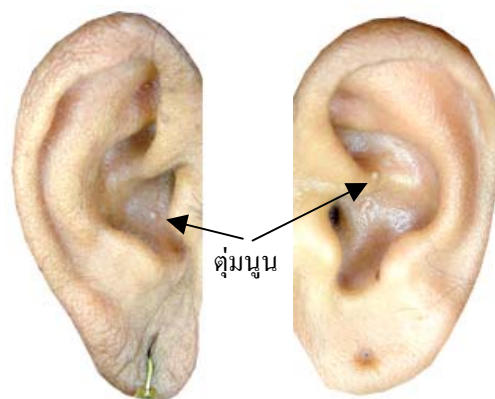
ลักษณะความผิดปกติบนผิวหนังของใบหูที่พบรองลงมาจากผื่นแดงคือ “จุดด่างหรือรอยด่าง” (Spotted Mark) จุดด่างคือผิวหนังของใบหูส่วนที่เป็นสีน้ำตาลหรือสีคล้ำไปจนถึงสีดำ เป็นลักษณะของสีที่เปลี่ยนไปสำหรับคนผิวคล้ำ หรือเป็นจุดที่บ่งบอกถึงความผิดปกติมากของร่างกายและอวัยวะสำหรับคนผิวขาว, เหลืองและผิวดำแดง



ภาพประกอบที่ 3-2 จุดด่างบนผิวหนังของใบหู

จากการสังเกตใบหูของบุคคลพบว่าจุดด่างเป็นจุดสะท้อนความผิดปกติที่พบมากในผู้สูงอายุ ผู้ที่ตรากตรำทำงานหนักมาเป็นเวลานาน ผู้ใช้แรงงานหรือกรรมกร

ความผิดปกติบนผิวหนังของใบหูอีกประการหนึ่งที่สามารถพบเห็นได้แต่มีไม่มากนักคือ “ตุ่มนูน” (Swollen Sore) ตุ่มนูนคือ ตุ่มที่เกิดขึ้นบนใบหู มีลักษณะนูนกลม สีขาวหม่น ๆ คล้ายฝีหนอง มีขนาดไม่โตมากนัก ประมาณเท่าเม็ดสิว ตำแหน่งที่พบตุ่มนูนโดยส่วนใหญ่คือบริเวณแฉ่งหู ซึ่งเป็นส่วนที่เว้าลงไป เป็นตำแหน่งจุดสะท้อนกลับของอวัยวะภายใน



ภาพประกอบที่ 3-3 ตุ่มนูนบนผิวหนังของใบหู

จากการสอบถามผู้รู้ทราบว่าคุ่มขนเป็นความผิดปกติที่สะท้อนว่าอาจมีก้อนเนื้อหรือการอักเสบเกิดขึ้นในอวัยวะตามจุดสะท้อนกลับนั้น ๆ

สำหรับความผิดปกติอื่นๆ ที่สามารถพบเห็นได้บนผิวหนังของใบหูเช่น ขุยลอก จุดกดเจ็บหรือค่าความนำไฟฟ้าที่สูงขึ้น จะไม่บอกกล่าวถึงในงานวิจัยนี้เพราะไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วย การประมวลผลภาพ (Image Processing)

### 3.2 การถ่ายภาพใบหู

การถ่ายภาพใบหูด้วยกล้องดิจิทัลจะกำหนดฟังก์ชันการถ่ายภาพดังต่อไปนี้

- Auto Focus
- ปรับค่าความละเอียดพิกเซล (Image Size) 1024x768 pixels
- ปรับการชดเชยแสง (Exposure, EV) ไปที่ +0.5EV เพื่อเพิ่มความสว่างให้กับภาพถ่าย
- ถ่ายภาพระยะใกล้ด้วยโหมดมาโคร (Macro : 📷) เพื่อความคมชัด และสามารถจ่อกล้องถ่ายเพื่อมองเห็นส่วนของรายละเอียดเล็ก ๆ

การถ่ายภาพใบหูจะทำการทดสอบด้วยสภาพแวดล้อม 3 ลักษณะและสรุปลักษณะของสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่องานวิจัย

#### 3.2.1 ถ่ายภาพกลางแจ้ง โดยใช้แสงจากธรรมชาติ ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม

การถ่ายภาพจะถ่ายได้ในเวลากลางวัน เพราะมีแสงสว่างเพียงพอ บริเวณที่ใช้ในการถ่ายภาพจะโปร่งไม่มีวัตถุบังหรือกำแพงด้านหลัง เช่น บริเวณระเบียง ชายคาบ้าน เป็นต้น



ภาพประกอบที่ 3-4 ภาพถ่ายใบหูด้วยแสงธรรมชาติและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม

จากภาพประกอบที่ 3-4 พบว่าบริเวณใบหูจะมีแสงสะท้อนทั้งจากด้านหน้าและด้านหลัง

ทำให้ภาพใบหูไม่คมชัดและเกิดแสงเงาเป็นจำนวนมาก

### 3.2.2 ถ่ายภาพด้วยแสงธรรมชาติ แต่ควบคุมสภาพแวดล้อม

การถ่ายภาพจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับวิธีแรก แต่จะควบคุมสภาพแวดล้อม โดยให้มีวัตถุหรือกำแพงป้องกันแสงสะท้อนจากด้านหลัง แสงจะผ่านเข้ามาทางด้านหน้าและด้านข้าง



ภาพประกอบที่ 3-5 ภาพถ่ายใบหูด้วยแสงธรรมชาติและมีการควบคุมสภาพแวดล้อม

จากภาพประกอบที่ 3-5 ภาพจะมีความคมชัดและดีกว่าวิธีที่ 1 แต่ยังคงมีแสงเงาและจุดมืดอยู่มาก

### 3.2.3 ถ่ายภาพโดยใช้แสงไฟส่องสว่าง และมีการควบคุมสภาพแวดล้อม

จากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 การถ่ายภาพจะอาศัยแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่เพียงแหล่งเดียวคือดวงอาทิตย์ ทำให้มีแสงสะท้อนเข้ามารอบทิศทาง ภาพถ่ายไม่คมชัดและเกิดแสงเงา ไม่เหมาะสำหรับนำไปวิเคราะห์หาลักษณะผิดปกติบนผิวหนังของใบหู

เพื่อขจัดอุปสรรคในด้านแสงที่ใช้สำหรับการถ่ายภาพและได้ภาพที่เหมาะสมจึงควรมี Source มากกว่า 1 และสามารถปรับตำแหน่งของแสงได้เพื่อแก้ไขแสงเงาหรือให้มีแสงเงาน้อยที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ประดิษฐ์โคมไฟส่องสว่างขึ้นมาโดยมีลักษณะดังแสดงในภาคผนวก

โคมไฟส่องสว่างจะให้แสงสีขาว (Cool Daylight) และสามารถปรับระดับความสูงได้ เพื่อเหมาะสำหรับการถ่ายภาพนิ่งหรืออื่น หลอดไฟจะมี 4 หลอด แต่ละหลอดจะมีกำลังวัตต์ 11W และ 14W เพื่อให้ได้แสงที่ไม่จ้าเกินไป และไม่ทำให้เกิดแสงสะท้อนบนใบหูมากนัก แต่ละหลอดจะครอบด้วยกรวยกระดาษเพื่อให้แสงส่องออกไปด้านหน้า ไม่กระจายแสงออกด้านข้าง และเพื่อป้องกันการย้อนแสงในการถ่ายภาพ

ลักษณะใบหูของแต่ละคนจะต่างกัน บางคนหูกางและราบแบน การถ่ายภาพจะง่าย แต่

บางคนมีใบหูเล็กและเป็นแฉ่งเล็ก ดังนั้นแกนของหลอดไฟจึงต้องปรับตำแหน่งได้รอบเพื่อแก้ไขแสงเงา

การถ่ายภาพจะถ่ายในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีแสงจากภายนอกหรือมีน้อยมาก ซึ่งอาจจะถ่ายภาพในห้องที่ค่อนข้างมืดหรือถ่ายในเวลากลางคืน



ภาพประกอบที่ 3-6 ภาพถ่ายใบหูในสภาพแวดล้อมที่ถูกต้องควบคุม

ภาพถ่ายใบหูที่ได้จะมีความคมชัดและให้รายละเอียดมากพอสำหรับการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

### 3.3 ภาพถ่ายใบหูและโปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ลักษณะความผิดปกติ

#### 3.3.1 การจัดเก็บภาพถ่ายใบหูเพื่อการประมวลผล

ภาพถ่ายใบหูจากกล้องดิจิทัลจะถูกนำมาเก็บเป็นฐานข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ ภาพที่ได้เป็นภาพที่ยังไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปประมวลผลภาพเพื่อวิเคราะห์หาลักษณะผิดปกติบนผิวหนังของใบหู เนื่องจากเป็นภาพที่มีขนาดใหญ่ (1024x768 pixels) และยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ใบหู ดังนั้นต้องนำภาพดังกล่าวไปตัดและลบองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้อง แล้วจัดเก็บภาพที่ขนาด 256\*X Pixels (X คือ จำนวนของคอลัมน์ที่จะขึ้นอยู่กับความกว้างของใบหู) ในคลาส 8-bit unsigned integers ขั้นตอนดังกล่าวจะทำโดยใช้โปรแกรมกราฟฟิก Photoshop



ภาพประกอบที่ 3-7 ภาพใบหูจากกล้องดิจิทัลและภาพใบหูที่ใช้สำหรับการประมวลผลภาพ

### 3.3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ลักษณะผิดปกติบนผิวหนังของใบหู

การวิเคราะห์หาลักษณะผิดปกติบนผิวหนังของใบหูจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. การวิเคราะห์หาผื่นแดง
2. การวิเคราะห์หาจุดดำ
3. การวิเคราะห์หาตุ่มนูน

#### การวิเคราะห์หาผื่นแดงบนผิวหนังของใบหู

ผื่นแดง คือ สีแดงที่ปรากฏอยู่บนผิวหนังของใบหู การวิเคราะห์หาผื่นแดงจะใช้หลักการการแยกส่วนภาพสี (Color Segmentation) เพื่อแยกส่วนของผิวหนังที่เป็นสีแดง และทำการกำหนดขอบเขตของผื่นแดงด้วยการหาเส้นขอบ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

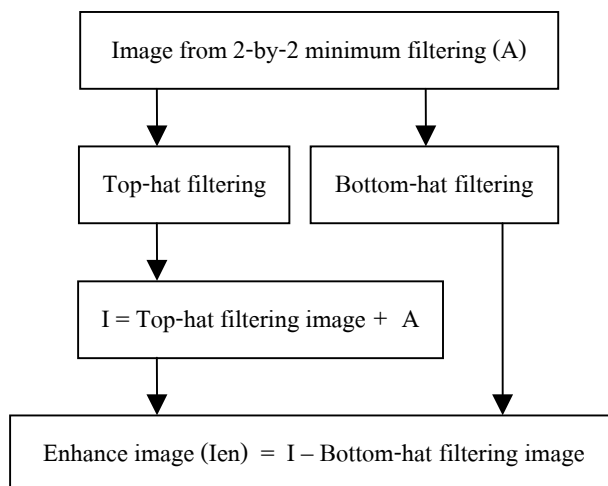
#### ขั้นที่ 1 ปรับปรุงคุณภาพของภาพ

ก่อนการแยกส่วนภาพสีเพื่อหาผื่นแดง ภาพใบหูจะต้องผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อให้รายละเอียดของภาพปรากฏเด่นชัดขึ้น เทคนิคการกรองที่ไม่ทำให้ภาพเบลอ อีกทั้งสามารถทำให้ภาพและขอบภาพมีความคมชัดมากขึ้นคือ การกรองแบบ High pass ชนิด Unsharp โดยการกำหนดค่า  $k$  สูงสุดที่ 0.7

จากนั้นทำการปรับเพิ่มความเด่นชัดของจุดภาพผื่นแดงและจุดภาพที่มีค่าระดับความเข้มของจุดภาพเป็น Min ด้วย 2-by-2 minimum filtering (2d-Order Statistic Filtering)

ภาพที่ผ่านการทำ 2-by-2 minimum filtering จะมีลักษณะเบลอ ดังนั้นในขั้นสุดท้ายของ

การปรับปรุงคุณภาพของภาพ จึงต้องปรับความคมชัดของภาพอีกครั้งด้วยตัวกรอง Top-hat and Bottom-hat



ภาพประกอบที่ 3-8 Flowchart แสดงการปรับความคมชัดของภาพด้วย Top-hat and Bottom-hat filtering

Top-hat filtering คือ ตัวกรองที่มี function เป็น

$$B = A \& \sim\text{imopen}(A, SE) \quad (3-1)$$

เมื่อ

B คือ Output Image

A คือ Image from 2-by-2 minimum filtering

Imopen คือ โอเพอเรชั่น Opening ของ โปรแกรมวิเคราะห์ Matlab

SE คือ Template แบบ Disk ที่กำหนดให้รัศมีเท่ากับ 1

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

ภาพประกอบที่ 3-9 Template แบบ Disk รัศมีเท่ากับ 1

Bottom-hat filter คือ ตัวกรองที่มี function เป็น

$$B = \text{imclose}(A, SE) \& \sim A \quad (3-2)$$

เมื่อ

- B คือ Output Image  
 A คือ Image from 2-by-2 minimum filtering  
 Imclose คือ โอเพอเรชั่น Closing ของโปรแกรมวิเคราะห์ Matlab  
 SE คือ Template แบบ Disk ที่กำหนดให้รัศมีเท่ากับ 1

#### Note

ตัวกรองแบบ Top-hat and Bottom-hat ที่กำหนด Template แบบ Disk รัศมีเท่ากับ 1 จะให้ผลของความคมชัดเหมาะสำหรับการประมวลผลภาพต่อไป หากใช้ตัวกรอง Unsharp ผลที่ได้จะทำให้ภาพยิ่งเสียคุณภาพเพราะตัวกรอง Unsharp จะขยายสัญญาณรบกวนให้เด่นชัดมากขึ้นด้วย

#### ขั้นที่ 2 แยกส่วนภาพใบหูเพื่อหาพื้นแดง

การแยกส่วนภาพใบหูเพื่อหาพื้นแดงจะใช้หลักการลบจุดภาพที่ไม่ใช่สีแดง ด้วยการทำให้จุดภาพเหล่านั้นมีระดับความเข้มเป็น 255 (สีขาว)

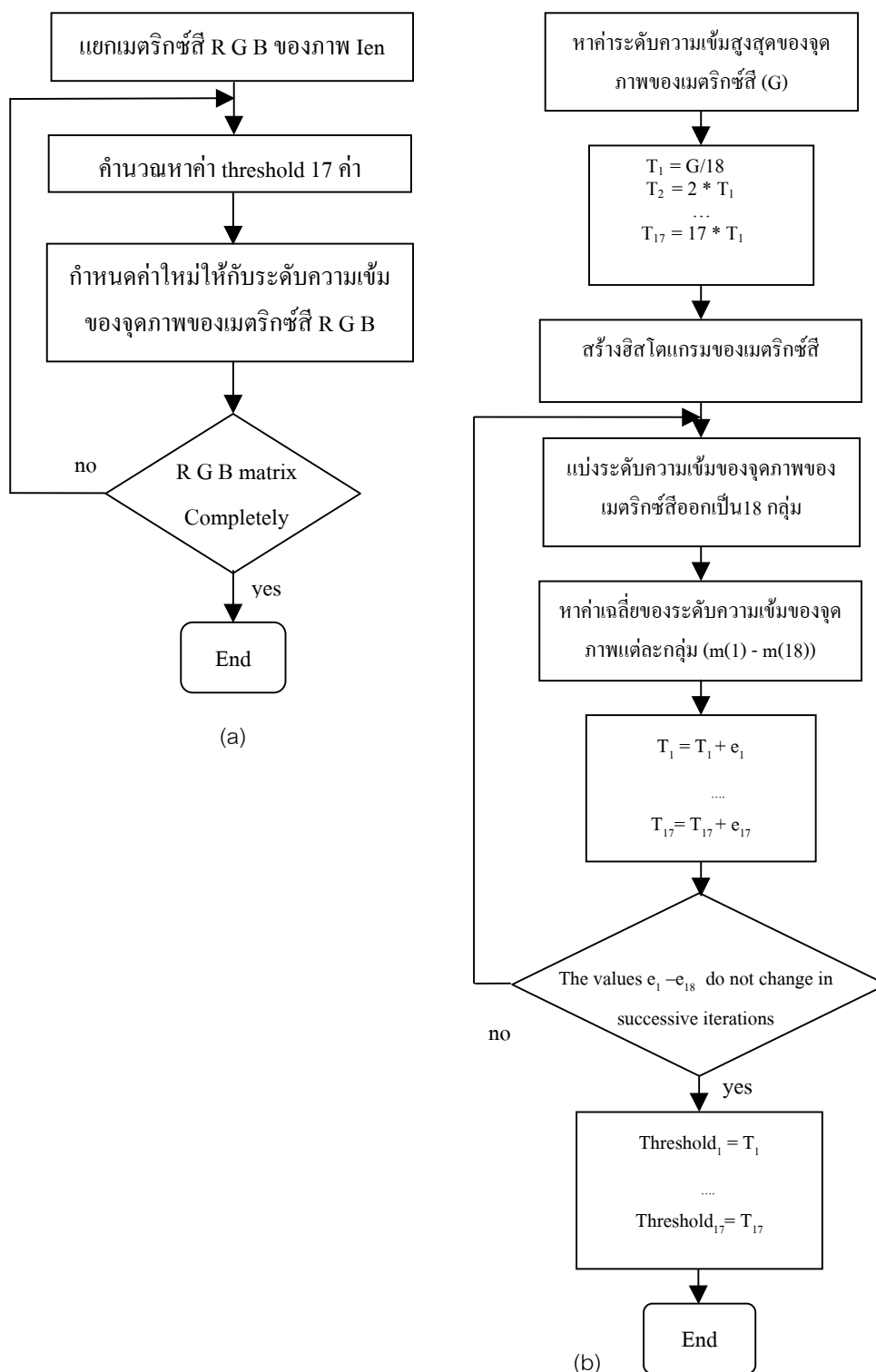
เนื่องจากค่าเมตริกซ์สี RGB ของภาพใบหูมีระดับความเข้มของจุดภาพที่ค่อนข้างกระจาย ตัวอย่างดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-10 ดังนั้นขั้นแรกจะต้องทำการแก้ไขระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB ก่อน ด้วยการหาค่า Threshold 17 ค่า ที่ได้จากเทคนิค Iterative Threshold Selection

176	168	163	156	153	151	151
182	177	170	167	164	159	159
190	183	174	169	173	169	160
197	190	181	181	175	169	161
203	199	191	188	182	175	172
208	196	196	193	191	187	185
214	209	199	200	202	201	198
216	216	214	205	207	208	206
220	220	220	215	215	210	209

ภาพประกอบที่ 3-10 การกระจายของระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB

แสดงเป็นขั้นตอนในรูปของ Flowchart ได้ดังนี้





ภาพประกอบที่ 3-11 (a) Flowchart ขั้นตอนการกำหนดค่าใหม่ให้กับระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB (b) ขั้นตอนการหา 17 Thresholds ด้วยเทคนิค Iterative Threshold Selection

จากภาพประกอบที่ 3-11(b) ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มของจุดภาพแต่ละกลุ่ม ตั้งแต่  $m(1)$ - $m(18)$  หาได้จากสมการ

$$m(i) = \frac{\sum_{i=1}^n g[i]}{n} \quad (3-3)$$

เมื่อ  $m(i)$  คือ ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มของจุดภาพแต่ละกลุ่ม  
 $g(i)$  คือ ค่าระดับความเข้มของจุดภาพ  $i$   
 $n$  คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมดของแต่ละกลุ่ม

$$เมื่อ \quad e_x = \frac{m(x) + m(x+1)}{2} - T_x \quad ; (1 \leq x \leq 18) \quad (3-4)$$

เมื่อได้ Threshold ทั้ง 17 ค่าแล้ว นำค่า threshold ดังกล่าวมาทำการกำหนดค่าใหม่ให้กับระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB ตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3-1

If ระดับความเข้มของจุดภาพเดิม	กำหนดระดับความเข้มของจุดภาพใหม่เป็น
$< \text{Threshold}_1$	0
$\text{Threshold}_1 - \text{Threshold}_2$	15
$\text{Threshold}_2 - \text{Threshold}_3$	30
$\text{Threshold}_3 - \text{Threshold}_4$	45
$\text{Threshold}_4 - \text{Threshold}_5$	60
$\text{Threshold}_5 - \text{Threshold}_6$	75
$\text{Threshold}_6 - \text{Threshold}_7$	90
$\text{Threshold}_7 - \text{Threshold}_8$	105
$\text{Threshold}_8 - \text{Threshold}_9$	120
$\text{Threshold}_9 - \text{Threshold}_{10}$	135

ตารางที่ 3-1 ระดับความเข้มของจุดภาพของเมตริกซ์สี RGB ที่กำหนดค่าใหม่ด้วย Threshold ทั้ง 17 ค่า

If ระดับความเข้มของ จุดภาพเดิม	กำหนดระดับความเข้ม ของจุดภาพใหม่เป็น
Threshold <sub>10</sub> -Threshold <sub>11</sub>	150
Threshold <sub>11</sub> -Threshold <sub>12</sub>	165
Threshold <sub>12</sub> -Threshold <sub>13</sub>	180
Threshold <sub>13</sub> -Threshold <sub>14</sub>	195
Threshold <sub>14</sub> -Threshold <sub>15</sub>	210
Threshold <sub>15</sub> -Threshold <sub>16</sub>	225
Threshold <sub>16</sub> -Threshold <sub>17</sub>	240
>Threshold <sub>17</sub>	255

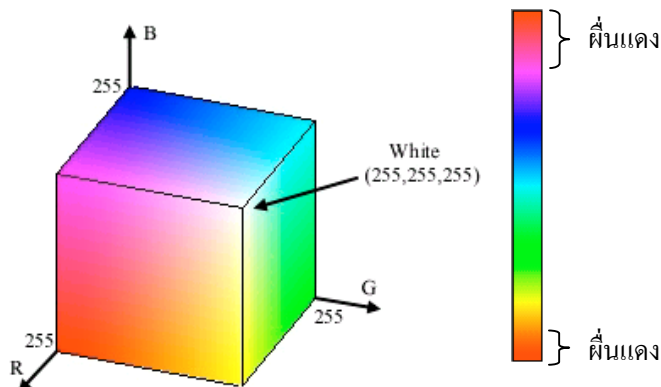
ตารางที่ 3-1(ต่อ)

75	135	180	165	165	150
105	105	135	150	150	135
180	135	120	120	165	135
195	165	120	120	150	120
210	195	165	135	135	120
210	210	180	165	150	150
225	210	180	180	165	165
195	195	195	180	180	165
210	210	210	195	180	180

ภาพประกอบที่ 3-12 ตัวอย่างระดับความเข้มของจุดภาพที่ผ่านการปรับค่าใหม่

หลังจากได้ปรับแก้ระดับความเข้มของจุดภาพแล้ว ต่อไปจะเป็นการแยกส่วนพื้นแดง ด้วยการทำให้ระดับความเข้มของจุดภาพที่ไม่ใช่พื้นแดงเป็นสีขาว (255)

จากการทดลองแยกส่วนภาพสีด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำ k-means Clustering ,การแยกส่วนสีแดงจากภาพ HSV เป็นต้น วิธีที่สามารถจำแนกและระบุตำแหน่งของพื้นแดงได้แม่นยำมากที่สุดคือ การสังเกตด้วยสายตาของมนุษย์ ดังนั้นจึงใช้การแยกสีด้วยสายตาโดยทำการอ่านค่าสีต่าง ๆ ที่สังเกตเห็นบนภาพใบหู การอ่านค่าสีจะผ่านการทดสอบซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง และทดสอบกับทุก ๆ ตัวอย่าง ทุก ๆ สีผิวของใบหู จากนั้นทำการสรุปสีที่ไม่ใช่พื้นแดง ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบที่ 3-13 แสดงแถบความกว้าง (spectrum) ของสีน้ำเงิน

สีฟ้า-น้ำเงิน-ม่วง

$$\text{blue}_1 = ((B > G) \& (G > R))$$

$$\text{blue}_2 = ((B > G) \& (G = R) \& (B \geq 165))$$

$$\text{blue}_3 = ((B > R) \& (R > G) \& (B \geq 165))$$

สีเหลือง-เขียว

$$\text{green}_1 = ((G \geq B) \& (B > R))$$

$$\text{green}_2 = ((G > R) \& (R \geq B))$$

$$\text{green}_3 = ((R = G) \& (G > B) \& (R \geq 150))$$

$$\text{green}_4 = ((R > G) \& (G > B) \& ((R \geq 150) \& (R \leq 180)) \& (R - G \leq 45) \& (B \leq 90))$$

$$\text{green}_5 = ((R > G) \& (G > B) \& ((R \geq 150) \& (R \leq 180)) \& (R - G \leq 30) \& (G - B \leq 90))$$

สีเหลืองส้ม

$$\text{orange}_1 = ((R > G) \& (G > B) \& (R \geq 225) \& (R - G \leq 90))$$

$$\text{orange}_2 = ((R > G) \& (G > B) \& ((R \geq 195) \& (R \leq 210)) \& (R - G \leq 60))$$

สีดำ-เทา

$$\text{black} = R \leq 135$$

$$\text{gray}_1 = ((R = G) \& (G = B) \& (R \geq 150))$$

$$\text{gray}_2 = ((G = B) \& (R - G = 15) \& (R \geq 150))$$

$$\text{gray}_3 = ((G = B) \& (R \leq 195) \& ((G \geq 90) \& (G \leq 180)))$$

$$\text{gray}_4 = ((G = B) \& (R = 210) \& ((G \geq 150) \& (G \leq 195)))$$

$$\text{gray}_5 = ((G = B) \& (R = 225) \& ((G \geq 195) \& (G \leq 210)))$$

$$\text{gray}_6 = (((R \geq 135) \& (R \leq 225)) \& (R - B \leq 15) \& (B - G \leq 30))$$

$$\text{gray}_7 = ((R > G) \& (R = B) \& (((R \geq 150) \& (R \leq 165)) \vee (R = 255)))$$

ลบสีดังกล่าวด้วยการทำให้เป็นสีขาว (255) และสุดท้ายทำการแยกส่วนจุดภาพสีแดงกับจุดดำ

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ สีแดง (สีแดง)} &= ((R > B) \& (B \geq G) , ((R > G) \& (G \geq B) \& (G \leq 90)) , \\ &((R > G) \& (G > B) \& (R \geq 225) \& ((G \geq 105) \& (G \leq 150))) , \\ &((R > G) \& (R = B) \& (R \geq 180))) \end{aligned}$$

สีแดงตามเงื่อนไขดังกล่าว จะรวมสีแดงดำ-แดงเทา-แดงน้ำตาล ซึ่งเป็นค่าระดับความเข้มของจุดต่าง ดังนั้นต้องแยกสีเหล่านี้ด้วย โดยมีเงื่อนไขเป็น

$$\text{brown}_1 = ((R \leq 180) \& (R \neq B) \& (R - B \leq 30) \& (B - G \leq 60))$$

$$\text{brown}_2 = ((R = 180) \& (R - B \leq 60) \& (B - G \leq 30))$$

$$\text{brown}_3 = ((R \leq 195) \& (G \neq B) \& (B = 0))$$

$$\text{brown}_4 = ((R \leq 165) \& ((G \geq 30) \& (G \leq 105)) \& (B \leq 120))$$

ขั้นที่ 3 กำหนดขอบเขตของสีแดงด้วยเส้นขอบ

เมื่อพิจารณาภาพสีแดงที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 พบว่า พิกเซลของสีแดงจะไม่มีความต่อเนื่อง (ตัวอย่างดังภาพประกอบที่ 3-14) คือมีการเกาะกลุ่มและกระจาย อีกทั้งยังมีพิกเซลที่อยู่ลำพัง โดยไม่ต่อเนื่องกับจุดใดในย่านใกล้เคียงเลย ดังนั้นหากทำการหาเส้นขอบจะทำให้ได้เส้นขอบภาพที่ไม่สมบูรณ์และไม่สามารถระบุขอบเขตที่แท้จริงได้



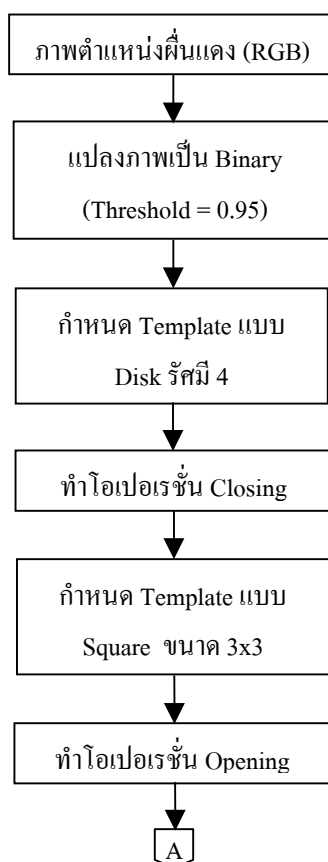
ภาพประกอบที่ 3-14 ตำแหน่งของสีแดงบนนิ้ว

พิกเซลของพื้นแดงที่ใกล้เคียงกัน (เพื่อนบ้าน) จะมีเส้นขอบภาพเดียวกันได้ก็ต่อเมื่อมีความต่อเนื่องของพิกเซลหรือมีการรวมกันเป็นวัตถุชิ้นเดียว ดังภาพประกอบที่ 3-15

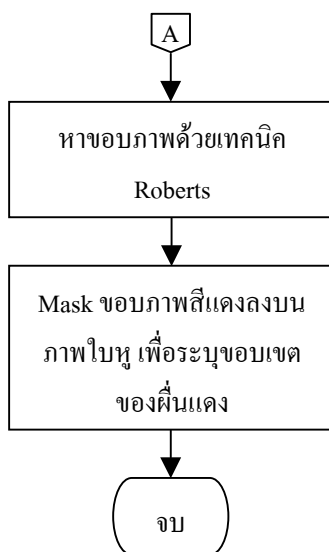


ภาพประกอบที่ 3-15 พิกเซลของพื้นแดงที่มีความต่อเนื่องหรือมีความเป็นวัตถุชิ้นเดียว

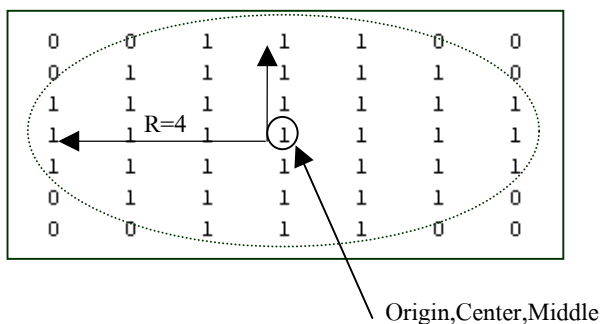
ดังนั้นการกำหนดขอบเขตของพื้นแดงด้วยเส้นขอบ จะมีขั้นตอนซึ่งแสดงในรูปของ Flowchart ได้ดังนี้



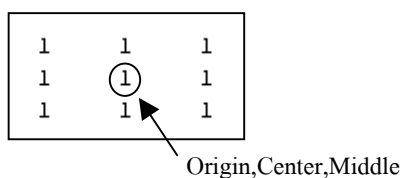
ภาพประกอบที่ 3-16 ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตของพื้นแดงด้วยเส้นขอบ



ภาพประกอบที่ 3-16(ต่อ) ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตของพื้นแดงด้วยเส้นขอบ



ภาพประกอบที่ 3-17 Template แบบ Disk รัศมีเท่ากับ 4

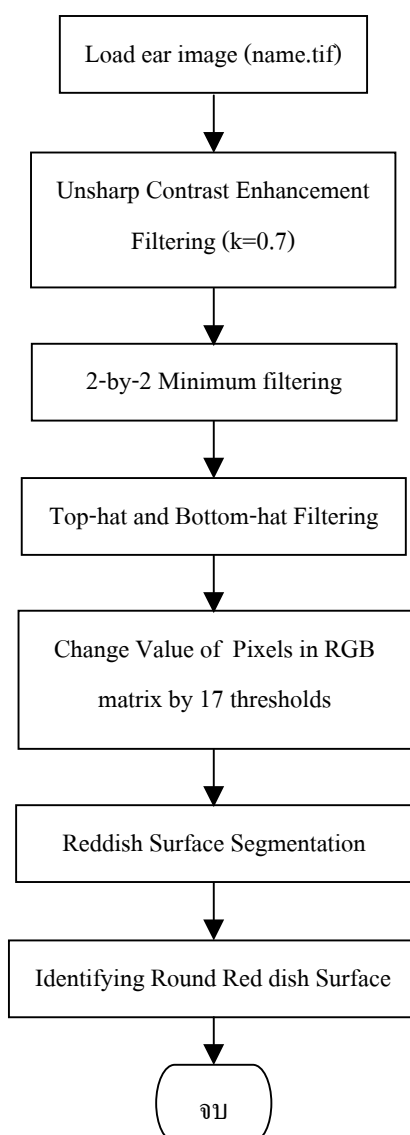


ภาพประกอบที่ 3-18 Template แบบ Square ขนาด 3x3

การหาเส้นขอบภาพสามารถใช้โอเปอเรเตอร์ชนิดใดก็ได้ เช่น Sobel, Log, Prewitt, Zerocross หรือ Canny แต่เหตุผลที่เลือกโอเปอเรเตอร์ Roberts เพราะเป็น โอเปอเรเตอร์ที่สามารถ

ให้เส้นขอบที่หนาและมองเห็นได้ชัดเจนกว่าโอเปอเรเตอร์อื่น ๆ

สรุปการวิเคราะห์หาพื้นแดงบนผิวหนังของใบหูด้วย Flowchart ได้ดังนี้คือ



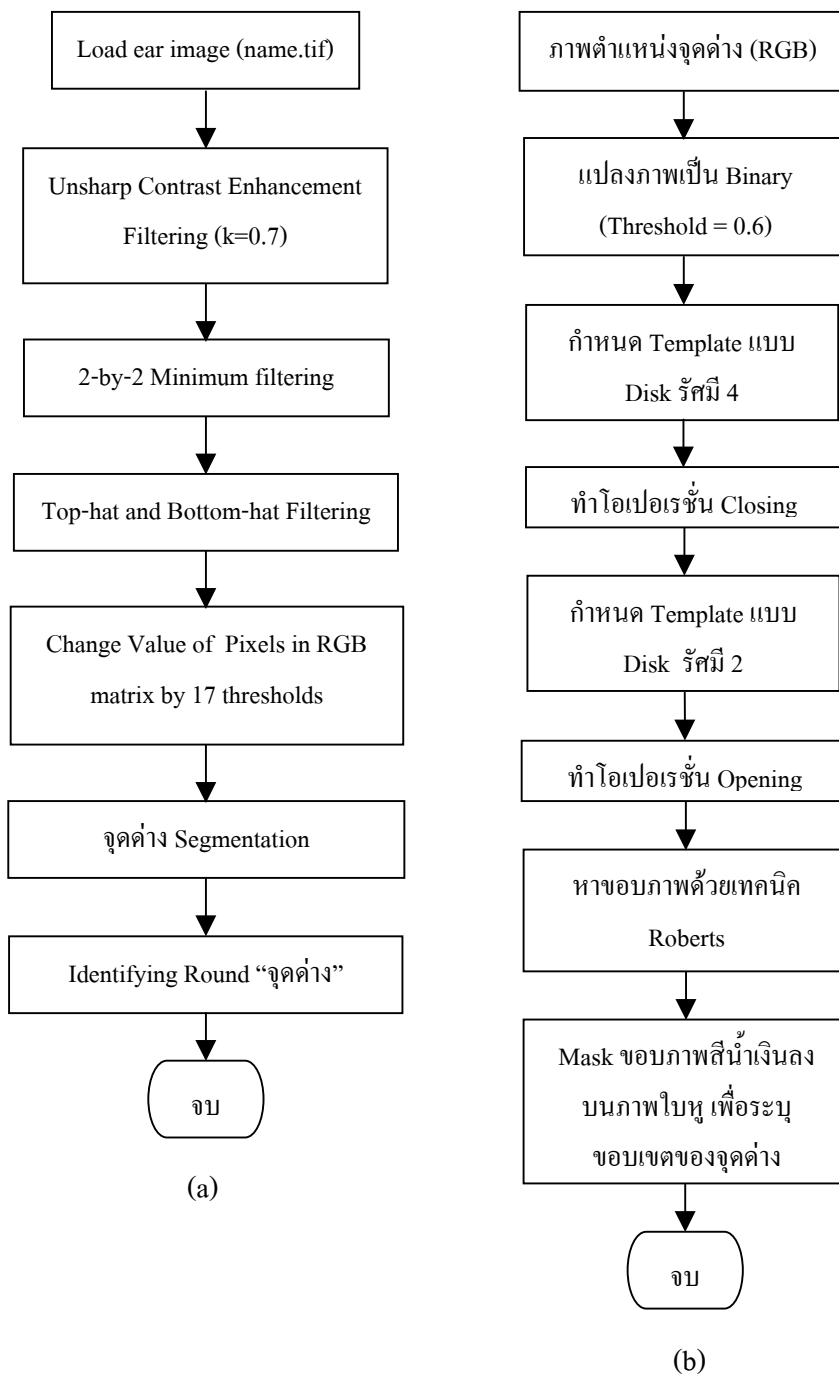
ภาพประกอบที่ 3-19 Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์หาพื้นแดงบนผิวหนังของใบหู

#### การวิเคราะห์หาจุดต่างบนผิวหนังของใบหู

การวิเคราะห์หาจุดต่างจะใช้หลักการแยกส่วนภาพสี (Color Segmentation) เช่นเดียวกับการหาพื้นแดง แต่จะต่างกันในส่วนของการกำหนดขอบเขตของจุดต่างด้วยการหาเส้นขอบ



ขั้นตอนแสดงในรูปของ Flowchart ได้ดังนี้



ภาพประกอบที่ 3-20 (a) Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์หาจุดดำบนผิวหนังไบหู

(b) การกำหนดขอบเขตของจุดดำด้วยเส้นขอบ

### การวิเคราะห์หาตุ่มนูนบนผิวหนังของใบหู

จากข้อมูลที่ระบุว่าตุ่มนูนจะมีลักษณะนูนกลมและมีสีเข้ม ๆ คล้ายฝีหนอง ดังนั้นการวิเคราะห์หาตุ่มนูนบนผิวหนังของใบหูจึงใช้หลักการหาเส้นขอบของตุ่มนูน และทำการระบุตำแหน่งของตุ่มนูนที่พบ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### ขั้นที่ 1 ปรับปรุงคุณภาพของภาพ

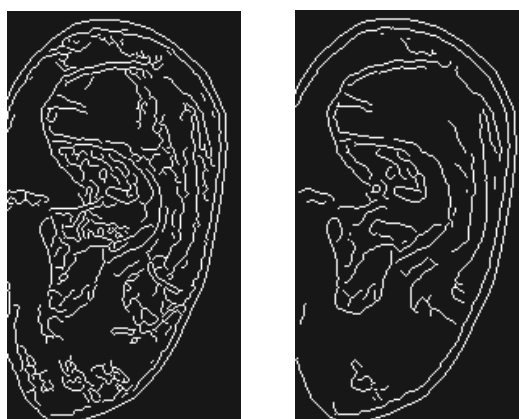
การหาเส้นขอบของตุ่มนูนใช้การพิจารณาคำแหน่งของใบหูที่เป็นจุดนูนกลมและมีสีคล้ายฝีหนอง ดังนั้นเพื่อให้สีของภาพใบหูมีความเด่นชัดจึงทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยตัวกรอง Top-hat and Bottom-hat

#### ขั้นที่ 2 ลดความคมชัดของขอบภาพด้วยการทำภาพเบลอ (Deblurring)

บนผิวหนังของใบหูมีตำแหน่งที่มีลักษณะเป็นจุดกลม ๆ มากมาย เช่น ฝ้า จุดดำง้ำดำ ขี้แมลงวัน รอยเจาะหูของผู้หญิง หรือจุดสะท้อนแสงจากการถ่ายภาพ เป็นต้น จุดเหล่านี้จะมีความเด่นชัดของขอบ เมื่อทำการหาขอบภาพจะปรากฏเป็นวงกลม ๆ ทำให้การระบุตำแหน่งของตุ่มนูนเกิดความผิดพลาด

การทำภาพเบลอเป็นการลดความคมชัดของขอบภาพ ซึ่งมีผลต่อสีของภาพไม่มากนัก เมื่อหาเส้นขอบภาพจึงสามารถลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในระดับแรก

ขั้นที่ 3 แปลงภาพสี RGB เป็นภาพขาวเทา (Gray Scale) และหาเส้นขอบภาพด้วยโอเพอร์เรเตอร์ Canny



(a)

(b)

ภาพประกอบที่ 3-21 ภาพเส้นขอบจากโอเพอร์เรเตอร์ Canny

(a) ภาพเส้นขอบที่ไม่ผ่านการทำภาพเบลอ

(b) ภาพเส้นขอบที่ผ่านการทำภาพเบลอ

โอเพอร์เรเตอร์ Canny จะให้เส้นขอบที่ละเอียดกว่าโอเพอร์เรเตอร์ชนิดอื่น ๆ ภาพที่ไม่ทำภาพเบลอเมื่อหาเส้นขอบจะได้ความละเอียดของเส้นขอบสูง จากการพิจารณาภาพประกอบที่ 3-21(a) พบว่าตำแหน่งของเส้นขอบที่มีลักษณะเป็นวงกลมมีหลายจุด แต่ในบางจุดไม่ได้เป็นตำแหน่งของคูนูน

ขั้นที่ 4 Detect กลุ่มพิกเซลที่มีจำนวนน้อยกว่า 25 pixels

จากภาพประกอบที่ 3-21(b) ตำแหน่งของเส้นขอบที่เป็นวงกลมคือจุดที่คาดว่าเป็นคูนูน ดังนั้นจึงทำการแยกเส้นขอบภาพของกลุ่มพิกเซลที่น้อยกว่า 25 ออกมา (จากการเก็บข้อมูลตัวอย่างคูนูนจะมีขนาดไม่ใหญ่มาก)



ภาพประกอบที่ 3-22 กลุ่มพิกเซลที่มีจำนวนน้อยกว่า 25 pixels

ขั้นที่ 5 เติมเต็ม (Fill) กลุ่มพิกเซลที่เป็นวงกลม (Hole)



ภาพประกอบที่ 3-23 การเติมเต็มในตำแหน่งของวงกลม (Hole)

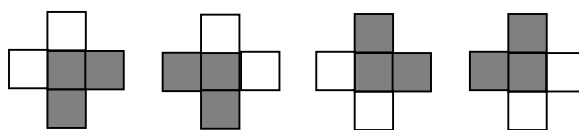
### ขั้นที่ 6 ลบกลุ่มพิกเซลที่เป็นลายเส้น

จากทฤษฎีระบบเพื่อนบ้านของจุดภาพแบบ 4-Neighbors เมื่อนำมาพิจารณาพิกเซลของวงกลมที่คาดว่าเป็นตุ่มนูน พบว่าแต่ละพิกเซลจะต้องประกอบไปด้วยสมาชิกเพื่อนบ้านไม่ต่ำกว่า 2 หรือน้อยที่สุดเท่ากับ 2 และตำแหน่งของสมาชิกที่น้อยที่สุดจะไม่เป็นแนวคิ่ง(บน-ล่าง) หรือซ้ายขวา แต่จะมีลักษณะคิ่งภาพประกอบที่ 3-24 ในขณะที่ลายเส้นจะมีสมาชิกเป็น 1 หรือ 2 ที่เป็นแนวคิ่ง, ซ้ายขวา หรือทแยง จากหลักการนี้นำมาเขียนเป็นเงื่อนไขเพื่อทำการลบกลุ่มพิกเซลที่เป็นลายเส้นได้คือ

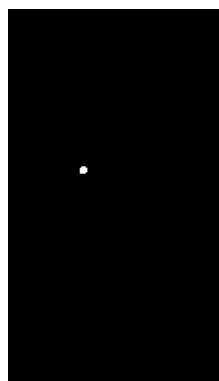
$$\text{if } ((f(x,y) = 1) \& ((f(x+1,y) = 1) | (f(x-1,y) = 1)) \& ((f(x,y+1) = 1) | (f(x,y-1) = 1)))$$

$$f(x,y) = 1;$$

else

$$f(x,y) = 0;$$


ภาพประกอบที่ 3-24 ลักษณะของสมาชิกเพื่อนบ้านน้อยที่สุด 2 ของรูปเหลี่ยมหรือวงกลม



ภาพประกอบที่ 3-25 ภาพวงกลมที่คาดว่าเป็นตุ่มนูน

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบค่าสีของพิกเซลที่คาดว่าเป็นตุ่มนูน และทำการลบพิกเซลหากสีมี

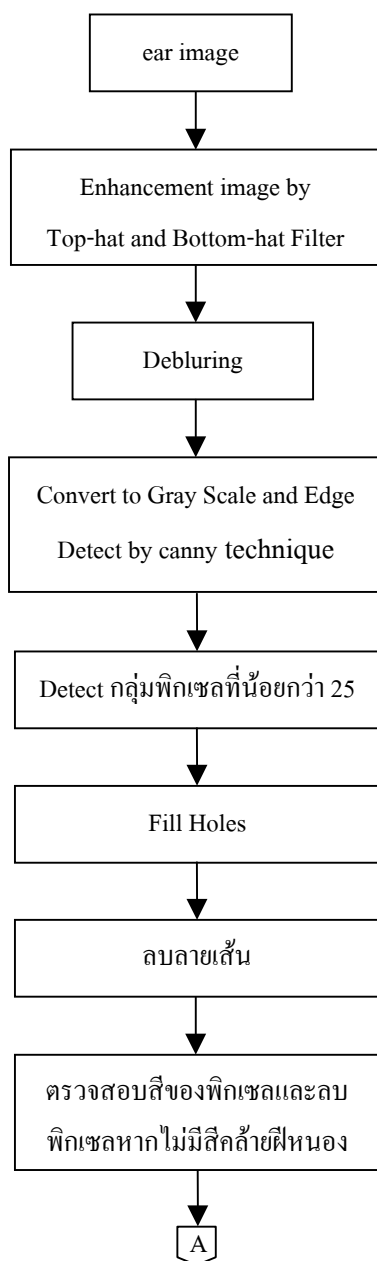
ลักษณะเข้ม,ดำ หรือ ไม่ขาวหม่นเหมือนสีของผิวหนัง

ขั้นที่ 8 ทำการขยายภาพ โดยกำหนด Template แบบ Disk รัศมีเท่ากับ 4

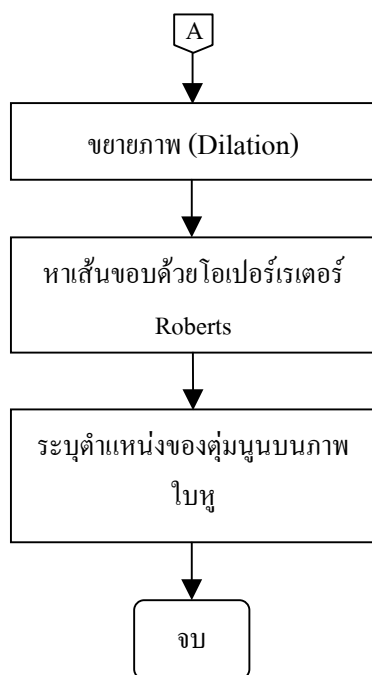
ขั้นที่ 9 หาเส้นขอบด้วยโอเพอร์เรเตอร์ Roberts

ขั้นที่ 10 กำหนดขอบเขตเพื่อระบุตำแหน่งของกลุ่มนูนบนภาพใบหู

สรุปการวิเคราะห์หาตำแหน่งนูนบนผิวหนังของใบหูด้วย Flowchart ได้ดังนี้คือ



ภาพประกอบที่ 3-26 Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์ตำแหน่งนูนบนผิวหนังของใบหู



ภาพประกอบที่ 3-26(ต่อ) Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์กลุ่มอนุบนผิวหนังของไบหู