



# การค้นหาใบหน้าคนในภาพสีโดยใช้แบบจำลองของสีผิว และคณิตศาสตร์มอร์โฟโลจิก

ชัยนันท์ สมพงษ์\* และสุพจน์ นิตยส์สุวรรณ\*\*

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับสถานที่สำคัญต่างๆ ซึ่งต้องใช้ระบบที่สามารถพิสูจน์ทราบ และระบุยืนยันตัวตน วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือเพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีการค้นหาใบหน้าคนในภาพสี โดยใช้แบบจำลองของสีผิวและคณิตศาสตร์มอร์โฟโลจิก ภาพที่นำมาทดสอบเป็นภาพใบหน้าตรงหันหรือเอียงได้ประมาณ  $\pm 5^\circ$  ตามธรรมชาติ ซึ่งแบ่งภาพเป็นสองชุด ชุดที่ 1 สำหรับทดสอบความสามารถโปรแกรมที่เกี่ยวกับเงื่อนไขของแสง ขนาดจำนวนของภาพใบหน้า และลักษณะของภาพใบหน้า ส่วนภาพชุดที่ 2 สำหรับวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมซึ่งขั้นตอนวิธีมีสองขั้นตอนหลักๆ คือการหาบริเวณพื้นที่สีผิวและการเลือกภาพใบหน้าคู่แข่ง และการหารายละเอียดบนใบหน้าของแต่ละภาพใบหน้าคู่แข่งจากการทดสอบพบว่าสามารถค้นหาใบหน้าที่มีความแปรผันด้านเงื่อนไขของแสงและความซับซ้อนของฉากหลัง ซึ่งวัดประสิทธิภาพโดยภาพหนึ่งใบหน้าจำนวน 108 ภาพ มีอัตราความถูกต้อง 94.44% และใช้เวลาในการประมวลผล  $3.54 \pm 0.61$  วินาที

**คำสำคัญ :** ภาพใบหน้า มอร์โฟโลจิก ไบโอเมตริกซ์

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) เพื่อรองรับการตื่นตัวจากภัยคุกคามของกลุ่มผู้ไม่ประสงค์ดีตามสถานที่สำคัญต่างๆ ซึ่งมีความต้องการระบบรักษาความปลอดภัยที่สามารถใช้ระบุยืนยันตัวตนด้วยวิธีการนำภาพใบหน้าไปค้นหาและเปรียบเทียบกับใบหน้าในฐานข้อมูล แต่ในความเป็นจริงแล้วภาพที่ใช้ทั่วไปไม่สามารถส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบการรู้จำ ภาพใบหน้าได้โดยตรง [1] เนื่องจากภาพดังกล่าวไม่ได้ถ่ายเฉพาะเจาะจงบริเวณ

ใบหน้า ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับตำแหน่ง ขนาด ความเอียง จุดเด่นและรายละเอียดบนใบหน้าสำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นสู่ระบบการรู้จำภาพใบหน้า [2],[3] ดังนั้นการค้นหาภาพใบหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีผลต่อการรู้จำภาพใบหน้า งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาขั้นตอนการค้นหาใบหน้าคนในภาพสี (Face Detection in Color Image) ที่สามารถนำไปพัฒนาสู่การรู้จำใบหน้าคนได้ต่อไป

ปัญหาและข้อจำกัดของการค้นหาใบหน้าคนในภาพสีส่วนใหญ่แบ่งออกเป็นภาพที่มีฉากหลังซับซ้อน สภาพของแสง คุณภาพของภาพ จำนวนภาพใบหน้า ความเอียงของใบหน้า และรายละเอียดของภาพใบหน้า ซึ่งจากปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ การค้นหาภาพใบหน้าจึงเป็นงานวิจัยที่มีความท้าทายอย่างยิ่งที่จะลดข้อจำกัดต่างๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ประโยชน์จากงานวิจัยนี้สามารถพัฒนาและนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น ระบบรักษาความปลอดภัย การตรวจสอบบุคคลด้วยกล้องวงจรปิด การเปิดใช้งานคอมพิวเตอร์ด้วยการตรวจสอบใบหน้า ในหุ่นยนต์ [4] ที่สามารถจับภาพและรู้จำ ใบหน้า สิ่งของ และท่าทางการเคลื่อนไหวของร่างกายได้เป็นต้น

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ไบโอเมตริกซ์

ไบโอเมตริกซ์ (Biometrics หรือ Biometry) เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้กระบวนการในการระบุตัวบุคคลหรือตรวจสอบตัวบุคคลโดยอัตโนมัติ [5] สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1) ลักษณะทางกายภาพ (Physiological Biometrics) ได้นิยามเกี่ยวกับการเข้าถึงการควบคุมโดยตรวจสอบว่า “เรามีอะไร” ซึ่งหมายถึงไอดีการ์ด พาสเวิร์ด หมายเลขพิน (PIN) เป็นต้น [6] ซึ่งไม่ได้สื่อความหมายของการระบุตัวตนของผู้ใช้ แต่ในเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์เป็นการ

\* คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\*\* ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตรวจสอบว่า “เราเป็นใคร” ทำให้ทราบถึงตัวตนของบุคคลที่เข้าสู่ระบบได้ จากคำกล่าวที่ว่า “เมื่อคุณทำการค้นหาหรือลิมพาสเวิร์ดแต่หลายนิ้วมือ ดวงตา หรือใบหน้า คุณไม่สามารถค้นหาหรือลิมได้” และให้เหตุผลสรุปได้ว่าการรู้จำใบหน้านำมาใช้ในการระบุตัวบุคคลได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ ซึ่งโดยทั่วไปการรู้จำใบหน้ามีกระบวนการพื้นฐานดังนี้ 1) การค้นหาตำแหน่งหรือรูปแบบใบหน้า 2) การค้นหารายละเอียดต่างๆ ที่อยู่บนใบหน้า 3) การระบุตัวตนเจ้าของใบหน้า 4) การวิเคราะห์การแสดงออกทางความรู้สึกของใบหน้า [7]

## 2.2 ปริภูมิสีและแบบจำลองของสีผิว

แบบจำลองของสีผิว (Skin Color Model) ตัวอย่างข้อมูลสีผิวเพื่อใช้สำหรับคัดแยกจุดสีผิวและมีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้ปริภูมิสีที่เหมาะสมกับวิธีการคัดแยกสีผิว ซึ่งมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของการค้นหาใบหน้า ซึ่งได้มีงานวิจัยต่างๆ ที่เปรียบเทียบ แบบจำลองสีผิวสำหรับการคัดแยกสีผิวในปริภูมิสีต่างๆ [8],[9] พบว่าปริภูมิสีที่ให้ประสิทธิภาพในการแยกสีผิวดีที่สุดในปริภูมิสีที่มีการแยกระดับสี (Chrominance) และระดับความสว่าง (Luminance) เมื่อใช้โมเดลของเกาส์ (Gaussian Model) โดยมีงานวิจัยการแยกสีผิวสำหรับการค้นหาใบหน้าด้วยการรวมวิธีการแยกสีผิวทั้ง 3 ปริภูมิสี RGB, YCbCr และ HSI [10] เมื่อทำการเปรียบเทียบการแยกสีผิวด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับแต่ละปริภูมิพบว่า ปริภูมิสี YCbCr มีความผิดพลาดน้อยที่สุดคือร้อยละ 16.09 ส่วนปริภูมิสี RGB มีความผิดพลาดมากถึงร้อยละ 43.54 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอมาปรากฏว่าความผิดพลาดในการแยกสีผิวลดลงเหลือร้อยละ 4.82

## 2.3 การค้นหาใบหน้า

การค้นหาใบหน้าในงานวิจัยส่วนใหญ่ได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของกรอบสี่เหลี่ยม หรือวงรีที่ครอบคลุมกับใบหน้า ซึ่งนำเสนอด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ และการประมวลผลภาพ เช่น ได้นำวงรีเปรียบเทียบกับภาพขอบและเลือกวงรีที่ใกล้ขอบของใบหน้าที่สุด [11] การแปลงแบบฟัซซีฮัฟฟ์มาในการหาวงรีที่พอดีกับใบหน้า (Fuzzy Hough Transform) [12] ระบบโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network-Base) [2] ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาคำการเอียงของใบหน้าได้ [3] การจับคู่ของแผ่นภาพ (Template Matching) ซึ่งทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าคอร์รีเลชัน (Correlation Value) [13] และการเปรียบเทียบ

เทียบค่าคอร์รีเลชัน (Cross-Correlation Value) [14] การวิเคราะห์เวฟแพ็คเก็ต (Wavelet Packet Analysis) [15] เพื่อสร้างเวกเตอร์ต้นแบบสำหรับเลือกใบหน้า

## 3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

อันดับแรกสร้างแบบจำลองของสีผิวในปริภูมิสี YCbCr แล้วนำมาวิเคราะห์สำหรับการแปลงปริภูมิสีแบบไม่เป็นเชิงเส้น [16] ผลลัพธ์ที่ได้คือปริภูมิสี YCb'Cr'

### 3.1 การหาพื้นที่สีผิวและการเลือกใบหน้าคู่แข่ง

3.1.1 การแปลงปริภูมิสี นำภาพต้นฉบับมาทำการแปลงปริภูมิสีแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่สอดคล้องกับค่าที่คำนวณจากแบบจำลองสีผิวในปริภูมิสี YCb'Cr'

3.1.2 การค้นหาจุดสีผิวและแยกสีผิว แยกสีผิวที่อยู่นอกขอบเขตของวงรีโดยกำหนดให้จุดสีผิวที่อยู่ภายในวงรีเป็นเลข 1 และจุดสีผิวที่อยู่ภายนอกวงรีเป็น 0

3.1.3 การจัดกลุ่มพื้นที่สีผิวโดยการดำเนินการมอร์โฟโลจิกโอเพนนิ่ง และโคลสซิง และให้  $a$  และ  $b$  เป็นความกว้างและความยาวของแกนमुखสำคัญของแต่ละบริเวณพื้นที่สีผิวโดย  $b \geq 2a$  และ  $b \leq a$  พื้นที่สีผิวมีขนาดใหญ่กว่า  $30 \times 30$  จุดภาพ ซึ่งภายใต้เงื่อนไขนี้ได้พื้นที่สีผิวโดยเรียกว่าใบหน้าคู่แข่ง

### 3.2 การหารายละเอียดบนใบหน้า

อันดับแรกเตรียมใบหน้าคู่แข่งโดยการทำมาสก์ใบหน้า (Face Mask) ของแต่ละใบหน้าคู่แข่งโดยส่งภาพต้นฉบับบริเวณใบหน้าคู่แข่งลงในภาพใบหน้าของการแยก แล้วสีผิวเดิมสีผิวเฉลี่ยลงในบริเวณที่ไม่เป็นสีผิวและส่วนที่เป็นสีผิวให้เป็นภาพต้นฉบับ

3.2.1 การค้นหาดวงตา แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การค้นหาดวงตาบนพื้นฐานของระดับสีและการค้นหาดวงตาบนพื้นฐานของระดับความสว่างด้วยสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$$EC = \frac{1}{3} [Cb + 255 - Cr + (Cb / Cr)] \quad (1)$$

$$EL = EE - \min(EE) \quad (2)$$

$$EM = \frac{EC}{EL} \quad (3)$$

โดยที่  $EE$  คือการดำเนินการอีโรชันของภาพใบหน้าคู่แข่งของระดับความสว่าง และสมการที่ 3 เป็นผลการรวมการค้นหาดวงตา

3.2.2 การค้นหาปากใช้สมการการกรองค่าสีบริเวณปาก [16] โดยกำหนดให้  $MM$  เป็นการค้นหาบริเวณพื้นของปาก

3.2.3 การเลือกดวงตาและปาก เตรียมข้อมูลโดยการแปลง  $EM$  และ  $MM$  จากภาพค่าสีเทาเป็นภาพไบนารีและหาจุดศูนย์กลางของพื้นที่สีขาวแทนตำแหน่งของตาและปาก จากนั้นเลือกดวงตาและปากตามขั้นตอนดังนี้

- 1) จับคู่ดวงตาคู่แข่งทั้งหมด
- 2) เลือกคู่ดวงตาที่มีความเอียงสัมพันธ์กับความเอียงของเส้นแกนमुखสำคัญของบริเวณพื้นที่สีผิว ที่ไม่เกิน  $\pm 15^\circ$  เลือกเป็นคู่ดวงตาที่เป็นไปได้
- 3) นำคู่ดวงตาที่เป็นไปได้สร้างสามเหลี่ยมกับทุกปาก โดยสามเหลี่ยมมีจุดยอดเป็นจุดศูนย์กลางของคู่ดวงตาและปาก คู่แข่ง
- 4) เลือกปากคู่แข่งที่เป็นโดยพิจารณาจากมุมระหว่างตาข้างขวากับปากและตาข้างซ้ายกับปาก ที่มีขนาด 0.8 ถึง 1.25 เรเดียน
- 5) ดำเนินการตามข้อ 4) กับทุกๆ คู่ดวงตาได้เป็นสามเหลี่ยมตาและปากที่เป็นไปได้
- 6) นำแต่ละสามเหลี่ยมทั้งส่วนตาและปากที่เป็นไปได้คำนวณหาหน้าหนักซึ่งได้แก่ ค่าคอร์รีเลชันของดวงตาในแต่ละสามเหลี่ยมกับแผ่นภาพดวงตา และน้ำหนักของความเอียงของสามเหลี่ยม [16]

7) เลือกน้ำหนักจากข้อ 6) ที่ให้ค่ามากที่สุดซึ่งทำให้ได้สามเหลี่ยมตาและปากที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใบหน้าคู่แข่งนั้นๆ

3.2.4 ค้นหาวงรีที่พอดีกับใบหน้ามีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำใบหน้าคู่แข่งมาหาขอบด้วยวิธีของแคนนี่
- 2) เก็บตำแหน่งของภาพขอบในรูปของจุด  $p(x, y)$  ที่  $x, y \in FE$  เป็นเซตของตำแหน่งขอบของภาพขอบ
- 3) จากสามเหลี่ยมตาและปากสามารถจำกัดจุดศูนย์กลางของวงรี และจำกัดความเอียงของวงรีเพื่อลดจำนวนครั้งของการคำนวณ
- 4) ค้นหาวงรีโดยใช้ขั้นตอนวิธีที่ประยุกต์จากวิธีของ Yonghong และ Qiang [17]
- 5) เลือกค่าพารามิเตอร์ของวงรีที่ใกล้ขอบของใบหน้า

จำนวนหนึ่ง

6) คำนวณค่าระยะจุดตำแหน่งของภาพขอบกับวงรี [18] ที่ได้ในข้อ 5) โดยให้เป็น  $EW$

7) เลือกวงรีที่ให้ค่า  $EW$  น้อยที่สุดในการเลือกค่าพารามิเตอร์ของวงรี

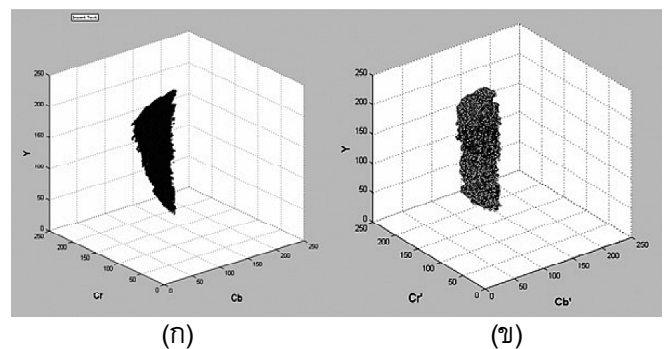
การยืนยันการมีอยู่ของใบหน้าของแต่ละใบหน้าคู่แข่งที่พิจารณาได้จากสามเหลี่ยมตาและปากที่บรรจุในวงรีที่พอดีกับใบหน้า ซึ่งนอกเหนือจากนี้ถือว่าไม่ใช่ภาพใบหน้า

#### 4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสีผิวสำหรับการแปลงปริภูมิสีและกฎการแยกสีผิว

ภาพที่ 1 (ก) และ (ข) เป็นแบบจำลองสีผิวในปริภูมิสี  $YCbCr$  และ  $YCb'Cr'$  เมื่อทำการแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้นตามลำดับ สังเกตได้ว่าที่ความสว่างระดับต่ำแบบจำลองสีผิวจะมีรูปทรงที่ลีบเล็กลง เมื่อทำการแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้นพบว่าที่ความสว่างระดับต่ำค่าสีจะกระจายออกจากรูปทรงของกลุ่มสีผิวเกือบเป็นทรงกระบอก ซึ่งทำให้ระดับสีมีความเป็นอิสระจากระดับความสว่างมากขึ้นจึงสามารถใช้การพิจารณาเฉพาะระดับสีในการแยกสีผิวได้ดีกว่าเดิม ซึ่งภาพที่ 2 เป็นวงรีแสดงขอบเขตที่พอดีกับกลุ่มของสีผิวในระนาบ  $Cb'-Cr'$  สำหรับพิจารณาในการแยกสีผิว

ค่าพารามิเตอร์ของวงรีสำหรับการแยกสีผิวซึ่งคำนวณได้คือ  $cx = 103.31$ ,  $cy = 151.79$ ,  $q = 2.5069$  และเมื่อพิจารณากราฟแจกแจงความถี่ของ  $Cb'$  และ  $Cr'$  ที่ประมาณค่าไปสู่การแจกแจงแบบเกาส์ได้  $a = 20.11$  และ  $b = 9.62$

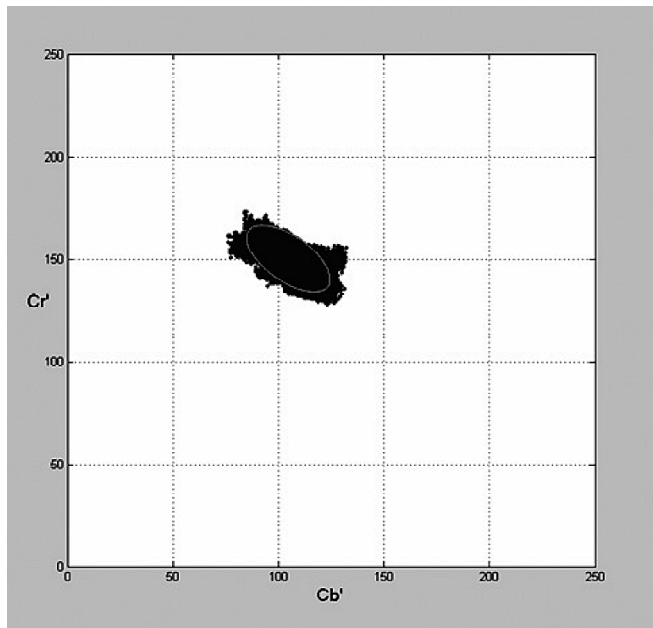


ภาพที่ 1 การแปลงปริภูมิสี (ก)  $YCbCr$  (ข)  $YCb'Cr'$

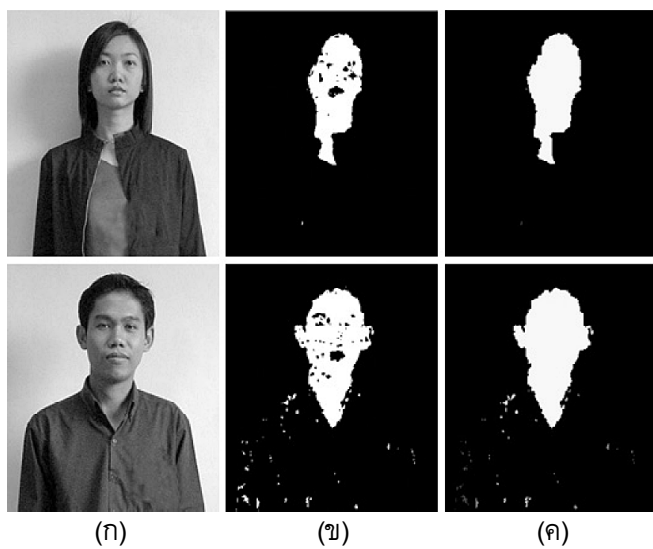
4.2 ผลการหาพื้นที่บริเวณใบหน้าและเลือกใบหน้าคู่แข่งการแยกสีผิวโดยวิธีการปฏิเสธจุดสีผิวที่อยู่ภายนอกขอบเขตของวงรีในภาพที่ 2 ซึ่งผลลัพธ์เป็นภาพไบนารีที่

บริเวณสีผิวเป็นสีขาวส่วนบริเวณอื่นเป็นพื้นที่สีดำดังตัวอย่างในภาพที่ 3 โดยภาพที่ 3(ข) เป็นผลลัพธ์ของการแยกสีผิวและภาพที่ 3(ค) เป็นผลการจัดกลุ่มสีผิว

ผลการเลือกใบหน้าคู่แข่งซึ่งจะพิจารณาในแต่ละพื้นที่สีผิวที่เป็นไปตามเงื่อนไขของการเลือกซึ่งมีรายละเอียดโดยมีค่าเป็นตำแหน่ง ความยาวแกนเอกและแกนโท และความเอียงในแต่ละบริเวณพื้นที่สีผิวดังตัวอย่างในภาพที่ 4 ซึ่งจะเก็บค่าเหล่านี้ไว้สำหรับขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 2 วงรีขอบเขตที่พอดีกับกลุ่มของสีผิว



ภาพที่ 3 ผลลัพธ์ของการแยกสีผิว (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ผลการแยกสีผิว (ค) ผลการจัดกลุ่มสีผิว



Position= [124 32 87 192]  
MajorAxisLength=187.4882  
MinorAxisLength= 76.1604  
Orientation= 86.3648°



Position= [106 34 119 204]  
MajorAxisLength=195.9729  
MinorAxisLength=100.0284  
Orientation= 86.1689°



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 4 (ก) เส้นสมมติแกนमुखสำคัญของพื้นที่สีผิว

(ข) รายละเอียดของพื้นที่สีผิว

(ค) ใบหน้าคู่แข่ง

#### 4.3 ผลการหารายละเอียดบนใบหน้า

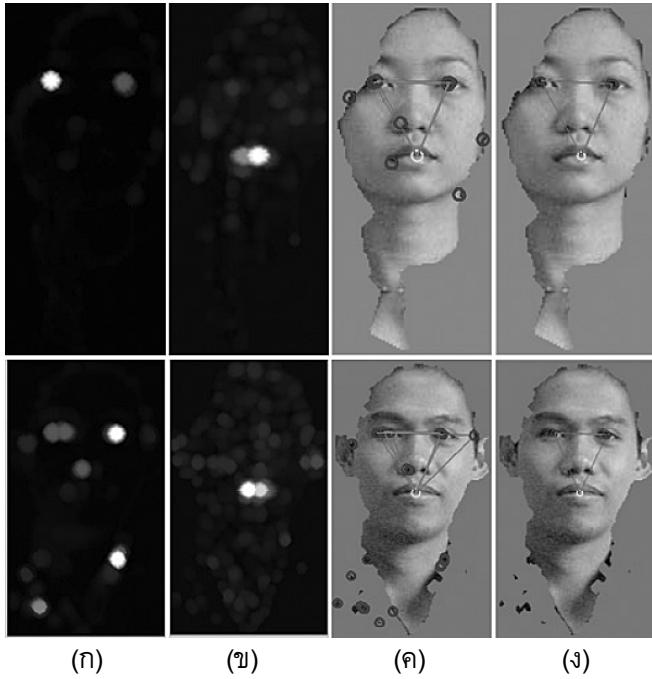
การค้นหาดวงตาด้วย EM และการค้นหาปากด้วย MM ดังภาพที่ 4(ก) และ 5(ข) ได้ผลลัพธ์เป็นภาพค่าสีเทาที่มีจุดสว่างสีขาวหลายจุดซึ่งเป็นบริเวณที่คาดว่าจะป็นดวงตาและปากได้ตามลำดับ ในภาพที่ 5(ค) เป็นภาพแสดงถึงจุดตำแหน่งของบริเวณที่คาดว่าจะป็นตาและปาก และสามเหลี่ยมตาและปากที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยการพิจารณาจาก ความเอียงของคู่ดวงตา และมุมระหว่างตาทั้งสองข้างกับปาก ซึ่งได้สามเหลี่ยมหลายอัน ทำให้ต้องนำไปเลือกสามเหลี่ยมที่ต้องการอีกต่อไป

ภาพที่ 5(ง) เป็นการเลือกสามเหลี่ยมตาและปากที่ต้องการที่สุดโดยเลือกจากน้ำหนักการเลือกสำหรับดวงตาด้วยค่าคอร์รีเลชันของดวงตากับแผ่นภาพดวงตา และน้ำหนักของความเอียงของสามเหลี่ยม EW

ผลการค้นหาวงรีที่พอดีกับใบหน้า เลือกค่าพารามิเตอร์ของวงรีที่วงรีเข้าใกล้ขอบของใบหน้ามากที่สุดจำนวน 5 วง ดังภาพที่ 6(ก) ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยสีที่ต่างกัน เมื่อทำการเลือกวงรีที่ดีที่สุดโดยเลือกค่า EW ที่น้อยที่สุด โดยในภาพที่ 6(ข) เป็นวงรีที่ดีที่สุดโดยมี EW ที่น้อยที่สุด และภาพที่ 6(ค) เป็นค่าพารามิเตอร์ของวงรีที่ดีที่สุด

#### 4.4 ผลการทดสอบและการวัดประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบพบว่าสามารถค้นหาใบหน้าคนในแสงปกติที่ใบหน้ามีระดับสีผิวที่แตกต่างกัน และภาพที่เป็นใบหน้าตรงที่มีแสงเข้าในทิศทางด้านข้างได้อย่างมีประสิทธิภาพในทั้งสอง



ภาพที่ 5 (ก) EM (ข) MM (ค) ตำแหน่ง ตา ปากและสามเหลี่ยมตาและปากที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ง) สามเหลี่ยมตาและปากที่ถูกต้อง



$EW = 0.9391$   
 $cx = 44.0000$   
 $cy = 72.5$   
 $\theta = 1.6823$   
 $a = 62.8908$   
 $b = 32.5852$

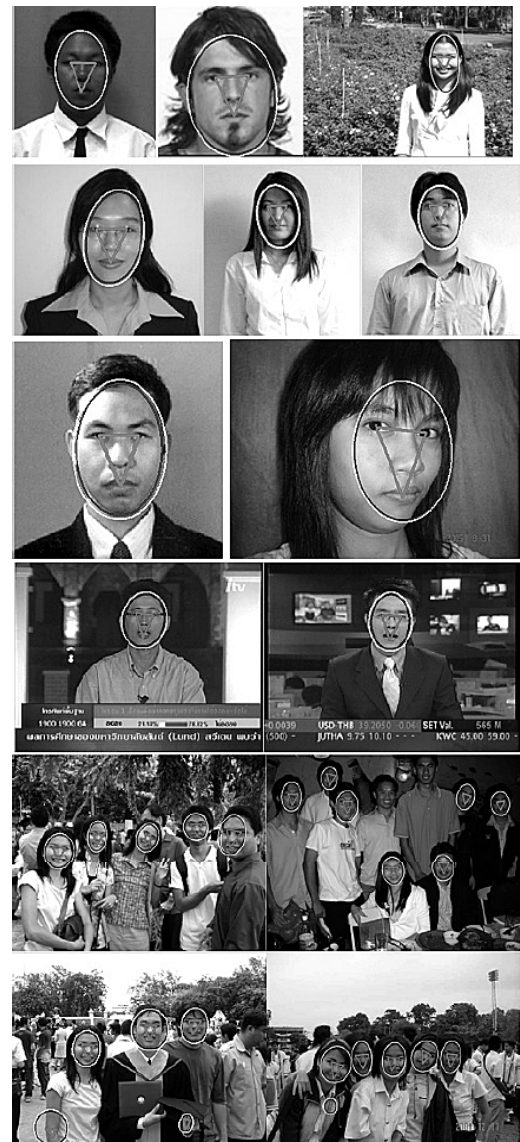


$EW = 0.9738$   
 $cx = 59.5$   
 $cy = 69.5$   
 $\theta = 1.7586$   
 $a = 61.5833$   
 $b = 45.7845$



ภาพที่ 6 การค้นหา และการเลือกวงรีที่ดีที่สุด  
(ก) วงรีที่ใกล้เคียงของใบหน้ามากที่สุด 5 วง  
(ข) ค่าพารามิเตอร์ของวงรีที่ดีที่สุด  
(ค) วงรีที่ดีที่สุด

กรณี เนื่องจากการแปลงปริภูมิสีแบบไม่เป็นเชิงเส้น อีกทั้งกรณีใบหน้าเอียง หรือหันซ้าย-ขวา สามารถค้นหาสามเหลี่ยมตาและปากได้อย่างถูกต้อง ผลการทดสอบการค้นหาใบหน้าในกรณีที่หลับตา อ้าปาก สวมแว่นตา และมีหวดเครา สามารถค้นหาภาพใบหน้าได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งตาและปากเล็กน้อยจากการถูกรบกวน และในกรณีที่ใบหน้ามีขนาดแตกต่างกัน โดยเป็นไปตามระยะภาพหรือลักษณะเฉพาะของตัวบุคคลสามารถค้นหาได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกันโดยแสดงตัวอย่างในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างผลลัพธ์การค้นหาภาพใบหน้า

ตารางที่ 1 ผลการวัดประสิทธิภาพของโปรแกรม

	ค้นหาได้ทั้งหมด	ค้นหาถูกต้อง	ค้นหาผิดพลาด	เวลาเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	อัตราความถูกต้อง (%)
การแยกสีผิวและการเลือกภาพใบหน้าคู่แข่ง	133	105	28	1.06 ± 0.06	97.22
การค้นหารายละเอียดบนใบหน้า	103	102	4	2.48 ± 0.56	97.14
รวม	อัตราความถูกต้อง 94.44 % เฉลี่ย 3.54 ± 0.61 วินาที				

การวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีทำการประเมินประสิทธิภาพของโดยการทดสอบกับภาพที่มีหนึ่งใบหน้า และฉากหลังไม่ซับซ้อนจำนวน 108 ภาพ ซึ่งได้ผลการประเมินตามตารางที่ 1 โดยแบ่งเป็นสองส่วนดังนี้

ประสิทธิภาพการหาบริเวณพื้นที่สีผิว และการเลือกใบหน้าคู่แข่ง สามารถค้นหาได้ทั้งหมด 133 ใบหน้าคู่แข่ง ถูกต้อง 105 ภาพ คิดเป็นอัตราความถูกต้อง 97.22% ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ย 1.06 ± 0.06 วินาที

ประสิทธิภาพการหารายละเอียดบนใบหน้า สามารถค้นหาได้ทั้งหมด 103 ภาพ ถูกต้อง 102 ภาพ ผิดพลาดโดยค้นหาพบบนใบหน้าคู่แข่งผิดพลาด 1 ภาพ และไม่สามารถค้นหาได้ 3 ภาพ คิดเป็นอัตราความถูกต้อง 97.14% ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ย 2.48 ± 0.56 วินาที

ผลรวมค้นหาได้ถูกต้อง 102 ภาพ คิดเป็นอัตราความถูกต้อง 94.44% ใช้เวลาประมวลผลรวมเฉลี่ย 3.54 ± 0.61 วินาที

## 5. สรุปผลการดำเนินงาน

ขั้นตอนวิธีการค้นหาภาพใบหน้าในภาพสีได้กำหนดขอบข่ายของเนื้อหาไว้สองส่วนคือ 1) การหาบริเวณพื้นที่สีผิว และการเลือกภาพใบหน้าคู่แข่ง 2) การหารายละเอียดบนใบหน้าสำหรับยืนยันการมีอยู่ของใบหน้า ได้แก่ ดวงตา ปาก และขอบของใบหน้า และได้พัฒนาโปรแกรมซึ่งนำไปทดสอบกับภาพจำนวน 108 ภาพ มีอัตราความถูกต้อง 94.44% ใช้เวลาประมวลผลรวมเฉลี่ย 3.54 ± 0.61 วินาที

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถของขั้นตอนวิธีกับ

งานวิจัยอื่นๆ พบว่าขั้นตอนวิธีนี้สามารถวัดค่าขององศาความเอียงของใบหน้าได้ และยังสามารถระบุบริเวณตำแหน่งของดวงตาและปากได้อีกด้วย ซึ่งจะเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลสู่ระบบการรู้จำภาพใบหน้าต่อไป

การทดสอบกับภาพอื่น ๆ ที่มีข้อจำกัดด้านแสง สีผิว ขนาดจำนวน การวางตัวของใบหน้า และสิ่งรบกวนบนใบหน้า พบว่าสามารถค้นหาใบหน้าคนได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีใบหน้ามีระดับแสงปกติในทิศทางตรง และฉากหลังมีความซับซ้อนไม่มากนัก ในกรณีที่มีการหันหรือเอียงมากเกินไปที่กำหนด และในกรณีที่ภาพมีความแปรผันของระดับสีผิว และแสงมากเกินไปขอบเขตของแบบจำลองของสีผิวที่สร้างขึ้นผลการค้นหาจะมีความผิดพลาดสูง โดยไม่สามารถค้นหาได้หรือการค้นหา ตา ปาก หรือขอบของใบหน้าอาจค้นหาตำแหน่งได้ไม่ถูกต้อง แต่ให้ผลการเลือกสามเหลี่ยมตาและปากได้ ในกรณีฉากหลังที่ซับซ้อน และมีสีคล้ายสีผิว ให้ผลความผิดพลาดโดยสามารถค้นหาสามเหลี่ยมตาและปากและวงรีขอบเขตของใบหน้าจากบริเวณที่ไม่ใช่ใบหน้าที่ซึ่งโดยรวมแล้วขั้นตอนวิธีการค้นหาใบหน้าคนในภาพสีในงานวิจัยนี้จะให้ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อมีการจำกัดขอบเขตของภาพที่จะนำมาค้นหาเพิ่มมากขึ้น โดยพิจารณาจากภาพที่ค้นหาผิดพลาดซึ่งสรุปได้คือ สีผิวที่ผิดธรรมชาติจากคุณภาพของการบันทึกภาพความเข้มของแสงที่กระทบใบหน้ามุมของการเอียงหรือหันของใบหน้า และฉากหลังมีสีคล้ายสีผิว และซ้อนทับหรือติดต่อกับใบหน้า

การพัฒนาในงานวิจัยในขั้นต่อไปผู้วิจัยจะพยายามลดข้อจำกัดจากความผิดพลาดดังกล่าวลง และขยายขอบเขตและกำหนดมาตรฐานของการวัดประสิทธิภาพการค้นหาไปสู่ภาพหลายใบหน้า เพื่อการพัฒนากระบวนการรู้จำใบหน้าที่ใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Kuchi, P., et al. "Human Face Detection and Tracking using Skin Color Modeling and Connected Component Operators." SMIEE, MIETE Dept. of E&C Engg. Karnataka Regional Engineering College. Surathkal, Karnataka, 2002.
- [2] Rowley, H.A., Baluja, S., and Kanade, T. "Neural Network-Base Face Detection." IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. p 20-38, Vol 20,



- 1998.
- [3] Rowley, H. A., Baluja, S., and Kanade, T. "Rotation Invariant Neural Network-Base Face Detection." Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition. p 38-44, 1998.
- [4] ASIMO. <http://world.honda.com/ASIMO/technology/intelligence.html>.
- [5] กษิรพันธ์ มาสกุล, สมชัย ตั้งสติติยางกูร. Biometrics : <http://www.spu.ac.th/~bmetric/index.htm>.
- [6] Lin, S-H. "An Introduction to Face Recognition Technology." Informing Science Special Issue on Multimedia Informing Technologies. Vol 3, No 1, 2000.
- [7] Huang, R-J. "Detection Strategies For Face Recognition Using Learning and Evolution." Department of Computer Science. George Mason University. Fairfax. Virginia, May 1998.
- [8] Terrillon, J.C., et al. "Comparative performance of different skin chrominance models and chrominance spaces for the automatic detection of face in color images." Proc. IEEE Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition. p 54-61, Mar 2000.
- [9] Kovac, J., Peer, P., and Solina, F. "2D Versus 3D Colour Space Face Detection." University of Ljubljana. Faculty of Computer and Information Science. Tr-za-ska 25. SI-1000 Ljubljana. Slovenia, January 2003.
- [10] Singh, S., Kr., et al. "A Robust Skin Color Based Face Detection Algorithm." Tamkang Journal of Science and Engineering. Vol. 6, No. 4, (2003) : 227-234.
- [11] Pietrowcew, A. "Face detection in colour images using fuzzy Hough transform." Institute of Radioelectronics. Faculty of Electronics and Information Technology. Warsaw University of Technology. Poland, 2003.
- [12] Kim, I., Shim, J., H., and Yang, J. "Face Detection." Group 2 : [http://www.stanford.edu/class/ee368/Project\\_03.html](http://www.stanford.edu/class/ee368/Project_03.html).
- [13] Jain, D., Ilhan, H. T., Meiyappan, S. "Face Detection using Template Matching." Group 12 : [http://www.stanford.edu/class/ee368/Project\\_03.html](http://www.stanford.edu/class/ee368/Project_03.html).
- [14] Garcia C. , Tziritas G. "Face Detection Using Quantized Skin Color Regions Merging and Wavelet Packet Analysis." IEEE Transactions on Multimedia. Vol 1, No 3, p 264-277, September 1999.
- [15] Hsu, R-L. "Face Detection and Modeling for Recognition." Doctor of Philosophy, Department of Computer Science & Engineering. Michigan State University, 2002.
- [16] Xie, Y., and Ji, Q. "A New Efficient Ellipse Detection Method." Department of Computer Science. University of Nevada. Reno . Department of Electrical Computer and Systems Engineering. Rensselaer Polytechnic Institute.
- [17] Srisuk, S. "New Techniques of Face Localization and Recognition." Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering Graduate School. Mahanakorn University of Technology, 1998.