

การรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปากร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

สมปอง เวฬุวนาธร¹ และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์²

¹คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Emails: scsompva@hotmail.com, sns@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตนด้วยการรู้จำใบหน้าส่วนใหญ่จะใช้ภาพใบหน้าทั้งใบหน้าที่ในการรู้จำ แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการรู้จำยังไม่ได้เท่าที่ควร งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการพิสูจน์ทราบตัวตนด้วยการรู้จำใบหน้า โดยการใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าที่ร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าที่ด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปากร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตในการค้นหาตำแหน่งเฉพาะส่วนของใบหน้า 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก งานวิจัยนี้ใช้ภาพใบหน้า 120 ภาพ เพื่อการเรียนรู้และทดสอบ การรู้จำภาพใบหน้าใช้วิธีการโอเคนเฟส พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำมากขึ้นเป็น 90.83%

คำสำคัญ-- การรู้จำภาพใบหน้า; คุณลักษณะของใบหน้า; แบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก; แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต; โอเคนเฟส

1. บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการรักษาความปลอดภัยสำหรับสถานที่ต่างๆ ซึ่งต้องใช้ระบบที่สามารถพิสูจน์ทราบ และระบุยืนยันตัวตนได้ ระบบรู้จำใบหน้า (Face Recognition) เป็นอีกระบบหนึ่งที่สามารถพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตนได้ และได้รับความนิยมในการนำมาประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยตามสถานที่ต่างๆ เช่น ด่านตรวจคนเข้าเมือง สนามบิน ธนาคาร เป็นต้น ซึ่งเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติก็จะนำภาพหลักฐานที่ได้จากการบันทึกเหตุการณ์ เช่น กล้องวิดีโอวงจรปิด (CCTV) หรือภาพนิ่ง (Still Image) มาประมวลผลในระบบรู้จำใบหน้า เพื่อให้ได้ภาพที่จะใช้เป็นหลักฐานใกล้เคียงมากที่สุด งานวิจัยทั่วไปที่ผ่านมาส่วนใหญ่ใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าที่อย่างเดียวกัน (Global Face Feature) แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการรู้จำยังไม่ได้เท่าที่ควร งานวิจัย

นี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาการแยกคุณลักษณะของภาพใบหน้า โดยการใช้แบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก ร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตในการค้นหาตำแหน่งเฉพาะส่วนของใบหน้า (Local Face Feature) 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก รวมกับภาพใบหน้าทั้งใบหน้าที่อีก 1 ส่วน เป็นทั้งหมด 5 ส่วนเพื่อใช้ในการรู้จำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำใบหน้า โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าที่ร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าและเปรียบเทียบกับแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าที่เพียงอย่างเดียว

1.3. ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำใบหน้าโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าที่ร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าที่มีขอบเขต ดังนี้

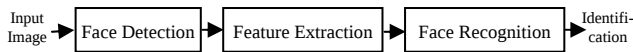
- ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพนิ่งและเป็นภาพสี
- ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพที่มีพื้นหลังไม่ซับซ้อน
- ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพหน้าตรงและมีการแสดงออกทางอารมณ์ (Expression) บนใบหน้า เช่น ยิ้ม หัวเราะ พุด เป็นต้น
- ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพที่มีสภาพแวดล้อมของแสงสว่างไม่เท่ากัน
- ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพเดี่ยวของชายหรือหญิง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ระบบรู้จำใบหน้า

ระบบรู้จำใบหน้า มีองค์ประกอบหลักของการทำงานอยู่ 3 ส่วน [1], [2] คือ ส่วนแรกการค้นหาตำแหน่งของภาพใบหน้า (Face Detection) เป็นส่วนที่

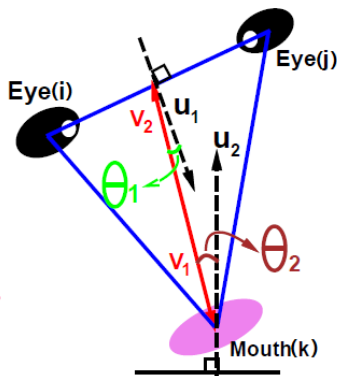
ทำหน้าที่ในการค้นหาตำแหน่งของใบหน้าทั้งหมดในภาพ ส่วนที่สอง การแยกคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้า (Feature Extraction) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแยกคุณลักษณะต่างๆ บนภาพใบหน้าแล้วเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าในกรณีที่เป็นขั้นตอนของการค้นคืน และส่วนที่สาม คือการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่นำข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าที่ได้จากส่วนที่สอง มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของภาพใบหน้าในฐานข้อมูล แล้วแสดงผลภาพใบหน้าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. แสดงองค์ประกอบหลักของการทำงานระบบรู้จำใบหน้า

2.2. แบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก (Geometry model of an eye-mouth triangle)

แบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก [3] ประกอบด้วย สามจุด คือ ตาซ้าย (i) ตาขวา (j) และปาก (k) ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งใช้ในการหาตำแหน่งของตาและปาก โดยเลือกสามเหลี่ยมที่มีค่าน้ำหนักความเอียงน้อยที่สุดจากสมการที่ (1)



รูปที่ 2. แสดงแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก

$$ow(i, j, k) = \prod_{r=1}^2 e^{-3(1-\cos^2(\theta_r(i, j, k)))} \quad (1)$$

$$\cos(\theta_r(i, j, k)) = \frac{\vec{u}_r \cdot \vec{v}_r}{\|\vec{u}_r\| \|\vec{v}_r\|} \quad (2)$$

เมื่อ ow คือ ค่าน้ำหนักความเอียงของสามเหลี่ยม

$\vec{v}_1$ และ $\vec{v}_2$ คือ เวกเตอร์ระหว่างจุดกึ่งกลางของ ij กับ k

θ_1 คือ มุมระหว่างเวกเตอร์ $\vec{u}_1$ และ $\vec{v}_1$

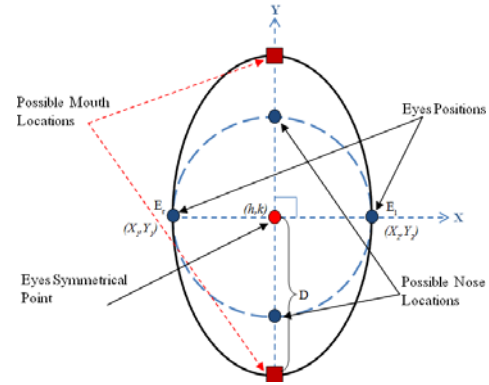
θ_2 คือ มุมระหว่างเวกเตอร์ $\vec{u}_2$ และ $\vec{v}_2$

$\vec{u}_1$ คือเวกเตอร์ที่มีต้นกำเนิดที่จุดกึ่งกลางของ $\vec{ij}$ ที่ตั้งฉากกับเวกเตอร์ $\vec{ij}$

$\vec{u}_2$ เป็นเวกเตอร์ที่มีต้นกำเนิดที่ k ที่ตั้งฉากกับแนวราบ

จากรูปที่ 2 ถ้า θ_1 มีขนาดเข้าใกล้ 0 มุมที่จุดยอด i และ j จะมีขนาดใกล้เคียงกันและจะเท่ากับ 0 และถ้า θ_1 และ θ_2 มีขนาดเข้าใกล้ 0 สามเหลี่ยมจะค่อยๆ มีสมมาตรจนเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วเมื่อ $\theta_1 = \theta_2 = 0$

2.3. แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต (Geometric Face Model)



รูปที่ 3. แสดงแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต [4] เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักวิจัยหลายคนนำมาประยุกต์ใช้ในการช่วยหาตำแหน่งต่างๆ บนภาพใบหน้าซึ่งประกอบด้วยวงกลมและวงรี ดังแสดงในรูปที่ 3 จุดตัดของวงกลมและวงรีจะเป็นสัดส่วนในการหาตำแหน่งของตา จมูก และปาก ดังนี้

- ระยะห่างระหว่างจุดตัดบนแกน X ของวงกลมและวงรีทั้งสองจุด (E_i และ E_j) หาได้จากสมการ

$$\overline{E_i E_j} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \quad (3)$$

- จุดกึ่งกลางระหว่างจุดตัดบนแกน X ของวงกลมและวงรี (h, k) หาได้จากสมการ

$$(h, k) = \left(\frac{(X_2 - X_1)}{2}, \left(\frac{(Y_2 - Y_1)}{2} \right) \right) \quad (4)$$

- จุดตัดบนแกน X ของวงกลมและวงรี คือ ตำแหน่งของตาซ้ายและตาขวา
- จุดตัดบนแกน Y ของวงรีที่ตั้งฉากกับแกน X ด้วยระยะห่างเท่ากับ D คือ ตำแหน่งของปาก ซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่าง
- จุดตัดบนแกน Y ของวงกลม ด้วยระยะห่าง 0.6D คือ ตำแหน่งของจมูก ซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่าง

จุดค้อยของแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตคือ ต้องทราบตำแหน่งของตาทั้งสองข้างมาก่อนแล้ว จึงจะสามารถคำนวณหาตำแหน่งของจมูกและปากได้

2.4 การรู้จำใบหน้าแบบไอเกนเฟส (Eigen Face Recognition)

การรู้จำใบหน้าแบบไอเกนเฟส เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีความนิยมมาก [5] เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนแต่ให้ผลการรู้จำได้ดี อาศัยหลักการ ทำงานของ PCA (Principal Component Analysis) เพื่อลดขนาดมิติของ ภาพจาก 2 มิติ ($N \times N$) ให้เป็นมิติเดียว ($N^2 \times 1$) แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของ ทุกภาพใบหน้าจากสมการ

$$\psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M T_i \quad (5)$$

เมื่อ ψ คือ ค่าเฉลี่ยของทุกภาพใบหน้า M คือจำนวนภาพใบหน้า ทั้งหมด และ T คือกลุ่มภาพใบที่ใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถหาผลต่าง ระหว่างกลุ่มภาพใบที่ใช้ในการเรียนรู้กับค่าเฉลี่ยของทุกภาพใบหน้า หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้า (Φ) จากสมการ $\Phi = T_i - \psi$

คำนวณหาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (C) โดยการนำค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานของภาพใบหน้า (Φ) คูณกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ทำการทราน โปส (Φ^T) จากสมการ

$$C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Phi_i \Phi_i^T \text{ หรือ } AA^T \quad (6)$$

เมื่อ A คือชุดข้อมูลเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นคำนวณหาไอเกน เวกเตอร์ (v) และค่าไอเกน (μ) ของเมตริกซ์ความแปรปรวน จากสมการ

$$AA^T Av_i = \mu_i Av_i \quad (7)$$

ในขั้นตอนนี้จะใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยการใช้หน้า ไอเกนที่มีนัยสำคัญที่สุด ดังนั้น เพื่อเป็นการลดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล จึง เลือกเอาเฉพาะใบหน้าไอเกนแรกๆ เท่านั้น มาเก็บไว้เพื่อใช้ในการ ประมวลผลในขั้นต่อไป

ขั้นตอนการรู้จำแบบไอเกน เริ่มจากการนำภาพที่ต้องการทดสอบการ รู้จำ จากสมการ

$$W_k = \mu_k^T (T - \Psi) \quad (8)$$

เมื่อ k คือจำนวนใบหน้าทีเลือก

โดย T จะนำภาพใบหน้าไอเกนไปทำการหาค่าน้ำหนัก โดยนำภาพ ใบหน้าไอเกนทีเลือกคูณกับภาพใบหน้าซึ่งเป็นการฉายภาพ (Projection) ของภาพใบหน้ากับภาพใบหน้าไอเกนใน Face Space ซึ่งเป็นการนำภาพ ใบหน้ามาคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักที่จะนำไปเป็นตัวแทนรู้จำต่อไป จะได้ สมการ

$$\Omega^T = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_M] \quad (9)$$

ในการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างภาพใบหน้าทีนำมาทดสอบกับ ภาพใบหน้าไอเกน หาได้จากสมการ (Euclidean distance) $\varepsilon_k = \|\Omega - \Omega_k\|$ เมื่อ Ω คือใบหน้าไอเกนและ Ω_k คือใบหน้าทดสอบทีมีระยะห่างจาก ใบหน้าทีค้นพบลำดับที่ k ในการพิจารณาการรู้จำภาพใบหน้า ถ้า ข้อมูลภาพใบหน้าทีนำมาทดสอบมีระยะห่างจากภาพใบหน้ากลุ่มเรียนรู้น้อยที่สุดแสดงว่าเป็นภาพที่อยู่ในกลุ่มเรียนรู้นั้น

2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

A. Cheddad et al. [4] ใช้เทคนิคของแบบจำลองเชิงเรขาคณิต ในการ คำนวณหาคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าคือ คา ปาก และจมูก จาก ภาพโทนีสีเทา แล้วใช้ Distance Transform ในการแยกคุณลักษณะเฉพาะ ส่วน ทำให้สามารถบอกตำแหน่งของ คา ปากและจมูกได้อย่างแม่นยำ และ ไม่ขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุนภาพและขนาดของใบหน้า

A. Basavaraj et al. [6] ใช้เทคนิคของแบบจำลองเชิงเรขาคณิต ในการ คำนวณหาคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าคือ คา ปาก จมูก คาง และหู ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการหาคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า ได้มากขึ้นกว่าเดิม 8% แต่ขนาดของภาพต้องใหญ่กว่า 80x80 พิกเซล และ ต้องเป็นภาพเดี่ยวหน้าตรงเท่านั้น

A. Khan et al. [7] ใช้เทคนิคของ Wavelet transform และ Binary threshold ในการหาตำแหน่งและพื้นที่ของคา และปาก แล้วใช้ Geometrical information หาตำแหน่งจมูก ซึ่งทำให้สามารถหาได้ทั้งใน ภาพที่ใส่แว่น ปิดคา และการแสดงอารมณ์ด้วยคาและปาก

R. W. R. Elham Bagherian et al. [8] ใช้เทคนิคแบบจำลองเชิง เรขาคณิตในการหามุม (Corner detection) ของคา จมูกและปากจากภาพหนึ่ง เพื่อจำแนกการแสดงอารมณ์ทางใบหน้า 4 อารมณ์ คือ ปกติ เศร้า มี ความสุข และประหลาดใจ ซึ่งสามารถหาได้ทั้งหน้าตรง หน้าเอียงและ หลายอารมณ์

M.A.-m. Mohammad H. Mahoor et al. [9] ได้ปรับปรุงเทคนิค Active Shape Model (ASM) เพื่อใช้กับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า โดยใช้ Color Information หาตำแหน่งกึ่งกลางของคาและปากเพื่อแก้ไขปัญหาการ Initialize ของ Shape Model ซึ่งเป็นปัญหาหลักของ ASM ทำให้ ASM ทำงานได้แม่นยำและถูกต้องมากกว่าเดิม

S. Yu et al. [10] ใช้เทคนิค Fourier transform หาพื้นที่ส่วนทีเป็น คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้า และใช้เทคนิคของ Gabor wavelet transform หาพื้นที่ส่วนทีเป็นคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าเพื่อใช้ในการรู้จำร่วมกันทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการรู้จำมากขึ้น

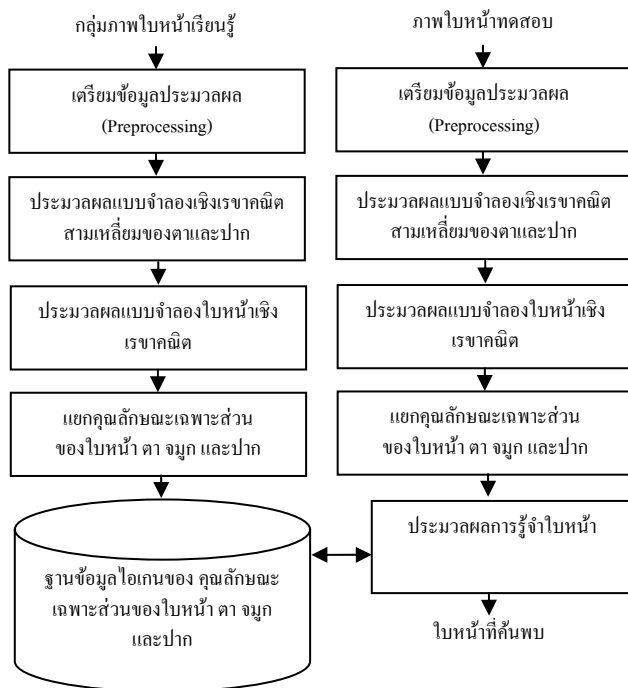
H. Bahonar et al. [11] ใช้เทคนิคของวิธีการเปรียบเทียบต้นแบบ (Template matching) ด้วย Intensity-based 2-clustering และ edge shadowing ในการหาคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า คือ คา คิ้ว จมูก และปาก ซึ่งสามารถส่งผ่านข้อมูล Feature vector ใน low bit rate ได้ ทำให้

การประมวลผลด้วยเทคนิคของวิธีการเปรียบเทียบต้นแบบเร็วขึ้น แต่ยังไม่สามารถควบคุมเรื่องแสงสว่างของภาพได้

S. Chengzhi et al. [12] ใช้เทคนิคของ Active Shape Model มาปรับปรุงให้เป็น Enhanced Active Shape Model เพื่อใช้ในการหาคุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าและคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า ทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม แต่ทำให้การประมวลผลซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

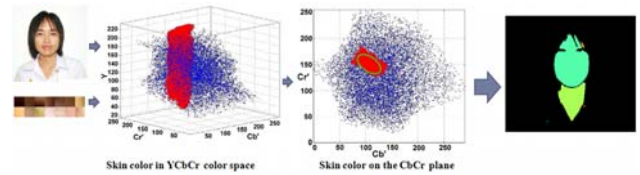
วิธีการดำเนินการวิจัยของการรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปากร่วมกับแบบจำลองเชิงเรขาคณิต มีขั้นตอนดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. แสดงขั้นตอนการรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปากร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

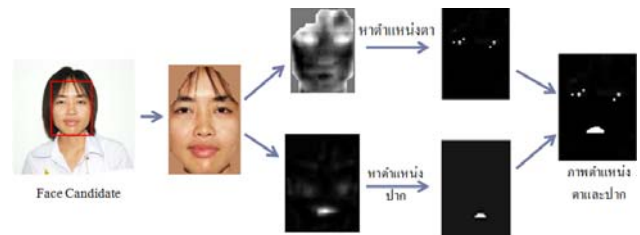
3.1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลประมวลผล (Preprocessing)

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพใบหน้านักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ขนาด 480x360 พิกเซล จำนวน 250 ภาพ มีทั้งชายและหญิง หนึ่งคนมีหลายภาพ แต่ละคนมีจำนวนภาพไม่เท่ากัน บางภาพมีการแสดงอารมณ์ทางใบหน้า เช่น ยิ้ม หัวเราะ และพูด เป็นต้น เป็นภาพโทนสี นำภาพทั้งหมดมาประมวลผลคัดแยกสีผิว (Skin Classifiers) ด้วยแบบจำลองของเกาส์แบบเดี่ยว (Single Gaussian Model) [3] เพื่อหาดำแหน่งใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5. แสดงการคัดแยกสีผิวด้วยแบบจำลองของเกาส์แบบเดี่ยว

จากนั้น ทำการหาดำแหน่งความน่าจะเป็นของตาและปากด้วยเทคนิคคณิตศาสตร์มอร์โฟโลจิก (Mathematical Morphology) ดังแสดงในรูปที่ 6

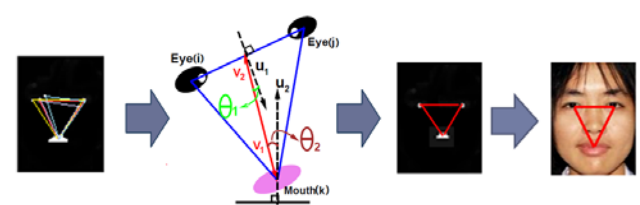


รูปที่ 6. แสดงการหาดำแหน่งความน่าจะเป็นของตาและปากด้วยเทคนิคคณิตศาสตร์มอร์โฟโลจิก

จะได้ตำแหน่งความน่าจะเป็นของตาและปาก ซึ่งอาจมีมากกว่าสองจุดและตำแหน่งที่คาดว่าจะเป็ปากอาจมีมากกว่าหนึ่งจุด ดังนั้นจึงต้องนำไปประมวลผลด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปากในขั้นตอนต่อไป

3.2. ประมวลผลแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก

ในขั้นตอนนี้จะทำการสร้างสามเหลี่ยมระหว่างจุดที่คาดว่าจะเป็ตาและปากทั้งหมด แล้วนำแต่ละสามเหลี่ยมมาคำนวณหาความสัมพันธ์ (Correlation) ของดวงตาในแต่ละสามเหลี่ยมกับข้อมูลตัวอย่างค่าเฉลี่ยของภาพดวงตาและน้ำหนักความเียงของสามเหลี่ยมที่ได้จากสมการที่ (1) รวมเป็นน้ำหนักในการเลือกสามเหลี่ยมตาและปาก โดยเลือกสามเหลี่ยมที่มีค่ามากที่สุดเป็นสามเหลี่ยมที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7. แสดงการหาดำแหน่งตาและปากด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก

เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะได้สามเหลี่ยมที่สามารถบอกตำแหน่งของตาทั้งสองข้างและปากได้ ซึ่งในส่วนของตำแหน่งจุดศูนย์กลางของปากที่ได้จากการประมวลผลนั้น มีโอกาสที่จะเียงซ้าย หรือเียงขวาบ้าง ดังแสดง

ในรูปที่ 8 เนื่องจากลักษณะของปากมีความกว้างกว่าตา ดังนั้น จึงต้องมีการปรับปรุงตำแหน่งของปากใหม่และหาตำแหน่งของจมูกเพิ่มอีก ด้วยแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตในขั้นตอนต่อไป

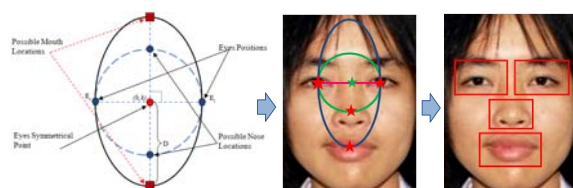


รูปที่ 8. แสดงภาพตัวอย่างที่ได้จากการประมวลผลเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมตาและปาก

3.3. ประมวลผลแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

นำภาพใบหน้าที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปากขนาด 120x160 พิกเซล จำนวน 120 ภาพ 24 คน คนละ 5 ภาพ มีทั้งชายและหญิง บางภาพมีการแสดงอารมณ์ทางใบหน้า เช่น ยิ้ม หัวเราะ และพูด เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 10 มาประมวลผลด้วยแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต เพื่อคำนวณหาตำแหน่งของปากและจมูก โดยสร้างความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากตำแหน่งของตาทั้งสองข้างตามขั้นตอน ดังนี้

- หาจุดกึ่งกลางระหว่างตำแหน่งตาทั้งสองข้าง
- สร้างวงกลมโดยมีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้าง จะได้จุดตัดบนแกน Y ของวงกลม กำหนดให้เป็นตำแหน่งของจมูกซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่าง แต่ในการทดลองนี้ใช้เป็นภาพแบบหน้าตรงจึงใช้จุดด้านล่างเพียงจุดเดียวมาพิจารณา
- สร้างวงรีโดยให้แกนโท (ตามแนวแกน X) มีความยาวเท่ากับระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้างและแกนเอก (ตามแนวของแกน Y) มีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของระยะห่างของตาทั้งสองข้างหารด้วย 0.6 จะได้จุดตัดบนแกน Y ของวงรี กำหนดให้เป็นตำแหน่งของปากซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่างเช่นเดียวกับจมูก
- ใช้ตำแหน่งพิกัดต่างๆ ที่คำนวณได้เป็นจุดศูนย์กลางในการแยกส่วนประกอบของภาพใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9. แสดงตำแหน่งของจมูกและปากที่คำนวณได้จากแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

3.4. แยกคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า ตา จมูกและปาก

เมื่อได้ตำแหน่งของตา จมูกและปากแล้ว ในขั้นตอนนี้จะนำภาพจำนวน 120 ภาพ จากขั้นตอนที่ 3.3 มาทำการแยกคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าออกเป็น 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก ดังแสดงในรูปที่ 11 รวมกับภาพใบหน้าทั้งใบหน้าอีก 1 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 10 รวมทั้งหมด 5 ส่วน เก็บเป็นไอเทมเวกเตอร์ลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเรียนรู้และทดสอบการรู้จำ



รูปที่ 10. แสดงภาพตัวอย่างใบหน้าทั้งใบหน้า



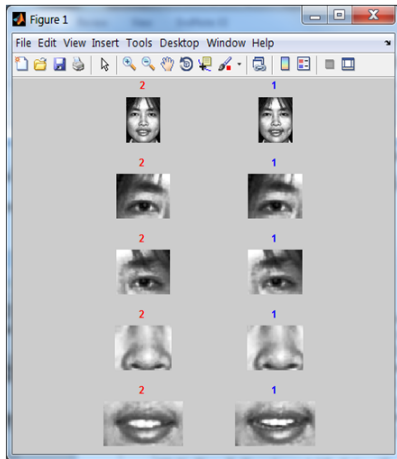
รูปที่ 11. แสดงภาพตัวอย่างคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า ตา จมูก และปาก

3.5. การทดสอบการรู้จำภาพใบหน้า

ทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบไอเทมเฟส ใช้วิธี Leave-One-Out Cross-Validation) โดยการเลือกภาพที่ต้องการทดสอบทีละ 1 ภาพ จาก 120 ภาพ ส่วนภาพใบหน้าที่เหลือเป็นภาพใบหน้าสำหรับกลุ่มเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้ แยกการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ ทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียวและทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน ทั้งสองแบบทำการประมวลผลเปรียบเทียบใบหน้าทดสอบกับกลุ่มภาพใบหน้าเรียนรู้ของแต่ละส่วนในฐานข้อมูล จะได้ผลลัพธ์ภาพใบหน้าที่มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 11 และรูปที่ 12 ตามลำดับ



รูปที่ 11. แสดงผลการทดสอบการรู้จำใบหน้าแบบไอเทมเฟส แบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 12. แสดงผลการทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบไอเคนเฟสแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน

4. ผลการวิจัย

จากการทดลองประมวลผลข้อมูลภาพใบหน้าเพื่อหาตำแหน่งของตาและปากด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก จำนวน 250 ภาพ มีอัตราความถูกต้อง 98.4 %

ส่วนการทดลองการรู้จำใบหน้า เมื่อนำภาพใบหน้ามาทดสอบทีละภาพ จากจำนวนทั้งหมด 120 ภาพ ผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบไอเคนเฟส แบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว มีอัตราความถูกต้อง 86.67 % และผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบไอเคนเฟส แบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน มีอัตราความถูกต้อง 90.83 %

5. สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียวเปรียบเทียบกับกรู้จำภาพใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน พบว่าการรู้จำภาพใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการรู้จำมากขึ้น 4.16 %

เอกสารอ้างอิง

- [1] S.-S. Liu, Y.-T. Tian and D. Li, "New research advances of facial expression recognition " *Machine Learning and Cybernetics, 2009 International Conference on*, vol. 2, pp. 1150 - 1155.
- [2] W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips and A. Rosenfeld, "Face recognition: A literature survey," *ACM Comput. Surv.*, vol. 35, pp. 399-458, 2003.

- [3] R.-L. Hsu, "Face Detection and Modeling for Recognition," Ph.D. Thesis, Dept. of Computer Science & Engineering, Michigan State University, May 2002
- [4] A. Cheddad, D. Mohamad and A. A. Manaf, "Exploiting Voronoi diagram properties in face segmentation and feature extraction," *Pattern Recognition*, vol. 41, pp. 3842-3859, 2008.
- [5] A. S. Tolba, A. H. El-Baz, and A. A. El-Harby, "Face recognition: a literature review," *International Journal of Signal Processing*, vol. 2, no. 2, pp. 88-103, 2005.
- [6] A. Basavaraj and P. Nagaraj, "The Facial Features Extraction for Face Recognition Based on Geometrical Approach," in *Electrical and Computer Engineering, 2006. CCECE '06. Canadian Conference on*, 2006, pp. 1936-1939.
- [7] A. Khan and I. Ihtesham Ul, "A Novel Method for Facial Features Extraction Using Bilateral Filtering and Wavelet Transform," in *Convergence and Hybrid Information Technology, 2008. ICCIT '08. Third International Conference on*, 2008, pp. 887-892.
- [8] R. W. R. Elham Bagherian, Nur Izura Udzir, "Extract of Facial Feature Point," *International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 9 No. 1, pp. 49-53, 2009.
- [9] M. A.-m. Mohammad H. Mahoor , A-nasser Ansari, "Improved Active Shape Model for Facial Feature Extraction in Color Images " *Journal of multimedia*, vol. 1, No. 4, pp. 21-28, 2006.
- [10] S. Yu, S. Shiguang, C. Xilin and G. Wen, "Hierarchical Ensemble of Global and Local Classifiers for Face Recognition," *Image Processing, IEEE Transactions on*, vol. 18, pp. 1885-1896, 2009.
- [11] H. Bahonar and N. M. Charkari, "Facial feature detection and extraction using symmetry and region-based deformable template matching," in *Computer Conference, 2009. CSICC 2009. 14th International CSI*, 2009, pp. 664-669.
- [12] S. Chengzhi and X. Mei, "An enhanced Active Shape Model for facial features extraction," in *Communication Technology, 2008. ICCT 2008. 11th IEEE International Conference on*, 2008, pp. 661-664.