การรู้จำภาพใบหน้าโดยใช้หลายคุณลักษณะด้วยการประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม

สมปอง เวฬุวนาธร[1*] และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์[2]

บทคัดย่อ

การพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตนด้วยการรู้จำภาพใบหน้าส่วนใหญ่จะใช้ภาพใบหน้าทั้งใบหน้าในการรู้จำ แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการรู้จำยังไม่ดีเท่าที่ควร งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการพิสูจน์ทราบตัวตนโดยการรู้จำภาพใบหน้า โดยการใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก โดยวิธีการเชิงเรขาคณิตในการหาตำแหน่งต่าง ๆ บนภาพใบหน้า เริ่มจากการหาตำแหน่งของตาทั้งสองข้าง จมูก และปาก งานวิจัยนี้ใช้ภาพใบหน้า 110 ภาพ เพื่อการเรียนรู้และทดสอบ การรู้จำภาพใบหน้าใช้วิธีการประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำมากขึ้นเป็น 89.09%

คำสำคัญ: การพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตน รู้จำภาพใบหน้า การแยกคุณลักษณะของใบหน้า แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต ประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม

---

[1] นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-81878-3182 E-mail : scsompva@hotmail.com

Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 2, No. 1, January - June 2011

Multi-Feature Based Face Recognition Using Histogram Processed

Sompong Valuvanathorn[1*] and Supot Nitsuwat[2]

Abstract

Identification and authentication by face recognition mainly use global face features. However, the recognition performance is not good. This research aims to develop a method to increase the efficiency of recognition using global-face feature and local-face feature with 4 parts: the left-eye, right-eye, nose and mouth. This method is based on geometrical techniques used to find location of eyes, nose and mouth from the frontal face image. We used 110 face images for learning and testing. The histogram processed face recognition technique is used. The results show that the recognition percentage is 89.09%.

Keyword: Identification and Authentication, Face Recognition, Facial Feature Extraction, Geometric face model, Histogram processed.

[1] Doctoral Degree Student, Program in Information Technology, Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[2] Assistant Professor, Department of Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[*] Corresponding Tel. 08-1878-3182, E-mail: scsompva@hotmail.com

1. บทนำ

ปัจจุบันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้ระบบที่สามารถพิสูจน์ทราบ และระบุยืนยันตัวตนได้ ระบบรู้จำภาพใบหน้า (Face Recognition) เป็นอีกระบบหนึ่งที่สามารถพิสูจน์ทราบและระบุยืนยันตัวตนได้ และได้รับความนิยมในการนำมาประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น ด่านตรวจคนเข้าเมือง สนามบิน ธนาคาร เป็นต้น ซึ่งเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติ ก็จะนำภาพหลักฐานที่ได้จากการบันทึกเหตุการณ์ เช่น กล้องวิดีโอวงจรปิด (CCTV) หรือภาพนิ่ง (Still Image) มาประมวลผลในระบบรู้จำภาพใบหน้าเพื่อให้ได้ภาพที่จะใช้เป็นหลักฐานใกล้เคียงมากที่สุด งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาการแยกคุณลักษณะของภาพใบหน้า (Face Feature Extraction) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบรู้จำภาพใบหน้า ซึ่งงานวิจัยทั่วไปที่ผ่านมาส่วนใหญ่ใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าอย่างเดียว (Global Face Feature) แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการรู้จำยังไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า (Local Face Feature) เพิ่มอีก 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก เป็นทั้งหมด 5 ส่วนเพื่อใช้ในการรู้จำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้มโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าและเปรียบเทียบกับแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว เพื่อให้ผลการวิจัยสะท้อนถึงความเป็นจริงมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้มีการกำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1.1 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพนิ่ง โทนสีเทา (Gray level)

1.2 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพที่ได้มีการกำหนดตำแหน่ง (Coordinate) ของตาทั้งสองข้างไว้ก่อนแล้ว (Manual)

1.3 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพหน้าตรง มีหนวด/ไม่มีหนวด สวมแว่นตา/ไม่สวมแว่นตา และมีการแสดงออกทางอารมณ์ (Expression) บนใบหน้า เช่น ยิ้ม หัวเราะ พูด เป็นต้น

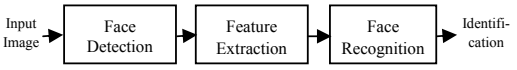
1.4 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพที่มีสภาพแวดล้อมของแสงสว่างไม่เท่ากัน

1.5 ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพเดี่ยวของชายหรือหญิง

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบรู้จำภาพใบหน้า

ระบบรู้จำภาพใบหน้า มีองค์ประกอบหลักของการทำงานอยู่ 3 ส่วน [1], [2] คือ ส่วนแรกการค้นหาตำแหน่งของภาพใบหน้า (Face Detection) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการค้นหาตำแหน่งของใบหน้าทั้งหมดในภาพ ส่วนที่สอง การแยกคุณลักษณะส่วนต่าง ๆ ของภาพใบหน้า (Feature Extraction) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแยกคุณลักษณะต่าง ๆ บนภาพใบหน้าแล้วเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่าง ๆ ของภาพใบหน้าในกรณีที่เป็นขั้นตอนของการค้นคืน และส่วนที่สาม คือการรู้จำภาพใบหน้า (Face Recognition) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่นำข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่าง ๆ ของภาพใบหน้าที่ได้จากส่วนที่สอง มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนต่าง ๆ ของภาพใบหน้าในฐานข้อมูล แล้วแสดงผลภาพใบหน้าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 : แสดงองค์ประกอบหลักของการทำงานระบบรู้จำภาพใบหน้า

2.2 การแยกคุณลักษณะส่วนต่าง ๆ ของภาพใบหน้า

การแยกคุณลักษณะส่วนต่าง ๆ ของภาพใบหน้าเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการรู้จำให้มากขึ้นได้ ซึ่งมี 4 วิธี [3] ดังต่อไปนี้

2.2.1 วิธีการเชิงเรขาคณิต (Geometry-based methods) [4] การแยกคุณลักษณะต่าง ๆ ของภาพใบหน้าวิธีนี้ใช้หลักการของเรขาคณิต เช่น ความสัมพันธ์ของตำแหน่งและขนาดขององค์ประกอบบนใบหน้า เป็นต้น ข้อดีคือ ขนาดฐานข้อมูลน้อย และสามารถใช้กับภาพที่มีคุณภาพต่ำได้ ส่วนข้อเสียคือต้องใช้คุณลักษณะต่าง ๆ หลายอย่างเพื่อใช้ในการประมวลผล

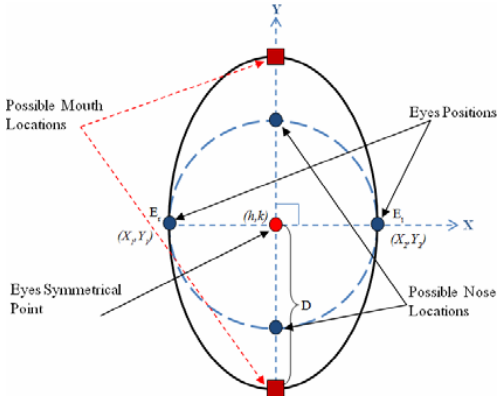
2.2.2 วิธีการเปรียบเทียบภาพต้นแบบ (Template-based methods) [5] เป็นวิธีที่ใช้หลักการเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบ เช่น ภาพตา ปาก จมูก เป็นต้น เพื่อเลือกภาพที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุด ข้อดีคือเป็นวิธีที่ง่ายและประสิทธิภาพของการรู้จำสูง ส่วนข้อเสียคือ มีการประมวลที่ซับซ้อน ใช้เวลาในการประมวลผลนานและที่สำคัญภาพที่นำมารู้จำต้องมีขนาดเดียวกัน

2.2.3 วิธีการแบ่งตัดภาพสี (Color Segmentation Techniques) [6] ใช้หลักการแยกสีผิวบนภาพใบหน้า โดยส่วนที่ไม่เป็นสีเดียวกันกับสีผิวของใบหน้าจะถือว่าเป็นส่วนของ ตา จมูก และปาก วิธีนี้ได้ข้อดีคือเป็นวิธีการที่ง่ายและใช้ฐานข้อมูลน้อย ข้อเสียคือประสิทธิภาพการทำงานของวิธีนี้กับฐานข้อมูลภาพใบหน้า ค่อนข้างจำกัดเนื่องจากความหลากหลายของเชื่อชาติ

2.2.4 วิธีการลักษณะที่ปรากฏ (Appearance-based approaches) [7] ใช้หลักการของลักษณะความแตกต่างขององค์ประกอบบนใบหน้า เช่น ตา ปาก จมูก เป็นต้น ข้อดีคือใช้คุณลักษณะต่าง ๆ ของใบหน้าน้อย แต่ประสิทธิภาพการรู้จำใกล้เคียงกับวิธีการเปรียบเทียบภาพต้นแบบ ข้อเสียคือต้องการภาพที่มีคุณภาพสูงจึงทำให้ฐานข้อมูลใหญ่ตามไปด้วย

2.3 แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต (Geometric Face Model)

แบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต [8] เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักวิจัยหลายคนนำมาประยุกต์ใช้ในการช่วยหาตำแหน่งต่าง ๆ บนภาพใบหน้าซึ่งประกอบด้วยวงกลมและวงรี ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 : แสดงแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

จุดตัดของวงกลมและวงรีจะเป็นสัดส่วนในการหาตำแหน่งของตา จมูก และปาก ดังนี้

- ระยะห่างระหว่างจุดตัดบนแกน X ของวงกลมและวงรีทั้งสองจุด (E_r และ E_l) หาได้จากสมการ

$$\overline{E_r E_l} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \qquad (1)$$

- จุดกึ่งกลางระหว่างจุดตัดบนแกน X ของวงกลมและวงรี (h,k) หาได้จากสมการ

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

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

2.4 ประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม (Histogram processed)

การประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม [9], [10] เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในระบบรู้จำภาพใบหน้า เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อน แต่ให้ผลการรู้จำได้ดี อาศัยหลักการทำงานของการหา

ค่าความถี่ของแต่ละระดับสีของแต่ละภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ภาพที่เป็นโทนสีเทา จึงมีระดับสีเทาเป็น 256 ระดับ จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความถี่ 9 ความถี่ที่ต่อเนื่องกัน ทั้งหมด 29 ช่วง คือ 1-9, 10-18, …, 248-256 แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วง เก็บลงในฐานข้อมูลไว้สำหรับเรียนรู้

ส่วนขั้นตอนของการทดสอบก็จะทำการหาค่าความถี่ของแต่ละระดับสีของภาพใบหน้าทดสอบ จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความถี่ 9 ความถี่ที่ต่อเนื่องกัน ทั้งหมด 29 ช่วง แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วง เก็บเป็นข้อมูลภาพใบหน้าทดสอบ เพื่อ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพใบหน้ากลุ่มเรียนรู้

ในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลภาพใบหน้าทดสอบกับข้อมูลภาพใบหน้ากลุ่มเรียนรู้นั้น จะหาข้อมูลภาพใบหน้าจากกลุ่มเรียนรู้ที่มีค่าความต่างน้อยที่สุดมาแสดงผลการรู้จำ

2.5 การรู้จำใบหน้าแบบไอเกนเฟส (Eigen Face Recognition)

การรู้จำใบหน้าแบบไอเกนเฟส เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาก [11] เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนแต่ให้ผลการรู้จำได้ดี อาศัยหลักการทำงานของ PCA (Principal Component Analysis) เพื่อลดขนาดมิติของภาพจาก 2 มิติให้เป็นมิติเดียวแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของทุกภาพใบหน้าจากสมการ (3)

$$\psi = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M} T_i \qquad (3)$$

เมื่อ ψ คือ ค่าเฉลี่ยของทุกภาพใบหน้า *M* คือจำนวนภาพใบหน้าทั้งหมด และ T คือกลุ่มภาพใบหน้าที่ใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้า Φ (จากสมการ $\Phi = T_i - \psi$ แล้วคำนวณหาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม C (จากสมการ (4)

$$C = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M} \Phi_i \Phi_i^T \quad \text{หรือ} \quad AA^T \qquad (4)$$

เมื่อ A คือชุดข้อมูลเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นคำนวณหาไอเกนเวกเตอร์ (v) และค่าไอเกน (μ) ของเมตริกซ์ความแปรปรวน จากสมการ (5)

$$AA^T Av_i = \mu_i Av_i \qquad (5)$$

วิเคราะห์องค์ประกอบหลักโดยการใช้หน้าไอเกนที่มีนัยสำคัญๆ มาใช้ในการประมวลผลการรู้จำ โดยการนำภาพที่ต้องการทดสอบการรู้จำมาคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนัก จากสมการ (6)

$$W_k = \mu_k^T (T - \Psi) \qquad (6)$$

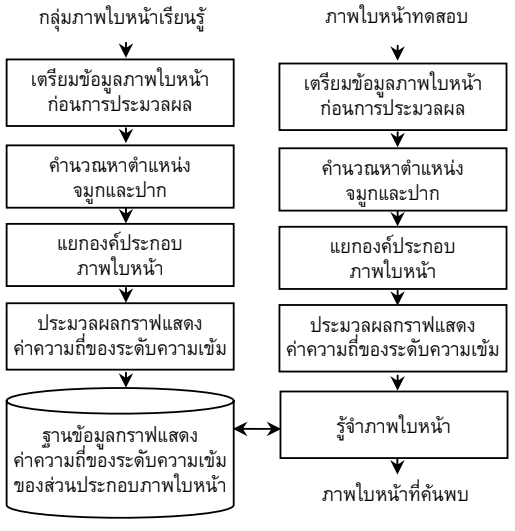
เมื่อ *k* คือจำนวนใบหน้าที่เลือก

หาค่าน้ำหนัก โดยการฉายภาพ (Projection) ของภาพใบหน้าทดสอบกับภาพใบหน้าไอเกนใน Face Space แล้วนำไปเป็นตัวแทนการรู้จำต่อไป จะได้สมการ (7)

$$\Omega^T = [w_1, w_2, w_3, ..., w_M] \qquad (7)$$

การคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบกับภาพใบหน้าไอเกน หาได้จากสมการ (Euclidean distance) $\varepsilon_k = \|\Omega - \Omega_k\|$ เมื่อ Ω คือใบหน้าไอเกนและ Ω_k คือใบหน้าทดสอบที่มีระยะห่างจากใบหน้าที่ค้นพบลำดับที่ k การพิจารณาการรู้จำภาพใบหน้า ถ้าข้อมูลภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบมีระยะห่างจากภาพใบหน้ากลุ่มเรียนรู้น้อยที่สุดแสดงว่าเป็นภาพที่อยู่ในกลุ่มเรียนรู้นั้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 3 : ขั้นตอนการทำงานระบบรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพใบหน้าจากฐานข้อมูลใบหน้า BioID (BioID Face Database) จำนวน 110 ภาพ ของคน 22 คน คนละ 5 ภาพ มีทั้งชายและหญิง เป็นภาพโทนสีเทาขนาด 384 x 286 พิกเซล และเป็นภาพที่มีการกำหนดพิกัดตำแหน่งของตาทั้งสองข้างมาให้แล้ว ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัย ดังรูปที่ 3

3.1 เตรียมข้อมูลภาพใบหน้าก่อนการประมวลผล

นำภาพใบหน้าที่จะนำไปใช้ในการประมวลผลทั้ง 110 ภาพมาทำการประมวลผลการกระจายค่าความถี่ของระดับความเข้มแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization) เพื่อเป็นการปรับระดับค่าความเข้มแสงของภาพและเพิ่มค่าความคมชัดให้กับภาพก่อนนำไปประมวลผลขั้นต่อไป

3.2 คำนวณหาตำแหน่งจมูกและปาก

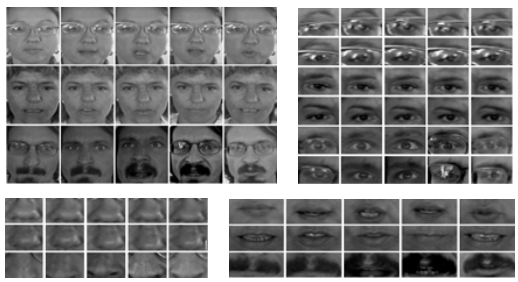
นำแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตมาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณหาตำแหน่งของจมูกและปาก โดยสร้างความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากตำแหน่งพิกัดของตาทั้งสองข้างตามขั้นตอน ดังนี้

- หาจุดกึ่งกลางระหว่างตำแหน่งตาทั้งสองข้าง
- สร้างวงกลมโดยมีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้าง จะได้จุดตัดบนแกน Y ของวงกลม กำหนดให้เป็นตำแหน่งของจมูกซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่าง แต่ในการทดลองนี้ใช้เป็นภาพแบบหน้าตรงจึงใช้จุดด้านล่างเพียงจุดเดียวมาพิจารณา
- สร้างวงรีโดยให้แกนเอกมีความยาวเท่ากับระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้างและแกนโทมีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของระยะห่างของตาทั้งสองข้างหารด้วย 0.6 จะได้จุดตัดบนแกน Y ของวงรี กำหนดให้เป็นตำแหน่งของปาก ซึ่งมีโอกาสเป็นได้ทั้งจุดบนและจุดล่างเช่นเดียวกับจมูก
- ใช้ตำแหน่งพิกัดต่าง ๆ ที่คำนวณได้เป็นจุดศูนย์กลางในการแยกส่วนประกอบของภาพใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 4

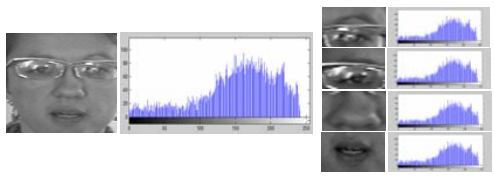
รูปที่ 4 : ตำแหน่งพิกัดต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณ

3.3 แยกองค์ประกอบภาพใบหน้า (Feature Extraction)

งานวิจัยนี้ได้ทำการแยกคุณลักษณะองค์ประกอบของภาพใบหน้าออกเป็น 5 ส่วน คือ ใบหน้า ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยนำแต่ละส่วนมาแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้มตั้งแต่ 0-255 แล้วทำการแบ่งช่วงความถี่ที่ต่อเนื่องกันช่วงละ 9 ความถี่ [10] ได้ทั้งหมด 29 ช่วง คำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วง แล้วนำมารวมกันเก็บเป็นคุณลักษณะของภาพใบหน้านั้นๆ ลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลการรู้จำ ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5 : ตัวอย่างการแยกองค์ประกอบของภาพใบหน้า



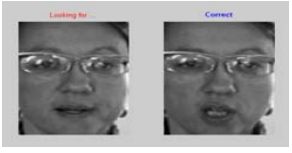
รูปที่ 6 : การประมวลผลค่าความถี่ของระดับความเข้ม

3.4 การทดสอบการรู้จำภาพใบหน้า

ทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม ในงานวิจัยนี้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ ทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียวและทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับ

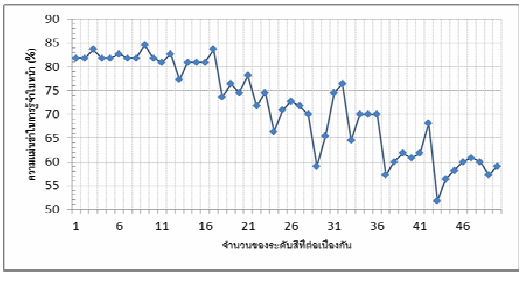
คุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน ซึ่งทั้งสอบแบบนี้ ใช้วิธีการทดสอบโดยการกำหนดเป็นภาพใบหน้าทดสอบทีละ 1 ภาพและที่เหลือ 109 ภาพเป็นภาพสำหรับการเรียนรู้ (Leave-one-out cross-validation) วนไปจนครบ 110 ภาพ

3.4.1 ทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว โดยการเลือกคุณลักษณะของภาพใบหน้าทีละ 1 ภาพ จากฐานข้อมูลที่ได้ประมวลผลไว้แล้วในหัวข้อ 3.3 มาเป็นภาพใบหน้าทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของภาพใบหน้าที่เหลือทั้งหมด แล้วเลือกภาพใบหน้าที่มีผลต่างน้อยที่สุดมาเป็นผลการรู้จำ ดังแสดงในรูปที่ 7 และทำจนครบ 110 ภาพ



รูปที่ 7 : ผลการทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว

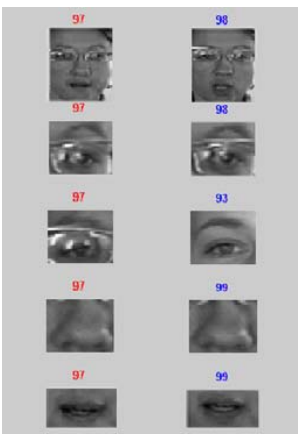
จาก [10] ได้ใช้ช่วงความถี่ที่ต่อเนื่องกันช่วงละ 9 ความถี่ ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าของช่วงความถี่ที่ต่อเนื่องกันที่เหมาะสมกับข้อมูลภาพใบหน้าที่นำมาทดลอง ในขั้นตอนนี้จึงได้ทดลองหาค่าความเหมาะสมของการแบ่งช่วงความถี่ของของระดับความเข้มที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า ช่วงละ 9 ความถี่ที่ต่อเนื่องกันจะได้ค่าอัตราการรู้จำที่ดีที่สุด ดังแสดงรูปที่ 8



รูปที่ 8 : ผลการทดลองหาค่าความเหมาะสมการแบ่งช่วงความถี่ของระดับความเข้มที่ต่อเนื่องกัน

3.4.2 ทดสอบแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน โดยการเลือกคุณลักษณะของภาพใบหน้าใบทีละ 1 ภาพ จากฐานข้อมูลที่ได้ประมวลผลไว้แล้ว ในหัวข้อ 3.3 มาเป็นภาพใบหน้าทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของภาพใบหน้าที่เหลือทั้งหมด แล้วเลือกภาพใบหน้าที่มีผลต่างน้อยที่สุดมาเก็บไว้เป็นผลการรู้จำ และทำจนครบ 110 ภาพ เหมือนในขั้นตอนที่ 3.4.1 จากนั้นประมวลผลภาพตาซ้าย แล้วเลือกภาพตาซ้ายที่มีผลต่างน้อยที่สุดมาเก็บไว้เป็นผลการรู้จำ แล้วประมวลผลภาพตาขวา ภาพจมูกและภาพปากตามลำดับ เพื่อเลือกภาพที่มีผลต่างน้อยที่สุดมาเก็บไว้เป็นผลการรู้จำ

จากนั้นจึงนำผลการรู้จำทั้ง 5 ส่วนมาทำการรวมกัน (Fusion) โดยวิธีการคะแนนเสียงข้างมาก (Majority vote) ในการตัดสินเป็นผลการรู้จำ ดังแสดงในรูปที่ 9

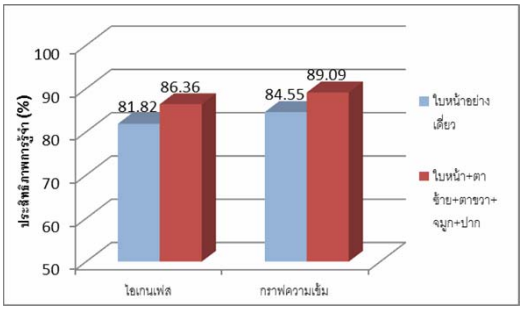


รูปที่ 9 : ผลการทดสอบการรู้จำภาพใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน

4. ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อนำภาพใบหน้ามาทดสอบทีละภาพจากจำนวนทั้งหมด 110 ภาพ ผลการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียว มีความถูกต้อง 84.55% ส่วนผลการ

ทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน มีความถูกต้อง 89.09% ในขณะที่ประสิทธิภาพของการรู้จำใบหน้าด้วยวิธีไอเกนเฟสแบบใช้ใบหน้าเพียงอย่างเดียวมีความถูกต้องเพียง 81.82% และเมื่อใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน มีความถูกต้อง 86.36% ซึ่งน้อยกว่าวิธีการประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 : เปรียบเทียบผลการรู้จำระหว่างวิธีไอเกนเฟสและกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม

5. อภิปรายผลและสรุปผล

จากการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้มโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าเพียงอย่างเดียวเปรียบเทียบกับการรู้จำภาพใบหน้าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้มโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน พบว่าการรู้จำภาพใบหน้าโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการรู้จำมากขึ้น 4.54% เนื่องจากส่วนประกอบต่าง ๆ บนใบหน้าที่มีคุณลักษณะเด่นเฉพาะ เช่น ตา จมูกและปาก เป็นต้น เป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคล เมื่อนำส่วนประกอบเหล่านี้มาแยกประมวลผลด้วยวิธีการประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม ที่มีการเฉลี่ยหาค่าความเข้มที่ต่อเนื่องกันเป็นช่วงๆ เฉพาะบริเวณนั้นๆ โดยไม่ได้มีการลดมิติของข้อมูลภาพ จึงเป็นการสกัดเอาคุณลักษณะเด่นเฉพาะส่วนมาเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำได้ ส่วนการรู้จำแบบไอเกนเฟสนั้นได้ผ่านการนำข้อมูลมาทำการลดมิติจากสองมิติให้เป็นมิติเดียวซึ่งทำให้สูญเสียความสัมพันธ์ของรายละเอียดภาพ จึงทำให้ประสิทธิภาพการรู้จำด้อยกว่าแบบประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม

6. ข้อเสนอแนะและการศึกษาขั้นต่อไป

จากการทดลองการรู้จำด้วยวิธีประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้มนี้ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นที่อาจจะทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้าได้ ดังนี้

6.1 การคำนวณหาตำแหน่งของจมูกและปากด้วยทฤษฎีของแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตในงานวิจัยนี้เหมาะสำหรับภาพที่เป็นหน้าตรงเท่านั้น หากภาพที่นำมาทดลองมีความเอียงก็อาจจะทำให้การคำนวณหาตำแหน่งเฉพาะส่วนของใบหน้าคลาดเคลื่อนได้

6.2 ถ้านำภาพที่มีการแสดงออกทางอารมณ์บนใบหน้า เช่น พูด ยิ้ม หัวเราะ เป็นต้น จะทำให้ตำแหน่งเฉพาะส่วนของใบหน้าบางส่วนเปลี่ยนไป โดยเฉพาะตำแหน่งของปาก ซึ่งเมื่อคำนวณด้วยทฤษฎีของแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตแล้วจะได้ตำแหน่งของปากที่คลาดเคลื่อนได้

6.3 เนื่องจากโครงสร้างของใบหน้ามนุษย์แต่ละชนชาติ มีความแตกต่างกัน ดังนั้นหากจะนำทฤษฎีของแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตไปใช้อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปร (Parameter) บางตัวเพื่อให้เหมาะสมกับภาพที่นำมาทดลอง

6.4 การรู้จำด้วยวิธีการประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้มอย่างเดียวนี้ยังมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมของแสงสว่าง ซึ่งอาจจะต้องมีการศึกษาและวิจัยเพิ่มเติม

งานวิจัยนี้อาจจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำได้มากว่านี้อีก ถ้ามีการใช้เทคนิคของการหาตำแหน่งเฉพาะส่วนของใบหน้าได้แม่นยำมากขึ้นและแก้ปัญหาเรื่องความแตกต่างของสภาพแวดล้อมของแสงสว่างในภาพได้ ซึ่งผู้วิจัยจะได้ใช้เป็นแนวทางในการวิจัยในอนาคตต่อไป

7. 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] E. Bagherian and R. W. O. K. Rahmat, "Facial feature extraction for face recognition: a review," in *Information Technology, 2008. ITSim 2008. International Symposium on* vol. 2, ed, 2008, pp. 1-9.

[4] T. Kanade, "Computer Recognition of Human faces," *Basel and Stuttgart: Birkhauser*, 1997.

[5] A. Yuille, D. Cohen, and P. Hallinan, "Facial feature extraction from faces using deformable templates," *Proc. IEEE Computer Soc. Conf. On Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 104-109, 1989.

[6] T.C. Chang, T.S. Huang, and C. Novak, "Facial feature extraction from colour images", *Proceedings of the 12th IAPR International Conference on Pattern Recognition*, vol. 2, pp. 39-43, Oct 1994.

[7] Y. Tian, T. Kanade, and J.F. Cohn, "Evaluation of Gabor-wavelet-based facial action unit recognition in image sequences of increasing complexity", *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 218 –223, May 2002.

[8] 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.

[9] Swain, M.J., Ballard and D.H., "Indexing Via Color Histograms",*Proceedings, Third International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Dec 4-7, 1990. pp. 390 – 393

[10] Fazl-e-Basit, Javed M.Y. and Qayyum U., "Face Recognition using Processed Histogram and Phase-Only Correlation (POC)", *Emerging Technologies, 2007. International Conference on ICET 2007.* , Nov. 12-13, 2007. pp. 238-242

[11] 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.