



Face Recognition System, A Partially Concealed with a Face

ระบบรู้จำใบหน้าคนร้ายที่ถูกปกปิดบางส่วนเพื่อยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้า

Received	22 Jul 20
Reviewed	01 Aug 20
Revised	07 Aug 20
Accepted	12 Aug 20

Jira Thiothawonwong

จิระ ทิวถาวรวงศ์

Department of Information Technology Management, Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

*Corresponding Author, Tel. +66, E-mail: s620702191005@kmutnb.ac.th

ผู้พิมพ์ประสานงาน โทรศัพท์ 084-7172264 อีเมล: s620702191005@kmutnb.ac.th

Abstract

Currently, crime prevention and suppression is the main mission of the police need to have information about the criminals can support duty the investigation. To know the culprit. Also the sketch that perhaps draw or the investigating officer to interview a victim or villain who see the face thoroughly, and must have tact in question to get a complete picture, most important in the “memory” of those who see the face criminal. But the importance of sketch is not finding his face clearly. It is “unique key on the face” which will help the police and the people, used for reference in search of a suspect. And the pursuit that also arrested. The property of the people is a mistake and delayed, which presented to remember her face, facial recognition system. (Face detection) is a kind of technology that is vary interesting. Because it is a system that helps in terms of convenience to the identification of individuals. Just by using face photos of other individual. It also helps in the prevention of corruption pretending to that person. There are many research studies the Yugoslav wars to identify individuals, such as the by using face recognition. A system that facilitates in terms of attendance or identify the person coming or join activities. Make help to save time and reduce the use of documents to sign to participate in it which is very useful . But there are limitations of the system, that is, to use the accuracy in detecting the face and system design must comply with the requirements of users.

Keywords: Most Important, Memory, Skating

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน การป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมเป็นภารกิจหลักของตำรวจนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับอาชญากรที่สามารถสนับสนุนการปฏิบัติหน้าที่ทั้งในลักษณะของการสืบสวน เพื่อทราบตัวคนร้าย นอกจากนี้การสเก็ทซ์ภาพนั้น บางทีคนวาดหรือเจ้าหน้าที่สอบสวนจะต้องสัมภาษณ์เหยื่อหรือผู้เห็นใบหน้าคนร้ายอย่างละเอียดถี่ถ้วน และต้องมีชั้นเชิงใน

การตั้งคำถามเพื่อให้ได้รูปที่สมบูรณ์ที่สุด ปัจจัยสำคัญคือ “ความจำ” ของผู้เห็นใบหน้าคนร้าย แต่ความสำคัญของการสเก็ตซ์ภาพไม่ได้อยู่ที่การหาหน้าคนร้ายชัด ๆ แต่เป็นการหา “เอกลักษณ์สำคัญบนใบหน้า” ซึ่งจะช่วยให้ตำรวจและประชาชนทั้งหลายใช้อ้างอิงในการค้นหาตัวผู้ต้องสงสัย และการติดตามคนร้ายที่ยังจับกุมไม่ได้ ทรัพย์สินของประชาชน เป็นเรื่องที่ผิดพลาดและล่าช้าไม่ได้ ซึ่งนำเสนอการรู้จำใบหน้า ระบบการรู้จำใบหน้า (Face Detection) เป็นระบบเทคโนโลยีชนิดหนึ่งที่มีความน่าสนใจอย่างมาก เนื่องจากเป็นระบบที่ช่วยในเรื่องของความสะดวกในการระบุตัวตนของบุคคลนั้น โดยใช้เพียงแค่ภาพถ่ายใบหน้าของบุคคลนั้น ๆ และยังช่วยในเรื่องของการป้องกันการทุจริตที่มาแอบอ้างว่าเป็นบุคคลนั้นได้อีกด้วย มีหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษากระบวนการรู้จำใบหน้าเพื่อใช้ระบุตัวบุคคล เช่น ระบบการเช็คชื่อโดยการใช้การรู้จำใบหน้า เป็นระบบที่อำนวยความสะดวกในเรื่องของการเช็คชื่อหรือระบุว่าคุณคนนั้นมาแล้วหรือได้เข้าร่วมกิจกรรมแล้ว ทำให้ช่วยในเรื่องของการประหยัดเวลาและลดปริมาณการใช้เอกสารในการลงชื่อเข้าร่วมกิจกรรมนั้นได้ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก แต่ก็ยังมีข้อจำกัดของระบบอยู่ คือ ต้องใช้ความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้าและการออกแบบระบบต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

คำสำคัญ: เอกลักษณ์สำคัญบนใบหน้า ความจำ การสเก็ตซ์ภาพ

1. บทนำ

ในปัจจุบัน การป้องกันและปราบปรามอาชญากรรม เป็นภารกิจหลักของตำรวจนั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับอาชญากรที่สามารถสนับสนุนการปฏิบัติหน้าที่ ทั้งในลักษณะของการสืบสวน เพื่อทราบตัวคนร้าย นอกจากนี้การสเก็ตซ์ภาพนั้นบางทีคนวาดหรือเจ้าหน้าที่สอบสวนจะต้องสัมภาษณ์เหยื่อหรือผู้เห็นใบหน้าคนร้ายอย่างละเอียด ถี่ถ้วน และต้องมีชิ้นเชิงในการตั้งคำถามเพื่อให้ได้รูปที่สมบูรณ์ที่สุด ปัจจัยสำคัญคือ “ความจำ” ของผู้เห็นใบหน้าคนร้าย แต่ความสำคัญของการสเก็ตซ์ภาพไม่ได้อยู่ที่การหาหน้าคนร้ายชัด ๆ แต่เป็นการหา “เอกลักษณ์สำคัญบนใบหน้า” ซึ่งจะช่วยให้ตำรวจและประชาชนทั้งหลายใช้อ้างอิงในการค้นหาตัวผู้สงสัย และการติดตามคนร้ายที่ยังจับกุมไม่ได้ ทรัพย์สินของประชาชน เป็นเรื่องที่ผิดพลาดและล่าช้าไม่ได้ และยังแก้ไขปัญหาคดีกหายยังคงเป็นอีกหนึ่งปัญหาที่ทุกฝ่ายตระหนักและให้ความสำคัญ โดยเฉพาะปัจจัยและแรงผลักดันด้านความรุนแรง ที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดมีความคิดดังกล่าว หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จึงต้องเข้ามาดูแลและแก้ไขอย่างครบวงจร เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาลดที่สุด ซึ่งการตรวจสอบเพื่อยืนยันตัวบุคคลนั้น

มีหลากหลายวิธี เช่น การตรวจสอบจากลายเซ็น ลักษณะทางพันธุกรรม การสเก็ตซ์ภาพ เป็นต้น แต่ละวิธีมีระยะเวลาในการประมวลผลแตกต่างกัน กว่าจะได้ผลลัพธ์ออกมาก็ต้องใช้เวลาาน บางวิธีต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบทำให้เกิดความยุ่งยากมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะนำไปใช้ในด้านการยืนยันตัวบุคคลทั้งจากการตรวจสอบลายนิ้วมือ ม่านตา เสียงใบหน้า เป็นต้น ซึ่งหากการตรวจสอบมีความจำเป็นเอกลักษณ์มากเท่าไรก็就会有ความน่าเชื่อถือมากตามไปด้วย ซึ่งการระบุตัวตนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้าทั้งหมด แต่มีการปลอมแปลงใบหน้าเพื่อกระทำความผิดกฎหมาย คุณลักษณะของใบหน้าแต่ละคนเป็นระบบที่ได้รับค่านิยมในการนำมาประยุกต์ใช้อย่างมากในงานเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น ตลาด ธนาคาร เซเว่น ร้านทอง ร้านเกม เป็นต้น ประกอบกับเทคโนโลยีด้านการสื่อสารในปัจจุบัน โดยเฉพาะแอปพลิเคชันต่าง ๆ บนสมาร์ตโฟนกำลังเป็นที่นิยมและถูกใช้อย่างแพร่หลายโดยมีการพัฒนาให้ใช้งานบนระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เช่น แอนดรอยด์ ไอโอเอส

วินโดวส์ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ ผู้จัดทำจึงได้พัฒนาระบบตรวจสอบเพื่อยืนยันตัวตนบุคคลด้วยใบหน้า โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อเปรียบเทียบกับภาพที่มีอยู่ในฐานข้อมูล[6-9] แล้วจึงส่งผลการตรวจสอบพร้อมข้อมูลต่าง ๆ กลับไปแสดงบนสมาร์ตโฟนต่อไป เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วต่อการใช้งานและประสิทธิภาพของการยืนยันตัวตนบุคคล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบในการสนับสนุนการปฏิบัติหน้าที่ทั้งในลักษณะของการสืบสวน โดยใช้คุณลักษณะที่ถูกปกปิด หรือส่วนประกอบบางอย่างของใบหน้า
2. เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้าของคนร้าย หรือผู้ต้องสงสัยให้มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้ของเครื่องจักรในการอ่านภาพสเกตซ์คนร้ายและสามารถสืบค้นหาคนร้ายดังกล่าว

ขอบเขตการวิจัย

การพัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำใบหน้าใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าที่มีขอบเขตดังนี้

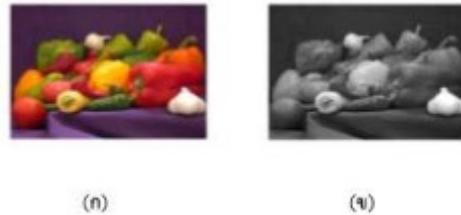
- รูปที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพนิ่ง และเป็นภาพสี
- รูปที่ใช้ในการทดลองเป็นรูปที่มีพื้นหลังไม่ซับซ้อน
- รูปที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพหน้าตรงและมีการแสดงออกทางอารมณ์ (Expression) บนใบหน้า เช่น ยิ้ม หัวเราะ ร้องไห้ เป็นต้น
- รูปที่ใช้ในการทดลองเป็นรูปที่มีสภาพแวดล้อมของแสงสว่างไม่เท่ากัน
- รูปที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพเดี่ยวของชายหรือหญิง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา (Grayscale)

ภาพระดับสีเทาคือการแปลงภาพให้มีสีเทา โดยจะมีระดับความเข้มของสีคือ 0-255 ดังตัวอย่างในรูปที่ 1 ภาพ

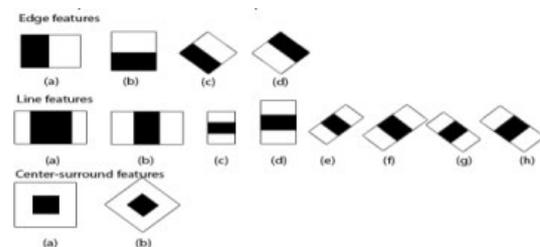
ระดับสีเทา เกิดจากการแปลงภาพสี RGB มาเป็นภาพระดับสีเทา โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ $Grayscale = (0.299 \times R) + (0.587 \times G) + (0.114 \times B)$ โดยที่ Grayscale คือ ค่าความเข้มของสีเทา R คือ ค่าความเข้มของสีแดง G คือค่าความเข้มของสีเขียว B คือ ค่าความเข้มของสีน้ำเงิน



รูปที่ 1 ตัวอย่าง (ก) ภาพ RGB และ (ข) ภาพสีเทา[10]

การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการ Haar-like Features[2]

Haar-like feature[2] เป็นวิธีการที่ใช้ตรวจจับใบหน้าที่มีความสามารถในการประมวลผลได้รวดเร็วและมีอัตราความถูกต้องสูงของ Paul Viola และ Michael J. Jones โดยตรวจจับและตีความวัตถุภายในภาพด้วยวิธีการจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับสร้างรูปที่เหลี่ยม (Feature) ซึ่งวิธีการตรวจจับใบหน้าประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การคำนวณการจำลองรูปแบบ Haar-like ด้วยการ Integral image, การค้นหาการจำลองรูปแบบ Haar-like ด้วย Adaboost และการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง (Cascade Classifier)

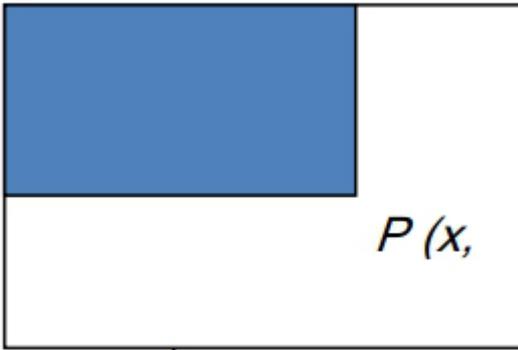


รูปที่ 2 รูปแบบของรูปเหลี่ยมสำหรับการตรวจจับ

จากรูปที่ 1 แสดงถึงผลต่างระหว่างพื้นที่ส่วนสีขาวและส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่ง Feature สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่งที่ได้ใช้สำหรับการตรวจจับลักษณะบนภาพแบบต่าง

การคำนวณค่าของ Feature นั้น ใช้หลักการคำนวณแบบ Integral image คือ ผลรวมของค่าในทุก ๆ พิกเซลที่ตำแหน่ง (x,y) ไต ๆ ซึ่งมีเวลาการทำงานรวดเร็ว ทำให้การคำนวณ Feature นั้นทำได้เร็วมาก ดังสมการที่ 1 และดังรูปที่ 2

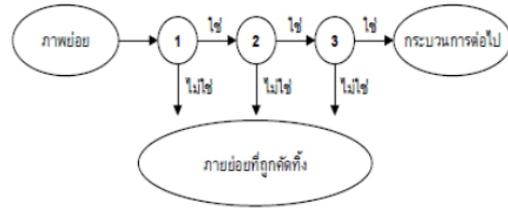
$$P(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y') \quad (1)$$



รูปที่ 3 การคำนวณแบบ Integral image

การทำ Haar-like Feature นั้น จำเป็นต้องมีภาพตัวอย่าง ซึ่งใช้ในการตัดเลือกลักษณะของรูปที่ต้องการตรวจจับและตีความหมาย ซึ่งมีสองลักษณะ คือ Positive Image หรือรูปที่มีวัตถุนั้น ๆ ประกอบอยู่ภายในภาพ แลพ Negative Image หรือภาพใด ๆ ที่ไม่มีวัตถุที่เราต้องการอยู่ภายในภาพ

ส่วน Cascade Classifiers เป็นกระบวนการตีความหมายของภาพ โดยการแบ่งประเภทของภาพตามลักษณะภายในภาพ โดยเริ่มต้นจากการตัดส่วนของ Sub window ที่เป็น Negative ออกไปก่อน แล้วจากนั้นค่อยใช้ ส่วนที่เป็น Positive วิ่งวนภายในภาพ หากไม่เจอลักษณะที่ตรงกัน ก็จะเปลี่ยนลักษณะการตรวจจับภายใน Sub window หากเจอลักษณะที่ตรงกันก็จะเปลี่ยนลักษณะในการตรวจจับ จะได้รูปที่สามารถบอกได้ว่าภาพดังกล่าวเป็นภาพอะไรจากลักษณะต่าง ๆ ภายในภาพ



รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง

การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักด้วยวิธี Principal Components Analysis (PCA) และการหาค่า Eigenface

การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลัก PCA[3] คือ การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักของใบหน้า ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานนั้นต้องมีการเตรียมภาพเอไอในการวิเคราะห์และทำการรู้จำใบหน้าซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการฝึกสอน

1) รวบรวมชุดภาพใบหน้าที่จะใช้ในการฝึกฝน (Training Set โดยในแต่ละภาพมีขนาด (MxN)x1 และแต่ละภาพรวมเข้าเป็นเซต ของภาพทั้งหมดเข้าด้วยกันมีขนาด (MxN)xL

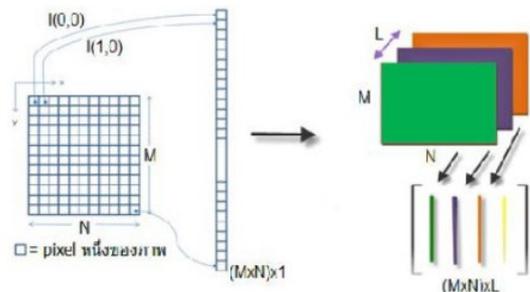
2) หาค่าเฉลี่ยของทุกภาพใบหน้าจากสมการ

$$x_m = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L x_i \quad (2)$$

เมื่อ x_m คือ ค่าเฉลี่ยของทุกภาพ

L คือ จำนวนภาพใบหน้าทั้งหมด

x_i คือ กลุ่มภาพใบหน้าที่ใช้การเรียนรู้



รูปที่ 5 แปลงภาพให้เป็นเวกเตอร์ 1 มิติและรวมภาพเข้าเป็นเซตของภาพ

3) หาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม จากสมการ

$$C = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (x_i - x_m)^T (x_i - x_m) \quad (3)$$

เมื่อ C คือ ค่าความแปรปรวนร่วม

L คือ จำนวนภาพใบหน้าทั้งหมด

x_i คือ กลุ่มรูปที่ใช้ในการเรียนรู้

x_m คือ ค่าเฉลี่ยของภาพ

4) ทำการหาค่าไอเกน (λ) และเวกเตอร์ไอเกน (v) จากสมการ (2) ซึ่งข้อมูลทั้งสองมีความสมนัยกัน ซึ่งกันและกันดังสมการ (3)

$$C = \sum_{i=1}^L v \lambda v^T \quad (4)$$

เมื่อ λ คือ ค่าไอเกนของ C

v คือ ค่าเวกเตอร์ไอเกนของ C

5) หา Matrix ของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะและตั้งฉากของ Matrix ความแปรปรวนร่วมได้ดังสมการ (4)

$$U = (x_i - x_m)v \quad (5)$$

เมื่อ U คือ ค่า Eigenvector เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมวิธีตรงของ

$$\left(C = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (x_i - x_m)^T (x_i - x_m) \right) \quad (6)$$

ขั้นตอนการหาค่า Eigenfaces จะฉาย (Projection) รูปที่ใช้ชุดข้อมูลสำหรับการสอนลงบนภาพ

$$a_i = U^T (x - x_m) \quad (7)$$

เมื่อ a_i คือ ค่า Eigenface

เริ่มจากการนำกลุ่มภาพใบหน้าที่ใช้ในการเรียนรู้ไปทดสอบกับค่าเฉลี่ยของใบหน้าแล้วทำการหาค่าน้ำหนักโดยนำไปคูณกับค่า Eigenvectors ซึ่งเป็นการ Projection ของภาพใบหน้าใน Subspace

ระบบการตรวจจับใบหน้าคนด้วยโครงข่าย ART

ระบบการตรวจจับใบหน้าคนด้วยโครงข่าย ART นี้ ประกอบไปด้วยระบบย่อย X ส่วนได้แก่ระบบ คัดแยกสีผิวมนุษย์ออกจากพื้นหลังระบบแปลงข้อมูลเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและระบบ ตรวจจับใบหน้าคนด้วยโครงข่าย ART รายละเอียดต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

ระบบการคัดแยกสีผิวมนุษย์ออกจากพื้นหลัง

สีผิวมนุษย์นั้น มีความหลากหลายแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะพันธุกรรมและเชื้อชาติ แต่จะพบว่าการแตกต่างของสีผิวมนุษย์ที่เกิดขึ้นนั้นมาจากความแตกต่างทางด้านความเข้มแสง (intensity) มากกว่าทางด้านความเป็นสี (chrominance) ดังนั้นการแยกสีผิวมนุษย์ทำได้โดยการตัดส่วนที่เป็นความเข้มแสงออกพิจารณาเฉพาะส่วนของความเป็นสี ทำให้ได้ค่าสีผิวมนุษย์ที่แตกต่างจากค่าสีอื่น ๆ จากนั้นใช้ช่วงของค่าสีผิวมนุษย์นี้เป็นอินพุตให้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับทำการคัดแยกสีผิวมนุษย์ออกจากสีอื่น ๆ เพื่อกำหนดขอบเขตในการค้นหาหน้ามนุษย์ให้แคบลง

ค่าสีผิวมนุษย์ (Human Color) เป็นค่าที่สามารถคัดแยกออกจากสีของสิ่งแวดล้อมได้โดยแปลงจากปริภูมิสี RGB เป็นปริภูมิสี HSV เพื่อแยกส่วนความเข้มแสงออกจากส่วนความเป็นสี เนื่องจากปริภูมิสี HSV สามารถกำจัดผลของความแตกต่างของค่าความเข้มแสงของสีผิวมนุษย์ แลลดข้อจำกัด ทางด้านแสงสว่างได้จากการตัดส่วนของค่า v ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บอกระดับความสว่างของภาพออก จากนั้นตัดส่วนของรูปที่เป็นสีผิวมนุษย์มาเป็นอินพุตให้โครงข่าย โดยการเก็บตัวอย่างอินพุตจากภาพนั้นจะทำการเก็บตัวอย่างบริเวณใบหน้า และภาพใบหน้า 1 ภาพนั้นจะแบ่งบริเวณการเก็บตัวอย่างสีผิวมนุษย์ออกเป็น 5 ส่วนด้วยกัน เนื่องจากทั้ง 5 ส่วนนี้เป็นส่วนของสีผิวมนุษย์ที่ไม่

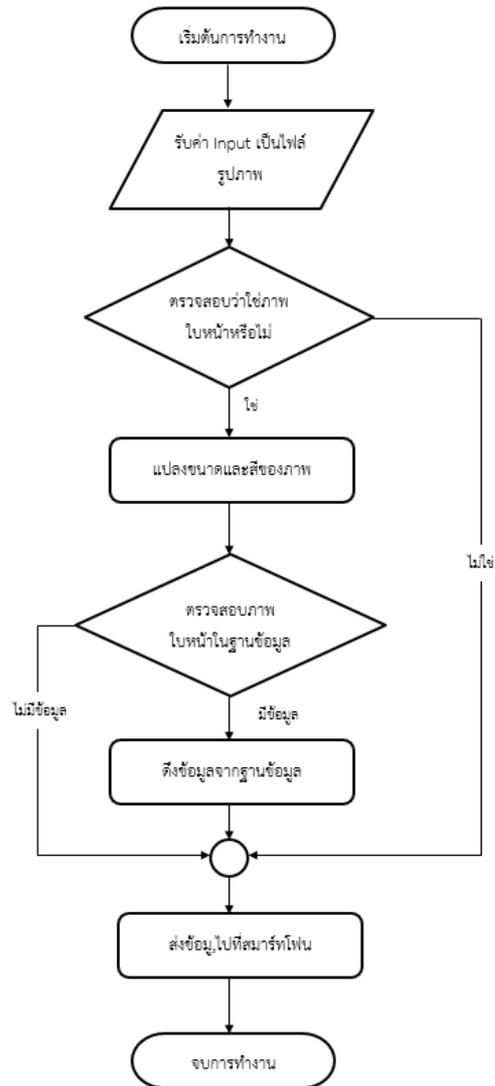
มีสีอื่นที่ไม่ใช่สีผิวมนุษย์ผสมอยู่ด้วย และเป็นจุดหลักบนใบหน้าทำให้ง่ายในการเก็บข้อมูลที่เก็บได้นั้นมีขนาดใหญ่เหมาะสม และในการเก็บข้อมูลถึง 5 จุดนั้นเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่ครอบคลุมส่วนต่าง ๆ ของใบหน้ามากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียม

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

นำรูปที่ได้รับมาไปตรวจสอบว่าใช่ภาพใบหน้าหรือไม่ หากไม่ใช่จะทำการส่งภาพและข้อมูลที่บอกว่าไม่ใช่กลับไปให้สมาร์ทโฟนทันที หากเป็นภาพใบหน้าจะนำไปทำขั้นตอนการระบุจำใบหน้าหลังจากนั้นจึงส่งข้อมูลที่ได้จากการรู้จำใบหน้ากลับไปให้สมาร์ทโฟนต่อไป



รูปที่ 7 แผนผังการทำงานของระบบ

การจำแนกกลุ่มข้อมูลที่เข้าโครงข่าย โดยเมื่อมีชุดข้อมูลใหม่เข้าสู่โครงข่าย โครงข่ายจะทำการตรวจสอบชุดข้อมูลนั้น โดยการเปรียบเทียบค่าเทียบเคียง (match: μ) กับค่าสอดคล้อง (ρ) เพื่อหาค่าตรวจสอบ (check: C) พิจารณาว่าโครงข่ายทำการคัดแยกกลุ่มข้อมูลได้ถูกต้องเพียงใด ถ้าข้อมูลตัวอย่างที่ป้อนให้โครงข่าย ART เป็นข้อมูลหน้าคน จะสามารถพิจารณาได้ 3 กรณีคือ

1. ข้อมูลตัวอย่างมีค่า μ มากกว่า ρ_1 และ ρ_2 จะให้ค่าตรวจสอบมีค่าเป็น 1 และโครงข่าย ART จะทำการปรับค่าน้ำหนักประสาทของกลุ่มข้อมูล

2. ข้อมูลตัวอย่างมีค่า μ มากกว่าค่า ρ_1 แต่น้อยกว่า ρ_2 จะให้ค่าตรวจสอบมีค่าเป็น 1 และโครงข่าย ART จะทำการสร้างกลุ่มข้อมูลใหม่

3. ข้อมูลตัวอย่างมีค่า μ น้อยกว่า ρ_1 จะให้ค่าตรวจสอบมีค่าเป็น 0 และโครงข่าย ART จะทำการปรับค่าสอดส่อง $\rho_1 = \mu$ และถ้าข้อมูลตัวอย่างที่ป้อนให้โครงข่าย ART เป็นข้อมูลที่ไม่ใช่หน้าคน จะสามารถพิจารณาได้ 3 กรณี

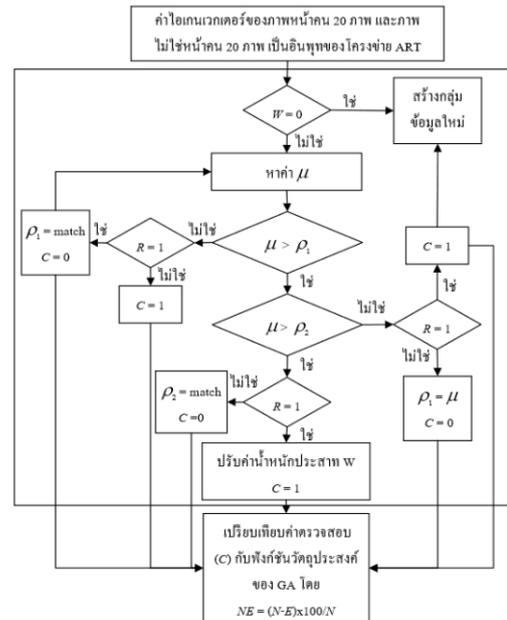
3.1 ข้อมูลตัวอย่างมีค่า μ มากกว่า ρ_1 และ ρ_2 จะให้ค่าตรวจสอบมีค่าเป็น 0 และโครงข่าย ART จะทำการปรับค่าสอดส่อง $\rho_2 = \mu$

3.2 ข้อมูลตัวอย่างมีค่า μ มากกว่า ρ_1 น้อยกว่า ρ_2 จะให้ค่าตรวจสอบมีค่าเป็น 0 และ โครงข่าย ART จะทำการปรับค่าสอดส่อง $\rho_1 = \mu$

3.3 ข้อมูลตัวอย่างมีค่า μ น้อยกว่า ρ_1 จะให้ค่าตรวจสอบมีค่าเป็น 1 โดยแสดงแผนผังการทำงานของโครงข่าย ART ในการหาค่าสอดส่องที่เหมาะสมด้วย GA ดังในรูปที่ 8

เนื่องจากชุดข้อมูลที่เป็นหน้าคนนั้นเป็นข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกับองค์ประกอบของหน้าในภาพที่มีความหลากหลายของหน้าแตกต่างกันตามลักษณะการวางท่า อารมณ์ของหน้า ขนาดของหน้า เป็นต้น ทำให้การกำหนดค่าสอดส่องที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งกลุ่มข้อมูลของโครงข่าย ART โดยทำการสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ให้ทำการแยกข้อมูลของหน้าคนจำนวน 20 หน้า และข้อมูลที่ไม่ใช่หน้าคนอีก 20 หน้าผ่านโครงข่าย ART โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของ GA ได้แก่ จำนวนประชากรในการเจริญพันธุ์จำนวน 50 ประชากร (Num=20) ค่าความผิดพลาดเริ่มต้นเท่ากับ 100 (MaxE=100) ค่าต้นแบบ (R) เป็นเซตแสดงสถานะของอินพุตว่าเป็นหน้าคนหรือไม่ใช่หน้าคน ในที่นี้ใช้ตัวอย่างที่เป็นหน้าคน 20 ตัวอย่างและไม่ใช่หน้าคน 20 ตัวอย่าง

ดังนั้นจะได้ค่า R เป็นเซตของตัวอย่างหน้าคน โดยที่มีค่าเป็น 1 ค่าน้ำหนักประสาทเริ่มต้นเป็น 0 (W=0) และจำนวนภาพตัวอย่างในการทดลอง 20 ตัวอย่าง (N=20) จากนั้นทำการกำหนดค่าตัวแปรใน GA ค่าสอดส่องเริ่มต้น ρ_1 และ ρ_2 โดยการสุ่มเลือกอิสระ และส่งค่าสอดส่องที่ได้จากการสุ่มให้โครงข่าย ART



รูปที่ 8 แผนผังการทำงานของโครงข่าย

เมื่อได้ค่าตรวจสอบและจะส่งค่าที่ได้ไปยังวัตถุประสงค์ของ GA เพื่อหาค่าความผิดพลาด (Net error:NE) โดย GA จะทำการปรับปรุงพันธุกรรมของประชากรเพื่อให้ได้ตัวแปรที่มีค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด และสิ้นสุดการทำงานเมื่อ GA ครบจำนวนรอบสูงสุดที่กำหนดไว้

3. ผลการทดลอง

ผลการทดสอบภาพที่นำมาใช้นั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องและจำนวนของไอเทมเวกเตอร์จะเห็นได้ว่าจำนวนของไอเทมเวกเตอร์ตั้งแต่ 10 แกนขึ้นไป จะทำให้ระบบสามารถรู้จำใบหน้าได้ถูกต้องมากถึง 95.71% ดังแสดงในเส้นสีแดงในรูปที่ 9 โดยหลักการ

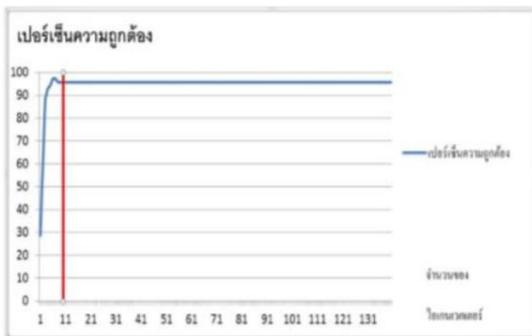
แล้ว การรู้จำใบหน้าของ PCA นั้นควรที่จะใช้ energy 90% ซึ่งจำนวนของไอเกนเวกเตอร์ที่ energy 90% อยู่ที่จำนวน 30 แกนจากทั้งหมด 140 แกน ซึ่งค่าของ energy สามารถหาได้ดังสมการที่ (8)

$$\sum x 100 \quad (8)$$

$$energy = \frac{\sum_{i=1}^N \lambda_i}{\sum_{j=1}^M \lambda_j} x 100 \quad (9)$$

โดยที่ค่าไอเกนเริ่มจากค่ามากที่สุดไปหาค่าน้อยที่สุด N คือ จำนวนค่าไอเกนที่เลือกใช้เพื่อให้ได้ energy ที่ต้องการ

M คือ จำนวนค่าไอเกนทั้งหมดโดยในการทดลองนี้คือ 140



รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องและจำนวนของไอเกนเวกเตอร์

ในการรู้จำใบหน้าใช้รูปหน้าคนจำนวน 70 รูปในการทดสอบ จาก 7 คน คนละ 10 รูป โดยนำไปทดสอบกับภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ 140 ภาพ จาก 7 คน คนละ 20 ภาพ ซึ่งได้ผลการรู้จำใบหน้าโดยไม่ผ่านขั้นตอนการตรวจจับใบหน้า ถูกต้องจำนวน 67 รูป จาก 70 รูปหรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 95.71% ตารางที่ 1 รูปแสดงผลการรู้จำที่ผิดพลาด ผิดพลาดไป 3 รูป จาก 70 รูป รูปที่ใช้ในการทดสอบเมื่อนำมาทดสอบกับภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ 140 ภาพ จาก 7 คน คนละ 20 ภาพ หรือ 4.29% ซึ่งสาเหตุของการค้นหาผิดพลาดจากรูปที่ใช้ในการทดสอบโดยไม่ผ่านขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าคือ

ผิดพลาดจากการประมวลผลซึ่งเกิดขึ้นได้จากภาพที่มีแสงมากและภาพที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

ตารางที่ 1 ผลการรู้จำที่ผิดพลาดโดยไม่ผ่านขั้นตอนการตรวจจับใบหน้า รูปที่ใช้ทดสอบ ผลลัพธ์ที่ได้ สาเหตุที่ผิดพลาด

รูปที่ใช้ทดสอบ	ผลลัพธ์ที่ได้	สาเหตุที่ผิดพลาด
 นางสาว e	 นางสาว e	ภาพมีแสงมากเกินไป
 นาย f	 นาย e	ภาพมีลักษณะคล้ายคลึงกัน
 นาย f	 นาย e	ภาพมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

การตรวจจับใบหน้าแล้วจึงทำการรู้จำใบหน้าได้ผลที่ถูกต้อง 60 ภาพ จาก 70 ภาพที่ใช้ในการทดสอบมีนำมาเทียบกับภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ 140 ภาพ จาก 7 คน คนละ 20 ภาพ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 85.71%

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบระบบโดยผ่านขั้นตอนการตรวจจับใบหน้า

รูปที่ใช้ทดสอบ	ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง	สาเหตุที่ผิดพลาด
 นาย a	8 จาก 10 รูป	80%	ฟังก์ชันการตรวจจับใบหน้าทำงานผิดพลาด
 นาย b	10 จาก 10 รูป	100%	-
 นางสาว c	9 จาก 10 รูป	90%	ภาพมีแสงมากเกินไป
 นาย d	8 จาก 10 รูป	80%	ฟังก์ชันการตรวจจับใบหน้าทำงานผิดพลาด

 นาย e	8 จาก 10 รูป	80%	ฟังก์ชันการ ควมจับ ใบหน้าทำงาน ผิดพลาด
 นาย f	8 จาก 10 รูป	80%	ภาพมีลักษณะ คล้ายคลึงกัน
 นาย g	9 จาก 10 รูป	90%	ฟังก์ชันการ ควมจับ ใบหน้าทำงาน ผิดพลาด
รวม	60 จาก 70 รูป	85.71%	-

การทดสอบระบบ เพื่อพิจารณาผลของการฝึกสอนระบบจำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่ายมีผลประสิทธิภาพของระบบอย่างไร โดยทำการทดสอบระบบด้วยภาพในการฝึกสอนระบบของคน ๆ เดียวกันที่มีลักษณะใบหน้าที่แตกต่างกันออกไป แสดงรูปตัวอย่างภาพที่ทำการทดลองในรูปที่ 9



รูปที่ 9 ภาพตัวอย่างในการฝึกสอนโครงข่าย

โดยจะทำการทดสอบระบบเมื่อไอเทมเวกเตอร์ที่เข้าสู่ระบบ ได้จากภาพตัวอย่างมีจำนวนภาพในการหาค่าไอเทมต่าง ๆ กันไป ดังแสดงค่าในตารางที่ 3 ซึ่งจำนวนภาพตัวอย่างที่ใช้หาค่าไอเทมนั้นมีผลต่อจำนวนมิติของข้อมูลไอเทมเวกเตอร์ที่เป็นข้อมูลในการฝึกสอนนครข่ายมิติของไอเทมเวกเตอร์ที่ใช้ในการฝึกสอน จะมีค่าเท่ากับจำนวนตัวอย่างในการฝึกสอน ดังนั้นเมื่อจำนวนภาพตัวอย่างในการฝึกสอนมากขึ้นจะเป็นผลให้ขนาดของข้อมูลไอเทมเวกเตอร์ในการฝึกสอนมากขึ้นด้วย โดบแสดงตัวอย่างภาพหน้าไอเทมของจำนวนภาพในการฝึกสอนดังรูปที่ 10



(ก)



(ข)



รูปที่ 10 ตัวอย่างภาพหน้าไอเทม (ก) ภาพหน้าไอเทมที่จำนวนภาพในการหาหน้าไอเทม 3 ภาพ (ข) ภาพหน้าไอเทมที่จำนวนภาพในการหาหน้าไปเทม 5 ภาพ (ค) ภาพหน้าไอเทมที่จำนวนภาพในการหาหน้าไอเทม 10 ภาพ

ตารางที่ 3 ทดสอบระบบที่จำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่ายต่าง ๆ

จำนวนภาพในการฝึกสอนโครงข่าย (ภาพ)	ความถูกต้อง(%)
3	95.45
5	97.25
10	97.14
15	97.45
20	98.86
30	98.42

โดยทำการทดสอบความถูกต้องของระบบภาพในฐานข้อมูลภาพ CMU VASC จำนวน 100 ภาพ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3 จากผลการทดลองพบว่าเมื่อจำนวนภาพตัวอย่างในการฝึกสอนเพียง 3 ภาพก็เพียง

พอที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการตรวจจับหน้าคนได้อยู่ในระดับที่ดี และเมื่อทำการเพิ่มจำนวนภาพในโครงข่ายมากขึ้นพบว่าโครงข่ายมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่มากขึ้นจนถึงจำนวนภาพ เมื่อทำการเพิ่มจำนวนภาพเป็น 30 ภาพ พบว่า

4. อภิปรายผลและสรุป

5. องค์ความรู้ใหม่

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] นภาพร ก้าวตระกูล. การตรวจหาสารระเบิดบนพื้นผิวผ้าฝ้ายและไม้อัดด้วยเครื่องไอออนสแกน. วิทยานิพนธ์ วท.บ.(นิติวิทยาศาสตร์). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม ;2552.
- [2] ฐริภัทร เพชรคง. การตรวจวัดสารระเบิดอินทรีย์ที่นิยมใช้ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย โดยเทคนิคไอออนโครมาโทกราฟี. วิทยานิพนธ์ วท.บ. (วิทยาศาสตร์ประยุกต์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา; 2555.
- [3] เกรียงศักดิ์ พรหมภักดี. ระบบติดตามวัตถุที่สามารถบันทึกพิกัด GPS ของวัตถุผ่านทางเครือข่าย GPRS ไปยังเว็บไซต์ Google Docs Spreadsheet. วารสารนเรศวรวิจัย ฉบับที่ 12; 2559.
- [4] ไพโรจน์ เหลืองวงศกร, วรพล สีลาเกียรติสกุล, สุรณพีร์ ภูมิวุฒิสาร และพัชรวิทย์ พิพัฒน์ธนอุดมดี .การประยุกต์ใช้ ESP8266 สำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่บ้าน. Journal of Information Science and Technology. Vol7, No 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2017; 2560. 44-55.
- [5] อนุชา แก้วพูลสุข. การพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะความไวสูงสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. วิทยานิพนธ์ วท.บ. (ฟิสิกส์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก; 2556.
- [6] พรศักดิ์ คำจันทร์, อนุช มหุตยายนนท์ และอันณณัฐพันธ์ รอดทุกข์. ระบบของการตรวจจับยานพาหนะและการนับด้วยการใช้ราสเบอร์รี่พาย. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ.ฉบับที่ 1; 2560หน้า 34-40.
- [7] กิตติพัฒน์ บุญคง. การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์หมุมตกกระทบของรอยคราบเลือด. วิทยานิพนธ์ วท.บ.นิติวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,สงขลา; 2552.
- [8] คริส เอื้อไพบูลย์ชัย และวีรพล จิรจิตร์. การคัดขนาดผลล้าโยโดยใช้การแปลงฮัฟ. Proceeding of 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC 2016); 2559. 515-518.
- [9] Anish A. Naik and team. Inductive Proximity Sensor Interfaced with Arduino”, IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering. Vol 2 , Issue 09 , March 2016 ISSN (online); 2016. 2349-784X
- [10] N. Chumuang, P. Chansuek, M. Ketcham, A. Silsanpisut, T. Ganokratanaa and P. Selarat. Analysis of X-ray for locating the weapon in the vehicle by using scale-invariant features transform," 2017 Fourth Asian Conference on Defence Technology - Japan (ACDT), Tokyo; 2017. pp. 1-6
- [11] C. Chunprugsuk, N. Chumuang, M. Ketcham and P. Pramkeaw. Inspection weapon's image on social network using Haartraining. 2017 International Conference on Digital Arts Media and Technology (ICDAMT); 2017. pp. 330-335.
- [12] B. Eamthanakul, M. Ketcham and N. Chumuang. The Traffic Congestion



- Investigating System by Image Processing from CCTV Camera. 2017 International Conference on Digital Arts Media and Technology (ICDAMT); 2017. pp. 240-245.
- [13] N. Hnoohom, N. Chumuang and M. Ketcham. Thai Handwritten Verification System on Documents for the Investigation. 2015 11th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS); 2015. pp. 617-622.
- [14] Inductive Proximity Sensor เซนเซอร์ตรวจจับโลหะ. [ออนไลน์]; 2018. [เข้าถึงเมื่อ 15 ต.ค. 2561]. เข้าถึงได้จาก: <https://goo.gl/94bBgD>.
- [15] หลักการทำงานของ Inductive Proximity Sensor. [ออนไลน์]; 2018. [เข้าถึงเมื่อ 15 ต.ค. 2561]. เข้าถึงได้จาก: <https://goo.gl/rpLdeH>.