Surveilance area detection systems

ระบบตรวจจับบุคคลเพื่อเฝ้าระวังในพื้นที่ที่กำหนด

Received 11 Sep 19
Reviewed 20 Sep 19
Revised 14 Oct 19
Accepted 17 Oct 19

Thanyawutthi Wongwutthikrai, Atchara Naenna, Sirirat Phromduang and Mahasak Ketchum
ธัญญาวุฒิ ว่องวุฒิไกร, อัจฉรา แน่นหนา, ศิริรัตน์ พรหมดวง และ มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ
Department of Management Information System, Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
ภาควิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

*Corresponding Author, Tel. -, E-mail: s5907021857091@email.kmutnb.ac.th
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์. - อีเมล: s5907021857091@email.kmutnb.ac.th

Abstract

This research has a purpose for, Study of Image Processing Technology, development of detection systems personal from Information of villains and develop a system to detect persons suspected of security with greater precision by image Processing Technology. This system is used processing picture data from Close Circuit Television (CCTV) and use image processing technology for process. Technologies used include: Face detection and Face recognition. This system is used data from CCTV, compare with data of Villain and system alert when the system find the data same a data of Villain.

Keyword: Face detection, Face recognition, Detection systems

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตุประสงค์เพื่อ ศึกษาทางด้านเทคโนโลยี Image Processing เพื่อนำมาช่วยในการพัฒนาระบบการรโดยวิธีการ คือการนำภาพจากกล้องวงจรปิดมาประมวลผลโดยใช้เทคโนโลยีทางด้าน Image Processing เพื่อตรวจจับใบหน้าบุคคลและทำการรู้จำใบหน้าบุคคล เปรียบเทียบกับภาพคนร้ายในระบบ และดำเนินการแจ้งเตือนกรณีระบบพบว่าลักษณะตรงกับภาพคนร้าย

คำสำคัญ: การรู้จำใบหน้า การเฝ้าระวัง การตรวจจับ

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบรักษาความปลอดภัยถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญ เนื่องจากมีหตุการณ์การก่อการร้ายเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง โดยเฉพาะทางภาคใต้ของประเทศ ซึ่งถือเป็นปัญหาที่สำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทยโดยรูปแบบการก่อเหตุมีด้วยกันหลาย รูปแบบ จากที่เป็นข่าวเมื่อวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2559 เกิดเหตุ คนร้ายบุกเข้าไปในโรงพยาบาลเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส [1] เพื่อใช้เป็นจุดสูงข่มในการระดมยิงทหารพรานที่ตั้งฐาน ปฏิบัติการอยู่ข้าง ๆ รั้วโรงพยาบาล สร้างความเสียหายต่อร่างกาย ทรัพย์สินและทำลายความปลอดภัยของประเทศชาติอย่างยิ่ง และที่ผ่านมากลุ่มบุคคลที่ทำการก่อการณ์ร้ายอาจเป็นกลุ่ม บุคคลเดิม ๆ ที่ทางราชการได้มีการเก็บข้อมูลบุคคลต้องสงสัย ไว้เพื่อทำการสืบสวนและดำเนินการตามจับต่อไปจากข้อมูล ดังกล่าว ทำให้การฝาระวังตรวจจับบุคคลต้องสงสัยถือว่าเป็นส่วน

สำคัญ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์ซ้ำขึ้นอีก ดังนั้นการนำเทคโนโลยีและข้อมูลบุคคลที่มีอยู่มาใช้เพื่อช่วยในการ

ตรวจจับบุคคลต้องสงสัยและ เฝ้าระวังผู้ก่อเหตุซ้ำจึงถึงเป็นตัว จากปัญหาที่เกิด หากมีอุปกรณ์ที่สามารถช่วยป้องกัน การเกิดเหตุและเพิ่มความสามารถในการจัดการความเสี่ยงภัย ของผู้ปฏิบัติงาน จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงและความเสียหายลงได้ดียิ่งขึ้น

ทางคณะผู้จัดทำจึงได้คิดนำ เทคโนโลยีกล้องวงจรปิดและเทคโนโลยี Image processing มาช่วยในการประมวลผล เพื่อจัดทำระบบตรวจจับบุคคลต้องสงสัยจากฐานข้อมูลที่ทาง ราชการมีก็บไว้ เพื่อทำการตรวจจับบุคคลต้องสงสัยในพื้นที่ที่ กำหนด และระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ สามารถทำการตรวจสอบบุคคลต้องสงสัยได้ทันต่อเหตุการณ์

รูปที่ 1 การเฝ้าระวังของทหารในพื้นที่ภาคใต้
(ที่มา:
http://www.springnews.co.th/local/southern/247672)

รูปที่ 2 ภาพการคุมเข้มรถไฟสายใต้ หลังเกิดเหตุระเบิดใกล้สถานีรถไฟตะเด็ง
(ที่มา: http://news.thaiza.com/คุมเข้มรถไฟสายใต้-หลังเกิดเหตุระเบิดใกล้สถานีรถไฟโต๊ะเด็ง/334728/)

1.1 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาทางด้านเทคโนโลยี Image Processing เพื่อนำมาช่วยในการพัฒนาระบบตรวจจับบุคคลต้องสงสัยจากแฟ้มข้อมูลคนร้ายที่มีอยู่

1.2.2 เพื่อช่วยพัฒนาระบบการตรวจจับบุคคลต้องสงสัยในการรักษาความปลอดภัยให้มีความแม่นยำมากขึ้นจากการตรวจสอบด้วยตาเปล่า เปลี่ยนเป็นการตรวจสอบด้วยระบบ Image Processing 7

1.2 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นางสาวอภิรดี อัมพวะสิริ [2] จัดทำงานวิจัยการตรวจจับหน้าคนโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบทฤษฎีเร โซแนนซ์แบบปรับตัว ระบบจะทำการแปลงข้อมูลภาพด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis : PCA) เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยและมีการวิจัย ในส่วนของการตรวจจับหน้าคนด้วยโครงข่าย AR โดยระบบ ตรวจจับใบหน้าบุคคลจากภาพสี ทฤษฎีสำคัญที่ใช้ได้แก่ ความรู้ เกี่ยวกับปริภูมิสีเพื่อใช้ประโยชน์จากความแตกต่างของค่าสีใน การคัดแยกสีผิวมนุษย์ออกจากสีอื่น ๆ เช่น Gray Scale Image , RGB H ซึ่งจากงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในส่วนของภาพของ ใบหน้าที่จะนำมาทำการตรวจจับต้องอยู่ในตำแหน่งที่ชัดเจน และเป็นภาพหน้าตรงเท่านั้น

นายประดิษฐ์ [3] ได้จัดทำการออกแบบการจำลองระบบรู้จำภาพใบหน้าที่ถูกบดบัง โดยระบบจำเริ่มต้นจากการ ค้นหาใบหน้าบุคคล จากนั้นเข้าสู่กระบวนการค้นคืนภาพใบหน้าโดยใช้ Global Feature ร่วมกับ Local Feature ซึ่งช่วยให้ ประสิทธิภาพในการค้นคืนใบหน้ามีความแม่นยำสูงขึ้น Global Feature ได้แก่ ข้อมูลในส่วนลวดลายและสีผิว จากใบหน้า Global Feature ได้แก่ ดวงตา คิ้ว ปาก และจมูก โดยนำข้อมูล คุณลักษณะทั้งหมดเข้าสู้กระบวนการเรียนรู้จากนั้นทำการจัดเก็บค่าใน parameter ต่าง ๆ ลงฐานข้อมูลเพื่อเตรียมประมวลผลต่อไป โดยทฤษฎีสำคัญที่มีการใช้ได้แก่

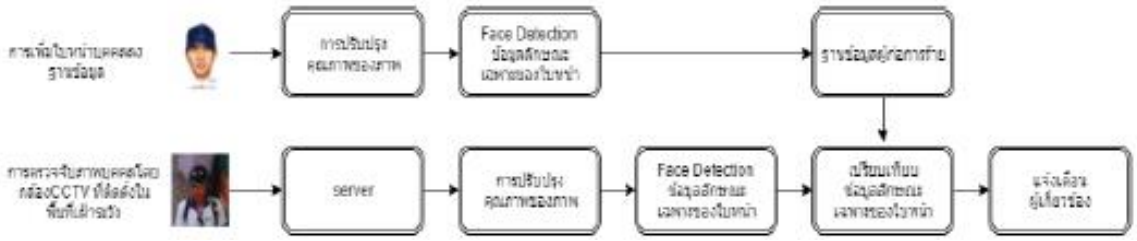
การค้นหาใบหน้า (Face detection) โดยมีกระบวนการคือ การหาขอบเขตของใบหน้าของภาพแยกออกจากพื้นภาพแล้วทำการปรับแต่งตำแหน่งขนาดใบหน้าและมุมมอง เพื่อให้การรู้จำใบหน้ามีสมรรถนะที่ดีขึ้น โดยในส่วนของการแบ่ง ขอบเขตของใบหน้าในงานวิจัยนี้ใช้กระบวนการ AdaBoost และ Orthogonal Complement Principal Component Analysis

(OCPCA) ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ได้แก่ ความสว่าง ความเข้มของแสง และมุมมองของภาพ ซึ่งมีผลทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง

Gregory P. Meyer, Steven Alfano, Minh N. Do [4] ได้ออกแบบระบบตรวจจับ ใบหน้าในมุมลึก การตรวจจับใบหน้า การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ ถือเป็นหน้าที่สำคัญในระบบ โดยทั่วไปแล้วการจับภาพใบหน้าของ Face detector จะอยู่ในรูปแบบ grayscale หรือ color image เนื่องจากในปัจจุบันมี ความต้องการในการใช้ชนิด depth cameras เพิ่มมากขึ้น แต่การที่จะหากล้องที่มีคุณสมบัติทั้ง depth camera และ color image ไม่ใช่เรื่องง่าย จึงได้มีการคิดนำเทคนิคข้อมูลเกี่ยวกับ depth Images มาใช้เพื่อที่จะพัฒนาปรับปรุงการตรวจจับใบหน้า โดยทั่วไปวิธีการของ Viola-Jones ถูกใช้อย่างแพร่หลาย วิธีนี้ใช้การตรวจจับใบหน้าจากภาพทุก scale วิธีการคือ เพิ่มความเร็วและความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้าเพิ่มขึ้นจากวิธีของ viola- Jones โดยการใช้ข้อมูล depth ในการจำกัดพื้นที่ในการค้นหาใบหน้า กระบวนการที่ใช้ทำการทำงานคือใช้ข้อมูลของ depth เพื่อบ่งชี้ตำแหน่งของใบหน้าภายในภาพ และใช้ข้อมูล depth ใน การคำนวณขนาดของใบหน้า ซึ่งในภาพหนึ่งภาพ จะมีพื้นที่เพียงเล็กน้อยที่ต้องตรวจจับโดยเครื่อง face detector วิธีการนี้จะช่วยให้การค้นหาใบหน้าบุคคลสามารถทำงานได้รวดเร็วโดยไม่ต้องทำการค้นหาจากภาพทั้งหมด

สรุปจากการสืบค้นงานวิจัยย้อนหลังทั้งงานวิจัยที่มีหัวข้อเกี่ยวกับการตรวจจับใบหน้าและ จากฐานข้อมูล IEEE Xplore Digital Library ทำให้ทราบถึงแนวทางในการวิจัย ผลการดำเนินงานและข้อจำกัดรวมทั้งเทคนิคต่าง ๆ โดยเทคนิคและทฤษฎีที่ได้จากการสืบค้นได้แก่ เทคนิคระบบการแปลง ข้อมูลภาพ เทคนิคด้านทฤษฎีสี กระบวนการค้นคืนภาพใบหน้า และกระบวนการในการบ่งชี้ตำแหน่งของใบหน้า จากการสืบค้นงานวิจัยคณะผู้จัดทำงานวิจัยจะนำข้อมูลการวิจัยเหล่านั้นมาพัฒนาใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

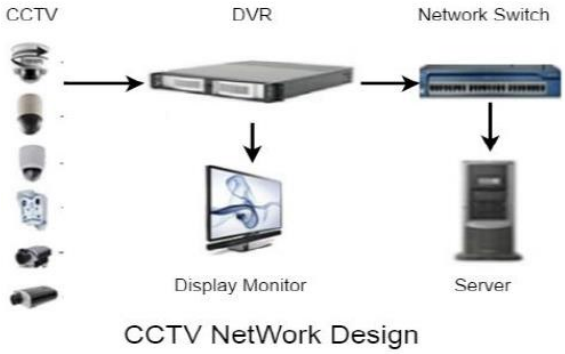


รูปที่ 3 ขั้นตอนและเทคนิคที่ในการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับใบหน้าบุคคลเผื่อเฝ้าระวังในพื้นที่ที่กำหนด

โดยจากภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนและเทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับใบหน้าบุคคลเผื่อเฝ้าระวังในพื้นที่ที่ กำหนดมีรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 Server

ระบบนำข้อมูลภาพจากกล้อง CCTV ที่บันทึกใน Server ส่วนกลาง โดยนำข้อมูลรูปภาพบันทึกใน Server ส่วนกลางเพื่อเก็บข้อมูล และส่งข้อมูลรูปภาพที่ได้รับไปสู่ขั้นตอน การตรวจจับใบหน้า



รูปที่ 4 (CCTV Network Design และองค์ประกอบเพื่อส่งข้อมูล เก็บเขาServer)

อุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาระบบประกอบด้วย

1. CCT ที่ติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ และส่งข้อมูลบันทึกเข้าที่ DVR

2. DVR ทำการเก็บข้ออมูลจากกล้อง CCTV และส่งข้อมูล ผ่าน Network Switch เข้าไปประมวลผลภาพที่ Server พร้อม แสดง ภาพปัจจุบันที่ Display Monitor

3. Display Monitor แสดงภาพปัจจุบันของ เหตุการณ์ตามกล้อง CCTV แต่ละจุด

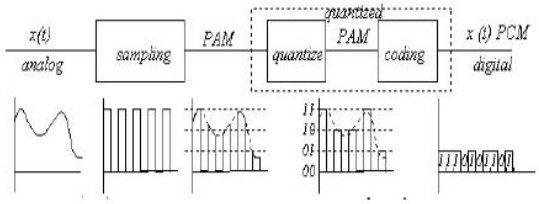
4. Network switch ก าหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Server หลัก กับ DVR

5. Sever ทำหน้าที่ ประมวลผลภาพ และตรวจจับใบหน้าบุคคล พร้อมแจ้งเตือนให้ผู้เกี่ยวข้อง

2.2 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ

เมื่อได้รับรูปภาพจาก Server ระบบจะนำข้อมูลรูปภาพเหล่านั้น ไปเข้าสู้ขั้นตอนปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยมีรายละเอียดกระบวนการดังนี้

1) กระบวนการแปลงข้อมูลภาพจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล โดยใช้วิธี PCM จะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) การแบ่งนับ (Quantization) และการเข้ารหัส (Coding)



รูปที่ 5 แสดงขบวนการ Pulse Coded Modulation ; PCM ใช้ 2 บิตในการเข้ารหัส
(ที่มา: http://www.ee.eng.cmu.ac.th/Onlinecourses/252341/4_1_2.html)

2) กระบวนการแปลงข้อมูลภาพจาก RGB to Gray Scale

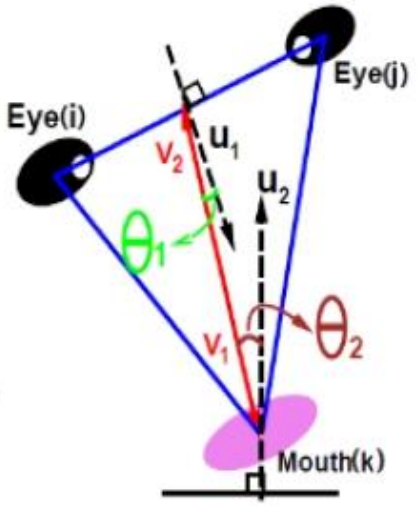
ภาพที่รับเข้ามาในขั้นตอนแรกเป็นภาพที่อยู่ในระบบปริภูมิสีแบบ RGB ระบบจะทำการเปลี่ยนให้เป็นภาพระดับสีเทา (Grayscale) เพื่อทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพได้ง่ายขึ้นเพราะเมื่อแปลงภาพเป็นระดับสีเทาแล้วจะทำให้ของภาพจะเหลือเพียงค่าความเข้มของสีมีค่า 255 สมการที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่

$$Gray=0.299xR+0.587x\ G+0.114xB$$

Gray = คู่ความเข้มของสีเทาโดยจะมีค่าระหว่าง0-255
R= ค่าความเข้มของสีแดง โดยจะมีค่าระหว่าง 0-255
G = ค่าความเข้มของสีเขียว โดยจะมีค่าระหว่าง 0-255
B= ค่าความเข้มของ สีนำเงิน โดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

2.3 กระบวนการ Face Detection ข้อมูลลักษณะเฉพาะของใบหน้า

ระบบจะทำการค้นหาใบหน้าโดยการค้นหาใบหน้าในงานวิจัยนี้ใช้ แบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก (Geometry model of an eye-mouth triangle) [5] มาประยุกต์ใช้ในการหาตำแหน่งต่าง ๆ ของใบหน้า โดยใช้สมการ



รูปที่ 6 แสดงแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมตาและปาก

เมื่อ aw คือ ค่าน้ำหนักความเอียงของสามเหลี่ยม

V1 และ V2 คือ เวคเตอร์ระหว่างจุดกึ่งกลางของ ij กับ k

$\Theta 1$ คือ มุมระหว่างเวคเตอร์ u1 และ V1

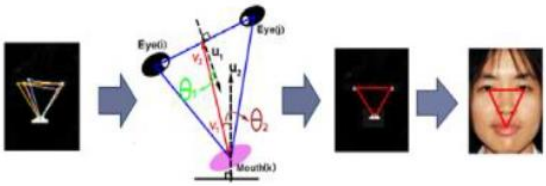
$\Theta 2$ คือ มุมระหว่างเวคเตอร์ด u2 และ V2

U1 คือ เวคเตอร์ที่มีต้นกำเนิดที่จุดกึ่งกลางของ ij ที่ตั้งฉากกับเวคเตอร์

U2 เป็นเวคเตอร์ที่มีต้นกำเนิดที่ k ที่ตั้งฉากกับแนวราบ

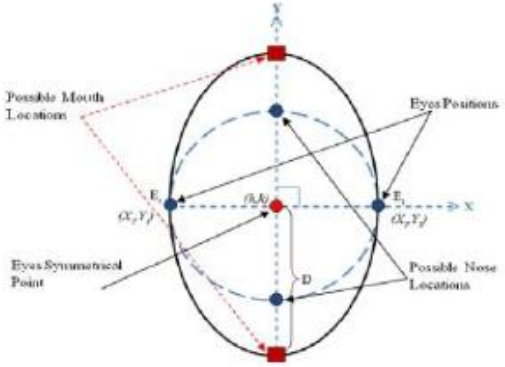
จากรูปถ้า Θ 1 มีขนาดเข้าใกล้ 0 มุมที่จุดยอด i และ j จะมีขนาดใกล้เคียงกันและจะเท่ากันเมื่อ O1 เท่ากับ 0 และถ้า Θ 1 และ Θ 2 มีขนาดเข้าใกล้ 0 สามเหลี่ยมจะ

ค่อยๆมีสมมาตร จนเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วเมื่อ $\Theta_1 = \Theta_2 = 0$



รูปที่ 7 แสดงการหาตำแหน่งตาและปากด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปาก

จากสูตรเรานำมาคำนวณหาตำแหน่งของปากและจมูกเพื่อหาความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากตำแหน่ง จากนั้นใช้ตำแหน่ง พิกัด ที่คำนวณได้เป็นจุดศูนย์กลางในการแยกส่วนประกอบของ ภาพใบหน้า



รูปที่ 8 แสดงแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต

จากรูปที่ 8 ประกอบด้วยวงกลมและวงรี เพื่อจะเป็นส่วนในการหาตำแหน่งของตา จมูก และ ปาก ตามสูตรดังนี้ ระยะห่างจากจุดตัด x ของวงกลมและวงรี

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

จุดกึ่งกลางระหว่างจุดตัดบนแคน x ของวงกลมและวงรี

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

2.4 การเปรียบเทียบใบหน้าบุคคลกับฐานข้อมูลผู้ต้องสงสัย

การเปรียบเทียบใบหน้าบุคคลกับฐานข้อมูลผู้ต้องสงสัย คือ กระบวนการที่ได้นำภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้และประมวลผลแล้ว จาก Input ข้อมูลภาพ CCTV เป็นคำที่ใช้สามารถใช้เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้าบุคคลต้องสงสัย หลังการวิเคราะห์หากข้อมูลตรงกับฐานข้อมูล

รูปที่ 9 การเปรียบเทียบใบหน้าบุคคล

จากรูปที่ 9 การเปรียบเทียบใบหน้าบุคคลจากฐานข้อมูลบุคคลต้องสงสัย มีวิธีการโดยการหาความคล้ายคลึงกันของเวกเตอร์ [6] จาก ดวงตา คิ้ว ปาก และจมูก ที่เก็บไว้จาก ฐานข้อมูลโดยมีสูตรดังนี้

$$SumF = \sum_{i=1}^{4} w_i * F_i$$

เมื่อการหาความคล้ายคลึงกันของเวกเตอร์ เรียบร้อยแล้วหากข้อมูลที่ได้ตรงกัน จะทำการส่งไประบบแจ้งเตือน

2.5 ระบบการแจ้งเตือน

กรณีระบบตรวจสอบพบว่าบุคคลที่ผ่านข้าในพื้นมีข้อมูล ใบหน้าตรงกับใบหนคนร้ายในฐานข้อมูลระบบจะทำการแจ้ง เตือนผู้ที่เกี่ยวข้องและพื้นที่ที่ตั้ง CCTV จาก Map พื้นที่ เพื่อดำเนินการจัดการต่อไป

รูปที่ 10 แสดง Detail การแจ้งเตือนและตำแหน่งของกล้องที่ ตรวจพบ

โดยทำการแจ้งเตือนทั้งในส่วนที่เป็น หน้าจอคอมพิวเตอร์ สำหรับเจ้าหน้าที่ monitor รับทราบ รวมทั้งมีการระบุชื่อบุคคล, Detailตำแหน่งของบุคคลที่ถูกตรวจจับพบจาก ตำแหน่งกล้อง CCTV ที่ได้รับการติดตั้งและ แจ้งเตือนส่ง สัญญาณเข้าผ่านโทรศัพท์มือถือของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

2.6 การเพิ่มใบหน้าบุคคลลงฐานข้อมูล

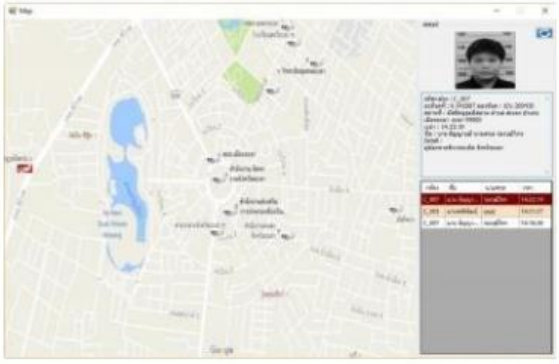
รูปที่ 11 ขั้นตอนการเพิ่มใบหน้าบุคคลลงฐานข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 11 แสดงขั้นตอนและเทคนิคที่ใช้โดยเริ่มจากเจ้าหน้าที่สามารถนำข้อมูลคนร้ายหรือผู้ต้องสงสัยใส่ข้อมูลลงฐานข้อมูลใบหน้าบุคคลต้องสงสัยเพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบใบหน้าบุคคลต้องสงสัย เพิ่มจากแสกนภาพบุคคลต้องสงสัยลงฐานข้อมูลในระบบ

3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการใช้งาน หลังจากเพิ่มใบหน้าบุคคลลงฐานข้อมูลแล้ว CCTV หากตรวจพบใบหน้าจะมีการแจ้งเตือนดังขึ้น

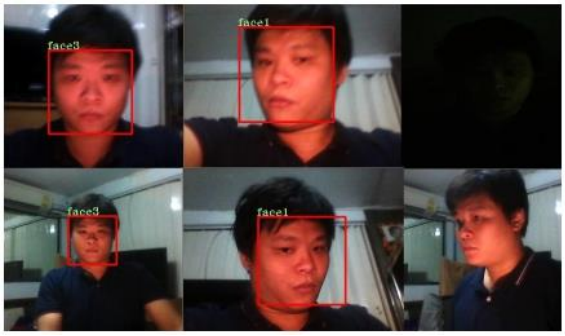
รูปที่ 12 ตรวจพบใบหน้าบุคคล



รูปที่ 13 แสดงผังการตรวจพบบุคคลและสถานที่

จากรูปที่ 13 ตรวจพบใบหน้าบุคคลที่ตรงกับฐานข้อมูลจะแสดงชื่อบุคคล พร้อมแสดง Detail ขอมูลของบุคคลตามหมายจับจากนั้น ทำการแสดงการแจ้งเตือนซึ่งมีระบบเสียงดังแจ้งเตือน และที่ปุ่ม View เป็นจะแสดงเป็นสีแดงเพื่อแสดงสถานที่ จากรูปที่ 13 แสดงผังการตรวจพบบุคคลและสถานที่ จากรูปที่ 13 แสดงผังการตรวจพบบุคคล และสถานที่โดยการเข้าจากการคลิกปุ่ม View โดยจะมีหน้าที่แสดงการแจ้งเตือน ทั้งหมด พร้อมแสดง Detail ที่มีบุคคลตามหมายจับผ่านเข้าแล้ว ตรวจจับเจอซึ่งมีค่าความถูกต้อง 80 % ขึ้นไป ทำให้รู้พิกัดและเวลาที่ผู้ก่อความไม่สงบอยู่ในพื้นที่ และถ้าหากผู้ที่เข้าร่วมในการก่อเหตุมีหลายคนก็จะสามารถบอกระบุบุคคลได้ตามหมายจับเพิ่มได้

จากการพัฒนาและทดสอบระบบตรวจจับใบหน้าจากโปรแกรมเพื่อทดสอบการค้นหาใบหน้าตรง,ด้านข้างและในที่แสงน้อยได้ผลดังนี้



รูปที่ 14 การทดสอบตรวจจับใบหน้าเพื่อหาความถูกต้อง

4.อภิปรายผลและสรุปผล

ตารางที่ 1 การทดสอบตรวจจับใบหน้าเพื่อหาความถูกต้อง

ส่วนที่ทำการทดสอบ	จำนวนทดสอบ	เปอร์เซนต์ถูกต้อง
ใบหน้าตรง	10	90 %
ใบหน้าด้านข้าง	ซ้าย 5, ขวา 5	40 %
ในที่แสงน้อย	10	10 %

จากตารางที่5.1 สามารถสรุปผลได้ว่าความถูกต้องของใบหน้าตรงมีความถูกต้องมากกว่า 90 % ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการตรวจจับใบหน้าด้านข้างยังต้องได้รับการพัฒนาและเทคนิคเพิ่มเพื่อให้ความถูกต้อง มากกว่า 80 % และการตรวจจับในพื้นที่แสงน้อย เป็นข้อจำกัดในการตรวจจับ ซึ่งการตรวจจับ

ทำได้ยากและความถูกต้องน้อยกว่าพื้นที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ

การใช้ระบบตรวจจับบุคคลเพื่อฝ้าระวังในพื้นที่ที่กำหนดจำเป็นต้องมีใบหน้าบุคคลที่มีอยู่ตามหมายจับซึ่งจะทำให้ระบบมีการตรวจจับที่เร็วและถูกต้อง หากได้ใบหน้าของบุคคลผู้ก่อการร้ายที่มีการอัพเดทข้อมูลปัจจุบัน จะทำให้การตรวจหามีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมในด้านใบหน้าด้านข้าง และการปกปิดใบหน้า เพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพในการตรวจจับให้ดียิ่งขึ้น

5.องค์ความรู้ใหม่

มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการวิเคราะห์บุคคลจึงช่วยเพิ่มความแม่นยำในเฝ้าระวัง และ ตรวจจับบุคคลให้มีประสิทธิภาพได้มากขึ้น

ระบบเป็นแบบ real time ทำให้การตรวจสอบ บุคคลต้องสงสัย สามารถทำได้ทันต่อเหตุการณ์

ระบบช่วยให้การทำงานของเจ้าห้าที่ได้สะดวกมากขึ้น

ระบบสามารถระบุตำแหน่งของคนร้ายได้ ทำให้ง่ายในการตรวจสอบ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ผู้จัดการ ออนไลน์ [อินเตอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: [เข้าถึงเมื่อ 2559]. เข้าถึงได้จาก: http://www.manager.co.th/south/viewnews.aspx?News1D=9590000027071on-board the International.

[2] อภิรดี อัมพวะสิริ. เทคนิคการตรวจจับหน้าคนด้วยโครงข่าย ทฤษฎีเรโซแนนซ์แบบปรับตัว. [วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต]. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2551.

[3] นายประดิษฐ์ สงค์แสงยศ. การออกแบบระบบจำลองของ ระบบรู้จำใบหน้าที่ถูกบดบัง. วารสารวิชาการทางเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ; 2554

[4] Gregory P. Meyer, Steven Alfano, Minh N. DO. IMPROVING FACE DETECTION WITH DEPTH.University of Illinois at Urbana-ChampaignDepartment of Electrical and Computer Engineering .

[5] สมปอง เวฬุวนาธร และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์. การรู้จำใบหน้าแบบใช้ คุณลักษณะทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนด้วยแบบจำลองเชิงเรขคณิต สามเหลี่ยมของตาและปากร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุจิตร อดุลย์เกษม และ จิตดำรง ปรีชาสุข. ต้นแบบอัจฉริยะเพื่อควบคุมการเข้าใช้งานระบบโดยวิธีการพิสูจน์ ใบหน้าบุคคล. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.