

การประเมินรูปแบบของเส้นเลือดดำบริเวณแขน เพื่อใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล Evaluation Using the Arm Vein Pattern for Personal Identification

สมชาติ แตรตุลาการ*

ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ชีวการแพทย์ ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

นัคมณ นิมนวล

ภาควิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Somchat Taertulakarn*

Biomedical Instrument Laboratory, Department of Medical Technology, Faculty of Allied Health
Sciences, Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Nukkamon Nimnual

Department of Forensic Science, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University,
Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลมีบทบาทสำคัญมากในหลากหลายสถานการณ์ในปัจจุบัน ได้แก่ ธุรกิจการเงิน ความปลอดภัยในสำนักงาน งานนิติวิทยาศาสตร์ เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินการใช้รูปแบบของเส้นเลือดดำบริเวณแขนเพื่อนำมาใช้สำหรับพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล โดยนำเครื่อง Veinviewer® ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่องหาและถ่ายภาพเส้นเลือดดำ ถ่ายภาพเส้นเลือดดำบริเวณข้อพับแขน อาสาสมัครจำนวน 120 คน โดยถ่ายภาพ 2 ครั้ง ในเวลาที่ต่างกันไม่น้อยกว่า 1 เดือน แล้วนำภาพมาเปรียบเทียบความเข้มสีของข้อมูลภาพแบบจุดต่อจุด (pixel to pixel mapping) วิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งการเปรียบเทียบเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 เป็นข้อมูลภาพจากบุคคลเดียวกัน และกลุ่มที่ 2 เป็นข้อมูลภาพจากบุคคลที่ต่างกัน ได้ผลค่าความเหมือนของข้อมูลเปรียบเทียบความเข้มสีแบบจุดต่อจุดร้อยละ 69.48-95.33 และร้อยละ 1.47-84.43 ตามลำดับ ซึ่งได้ค่ากำหนด (threshold) ความถูกต้องของข้อมูลภาพที่ร้อยละ 70.02 ค่าความผิดพลาดของการยอมรับความถูกต้อง (false

rejection rate, FRR) หรือความผิดพลาดจากการพิสูจน์บุคคลเดิมที่ร้อยละ 0.83 ค่าความผิดพลาดของการยอมรับความผิดพลาด (false acceptance rate, FAR) หรือความผิดพลาดจากการพิสูจน์บุคคลอื่นที่ร้อยละ 1.02 แสดงให้เห็นว่าวิธีการเปรียบเทียบเส้นเลือดดำด้วยวิธีการนี้มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำมาพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

คำสำคัญ : ไบโอเมตริกซ์; การพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล; เครื่องส่องเส้นเลือดดำ; รูปแบบเส้นเลือดดำ

Abstract

Nowadays, the personal identification plays a very important role in a wide variety of fields, including financial business, office security, criminal investigation and forensic science. This study aims to evaluate the patterns of arm vein patterns for personal identification. Veinviewer[®], a near-infrared vein visualization device, was applied in this study to illuminate the vein patterns in the arm of patients. The vein patterns were captured from one hundred twenty volunteers from their upper extremity, two shots at different times of not less than 1 month. The image data of their vein patterns were performed and analyzed by pixel to pixel mapping for the comparison. The comparing results showed the similarity rate of same people and the distinction rate between different people are in the range of 69.48 to 95.33 % and 1.47 to 84.43 %, respectively. The threshold of mapping accuracy was defined at 70.03 %. The false rejection rate (FRR) and false acceptance rate (FAR) were between 69.48 and 95.33 %, 1.47 and 84.43 %, respectively. Conclusively, it should be noted that the arm vein pattern technique is significantly effective for personal identification.

Keywords: biometric; personal identification; Veinviewer; vein pattern

1. บทนำ

กรณีภัยพิบัติ การก่อวินาศกรรม และการก่ออาชญากรรม อาจก่อให้เกิดปัญหาที่ต้องมีการตรวจพิสูจน์เพื่อยืนยันว่าศพที่พบนั้นว่าเป็นใคร ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตรวจภาพเชิงซ้อน การตรวจลายนิ้วมือ การพิสูจน์จากเอกสาร บัตรประจำตัว เสื้อผ้า การยืนยันจากญาติและคนรู้จัก เป็นต้น ตัวอย่างในปี พ.ศ. 2547 [1] กรณีเหตุการณ์คลื่นสึนามิ เหล่าอาชญากรที่มึคตติดตัวเข้าสวมศพเพื่อหลบหนีโดยใช้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ ทำให้มีการแก้ไขข้อบก

พร่องในส่วนที่ผิดปกติบริเวณใบหน้าและอวัยวะส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย ทำให้รูปลักษณ์ทางกายภาพที่เป็นเอกลักษณ์ส่วนบุคคลผิดไปจากอดีตจนไม่สามารถยืนยันได้ในช่วงเวลาปัจจุบัน จึงเป็นการยากที่จะระบุตัวตนในบุคคลมีชีวิตที่ถูกต้องด้วยวิธีการจดจำอย่างปกติทั่วไป

ปัจจุบันการพิสูจน์และระบุบุคคลด้วยไบโอเมตริกซ์ (biometrics) เป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย การระบุบุคคลด้วยระบบไบโอเมตริกซ์เป็นวิธีที่นำลักษณะทางกายภาพ (physical) และพฤติกรรม (behavior) ของบุคคลที่ยังมีชีวิตมาใช้

ลักษณะไบโอเมตริกซ์ของแต่ละบุคคลมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เช่น ลายนิ้วมือ (fingerprint) ลายฝ่ามือ (hand geometry) รูปแบบใบหน้า ลายเซ็น ท่าทางการเดิน โดยที่มีรูปแบบเป็นเอกลักษณ์ ยากต่อการทำลาย ลอกเลียนแบบ หรือทำปลอมขึ้นมา [2,3] มีการศึกษาเพิ่มเติมระบุว่าไบโอเมตริกซ์ทางกายภาพเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าไบโอเมตริกซ์ทางพฤติกรรม [4] สำหรับการใช้ไบโอเมตริกซ์แต่ละชนิดมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกันไป ทั้งในเรื่องของความถูกต้องแม่นยำ ความเหมาะสมกับการนำไปใช้ การแปลผล รวมทั้งราคาของของเครื่องมือและระบบ [5,6]

สำหรับระบบไบโอเมตริกซ์ที่วิเคราะห์หลอดเลือดดำบริเวณหลังมือมีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย เพราะเชื่อว่ารูปแบบเส้นเลือดดำบริเวณมือของแต่ละบุคคลจะคงสภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อบุคคลนั้นเจริญเติบโตเต็มที่ [7,8] นอกจากนี้รูปแบบ (pattern) ของเส้นเลือดดำในส่วนเดียวกันของร่างกายจะต่างจากส่วนอื่น ๆ และจะคงสภาพเช่นนั้นอยู่เป็นระยะเวลานาน จึงมีศักยภาพที่น่าจะเป็นลักษณะไบโอเมตริกซ์ที่ปลอดภัยและน่าเชื่อถือได้ในการนำมาใช้ยืนยันตัวบุคคล [9] เช่น มีการยืนยันตัวบุคคลด้วยการใช้เส้นเลือดดำบริเวณฝ่ามือก่อนเข้ารับการฉายรังสี เพื่อป้องกันการรักษาผิดคน [10] ในปี ค.ศ. 2000 เริ่มมีการตีพิมพ์ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้รูปแบบเส้นเลือดดำสำหรับไบโอเมตริกซ์เพื่อใช้ระบุตัวบุคคลว่าเป็นวิธีการที่ใช้เวลาน้อยในการระบุตัวบุคคลและการยืนยันบุคคล โดยมีความเชื่อถือได้สูงถึงร้อยละ 99.45 [11] ปี ค.ศ. 2007 Wong และคณะ [12] ศึกษาการยืนยันตัวบุคคลด้วยเส้นเลือดดำบริเวณฝ่ามือ (palm vein) ได้ข้อสรุปว่าระบบการตรวจสอบเส้นเลือดดำที่มือเป็นนวัตกรรมใหม่ของระบบความปลอดภัยทางไบโอเมตริกซ์ที่มีค่าอัตราการยอมรับความผิดพลาด (false accept rate, FAR) และอัตราการปฏิเสธความผิด

พลาด (false rejection rate, FRR) ต่ำมาก อีกทั้งยังมีความปลอดภัยเชิงสุขลักษณะที่ดีกว่าการใช้ระบบไบโอเมตริกซ์แบบอื่น เพราะร่างกายไม่จำเป็นต้องมีส่วนใดส่วนหนึ่งสัมผัสกับอุปกรณ์เครื่องมือ แต่มีข้อจำกัดที่ระบบมีความซับซ้อน โดยมีการเลือกใช้ระบบไบโอเมตริกซ์อื่นที่ต่างกันไปประยุกต์รวมกันเพื่อให้เกิดความแม่นยำยิ่งขึ้น เช่น การใช้เส้นเลือดดำบริเวณฝ่ามือร่วมกับลายนิ้วมือและลายฝ่ามือ คุณลักษณะพิเศษของเส้นเลือดดำที่ศึกษาวิจัยมีหลายลักษณะ โดยปี ค.ศ. 2008 Wang และคณะ [9] ศึกษาเส้นเลือดดำบริเวณหลังมือด้วยการวิเคราะห์รายละเอียดพิเศษ (minutiae) 13 จุด จุดแยกเป็น 2 แฉก (bifurcation point) 7 จุด และจุดสิ้นสุด (ending point) 6 จุด ในช่วงเวลาเดียวกัน Shahin [13] ใช้การถ่ายภาพมือคนละ 10 ภาพ ในช่วงที่ต่างกัน โดยแบ่งเป็นมือซ้าย 5 ภาพ มือขวา 5 ภาพ โดยใช้ภาพ 3 ภาพ เป็น template และใช้ภาพ 2 ภาพ เป็นตัวทดสอบ พิสูจน์ได้ว่าลักษณะเส้นเลือดดำบริเวณมือขวาและมือซ้ายของบุคคลคนเดียวกันไม่เหมือนกัน

ปี ค.ศ. 2009 Gnee [14] ศึกษาวิธีการถ่ายภาพเส้นเลือดบริเวณมือ คอ และแขน ด้วยรังสีอินฟราเรดคลื่นยาว (FIR) และรังสีอินฟราเรดคลื่นสั้น (NIR) พบว่าการถ่ายภาพด้วยรังสีอินฟราเรดคลื่นยาว เส้นเลือดดำบริเวณใกล้เนื้อเยื่อผิวหนังจะมีอุณหภูมิสูงกว่าเนื้อเยื่อรอบ ๆ แต่การถ่ายภาพด้วยรังสีอินฟราเรดคลื่นสั้นไม่มีการแผ่ความร้อนออกมา เนื่องจากฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเส้นเลือดดำดูดซับรังสีอินฟราเรดที่แผ่ความร้อนออกมาได้มากกว่าเนื้อเยื่อรอบ ๆ เส้นเลือดดำนั้น ต่อมาในปี ค.ศ. 2010 Deepamalar และ Madheswaran [15] ศึกษาลักษณะรูปทรงและองค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาและลักษณะรูปแบบพิเศษอื่น ๆ ที่มีการใช้อยู่ ได้แก่ การตัดส่วนกระดูกออก ตูดแยกของเส้นเลือด และจุดที่มาบรรจบกันของเส้นเลือด

มาจัดเป็นระดับคะแนนเพื่อจับคู่ และใช้ระบบเครือข่ายเส้นประสาทเป็นตัวแยกหมวดหมู่รูปแบบเส้นเลือดดำที่ใช้ในการตัดสินใจ ในช่วงเวลาเดียวกัน Soni และคณะ [16] ศึกษาเส้นเลือดหลังมือด้วยอุปกรณ์กล้องธรรมดา โดยจัดระยะการถ่ายภาพที่ได้ภาพชัดด้วยการให้อาสาสมัครจำนวน 341 คน กำมือในระหว่างการถ่ายภาพทั้งหมด 1750 ภาพ แล้วมาเปรียบเทียบภาพโดยใช้บริเวณที่สนใจศึกษาเท่านั้นสำหรับตัดสินใจให้ยืนยันความถูกต้องของบุคคล ต่อมาในปี ค.ศ. 2012 Beg และคณะ [17] ศึกษาการใช้รูปภาพเส้นเลือดดำที่แยกเป็น 3 แฉก (triangulation) บริเวณหลังมือประกอบกับข้อมูลรูปทรงข้อนิ้วมือที่แยกออกมาเพื่อใช้ในการยืนยันระบุตัวบุคคล

ผลการศึกษารูปแบบโครงสร้างเฉพาะหลอดเลือดดำบริเวณมือของแต่ละคนที่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อบุคคลนั้นหยุดการเจริญเติบโต [18] นั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษารูปแบบโครงสร้างของหลอดเลือดดำใกล้ผิวหนัง (superficial vein) บริเวณท้องแขน ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเส้นเลือดดำบริเวณมือ และมองเห็นได้ง่าย โดยใช้เทคนิคอินฟราเรดคลื่นสั้น ซึ่งมีสมบัติที่ไม่ทำอันตรายต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อ รวมทั้งไม่มีผลต่อการแทรกซึมเมื่อผ่านเข้าสู่อวัยวะภายในและเซลล์ของมนุษย์ โดยแสงอินฟราเรดคลื่นสั้นเมื่อส่องผ่านเนื้อเยื่อหรือเซลล์ต่าง ๆ จะดูดกลืนแสงต่างกันไป สำหรับฮีโมโกลบินจะดูดกลืนแสงอินฟราเรดคลื่นสั้น ทำให้เห็นฮีโมโกลบินชัดเจนขึ้น [12] จึงทำให้เห็นแนวของเส้นเลือดดำได้ การทดลองนี้ใช้เครื่องตรวจหาเส้นเลือดดำ (Veinviewer®) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจหาเส้นเลือดดำด้วยเทคโนโลยีอินฟราเรดคลื่นสั้นที่ใช้ในวงการแพทย์ทั่วไป ถ่ายภาพเส้นเลือดดำ และหารูปแบบลักษณะพิเศษเฉพาะที่ปรากฏมาศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงสร้างรูปแบบของภาพ ซึ่งเป็นการนำคุณลักษณะทางไบโอเมตริกซ์มาใช้

ประโยชน์ เพื่อเป็นแนวทางในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล การศึกษาครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการศึกษาและพัฒนาต่อยอดในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 เครื่องตรวจหาเส้นเลือดดำ

เครื่องตรวจหาเส้นเลือดดำเป็นเครื่องมือที่ใช้แสงอินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น (near infrared, NIR) ที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพเส้นเลือดดำ [19] โดยใช้เครื่องตรวจหาเส้นเลือดดำของบริษัท Christie Medical รุ่น VeinViewer® Flex มีลักษณะดังรูปที่ 1



Figure 1 Vienvviewer of Christie Medical Holdings Inc., model VeinViewer® Flex

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 กลุ่มอาสาสมัคร นักศึกษาพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลในวิทยาลัยพยาบาลตำรวจ และบุคลากรในโรงพยาบาลตำรวจ มีอายุ 19-60 ปี ไม่มีปัญหาด้านสุขภาพ ไม่มีความพิการบริเวณแขนขา

จำนวน 120 คน ตามรูปแบบการรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โครงการวิจัยที่ 026/2560

2.2.2 ใช้เครื่อง Veinviewer® ถ่ายภาพเส้นเลือดดำบริเวณท้องแขนข้างขวาของอาสาสมัครแต่ละราย เพื่อเก็บข้อมูลรูปแบบเส้นเลือดดำในบริเวณที่ต้องการศึกษา (region of interest, ROI) บันทึกข้อมูลภาพเป็นข้อมูลในครั้งแรก (template) หลังจากถ่ายภาพครั้งแรกแล้วไม่น้อยกว่า 1 เดือน จึงเก็บข้อมูลรูปแบบเส้นเลือดจากอาสาสมัครแต่ละคนอีกครั้งหนึ่ง บันทึกข้อมูลภาพเป็นข้อมูลครั้งที่สอง (test) ดังรูปที่ 2

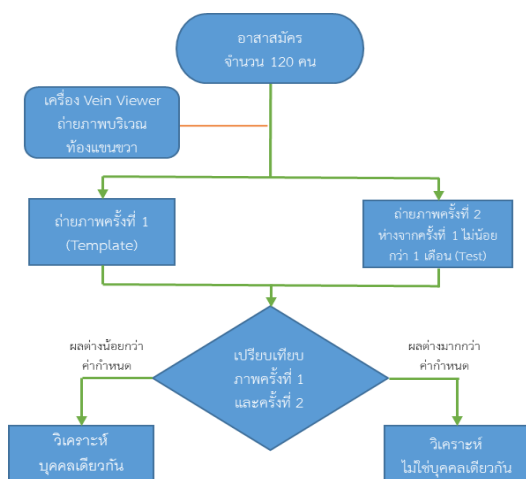


Figure 2 Flow diagram of personal identity process

2.2.3 ขั้นตอนการถ่ายภาพ

(1) ขั้นตอนที่ 1 การระบุตำแหน่งแขน โดยใช้แขนขวา สำหรับการเก็บภาพเส้นเลือดดำบริเวณที่ศึกษา คือ บริเวณเหนือจากข้อพับ 1 นิ้ว และต่ำกว่าข้อพับ 2.5 นิ้ว โดยใช้ถุงพลาสติกใสเป็นวัสดุกำหนดทิศทางที่ ให้อาสาสมัครสวมถุงใสพลาสติกด้านแขนขวา และวางขอบเขตให้ตรงกับตำแหน่งข้อพับรูปแบบแสดงดังรูปที่ 3



Figure 3 Determining the position of the arm coordinates for data capture

(2) ขั้นตอนที่ 2 การระบุตำแหน่งเส้นเลือดดำบริเวณข้อพับแขน และถ่ายภาพด้วยเครื่องตรวจหาเส้นเลือดดำ โดยใช้ขาตั้งยึดติดเครื่อง ให้มีความสูงจากบริเวณที่ถ่ายภาพ 30 เซนติเมตร และเครื่องตรวจหาเส้นเลือดดำต้องตั้งฉากกับข้อพับแขนของอาสาสมัครในระหว่างการถ่ายภาพ แสดงดังรูปที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มีขนาด 450x610 pixel แสดงดังรูปที่ 5



Figure 4 Indication of the vein position

2.2.3 นำข้อมูลภาพที่ได้จากการถ่ายภาพครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มาทำแปลงข้อมูลภาพที่ได้จากรูปแบบสีเทา (gray level) เป็นระบบภาพสีขาวดำ (black and white) แล้วนำข้อมูลภาพมาเปรียบเทียบความเข้มสีแบบจุดต่อจุด (pixel to pixel mapping) เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนของข้อมูลภาพ แสดงดังรูปที่ 6

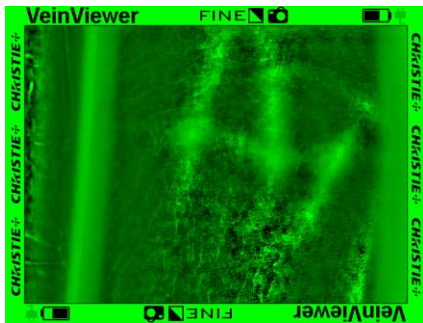


Figure 5 Example of vein image from Veinviewer®



(a) First time image data (template)



(b) Second time image data (test)

Figure 6 Converting grayscale to black and white image and comparison of vein images

2.2.4 การแปลผลความเหมือนของข้อมูลภาพเส้นเลือดดำ นำข้อมูลการเปรียบเทียบความเหมือนของข้อมูลภาพเส้นเลือดดำครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มาจัดกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่เป็นข้อมูล

ภาพจากบุคคลเดียวกัน และคำนวณหาค่าความผิดพลาดของการยอมรับความถูกต้อง (FRR) ของข้อมูลกรณีกำหนดค่าร้อยละของความเหมือนของข้อมูลภาพ (ความไวของข้อมูลภาพ, sensitivity) ในระดับต่าง ๆ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่เป็นข้อมูลภาพจากบุคคลที่ต่างกัน และทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดของการยอมรับความผิดพลาด (FAR) ของข้อมูลกรณีกำหนดค่าร้อยละของความเหมือนของข้อมูลภาพในระดับต่าง ๆ และนำข้อมูลมาวาดกราฟ ดังรูปที่ 7 และจากข้อมูลกราฟจุดตัดของข้อมูลทั้ง 2 ซึ่งเป็นจุดที่ข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีค่าความผิดพลาดต่ำที่สุด (equal error rate, EER) นำมาใช้เป็นค่ากำหนด (threshold) ความถูกต้องของข้อมูลภาพเพื่อแปลผลต่อไป

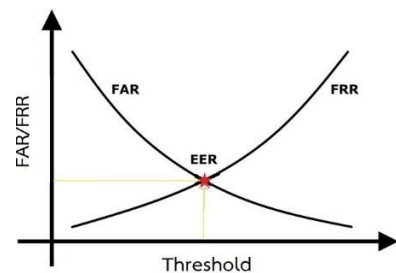


Figure 7 Threshold versus FAR, FRR curves

3. ผลการทดลอง

อาสาสมัครจำนวน 120 คน เป็นเพศหญิงจำนวน 95 คน อายุระหว่าง 19 ปี ถึง 58 ปี และ เป็นเพศชาย จำนวน 25 คน อายุระหว่าง 20 ปี ถึง 56 ปี โดยมีค่าน้ำหนักมวลกาย (body mass index, BMI) อยู่ระหว่าง 15.8 ถึง 41.1 ในเพศหญิง และ ระหว่าง 21.2 ถึง 36.3 ในเพศชาย แสดงดังรูปที่ 8 และ 9

3.1 การเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายครั้งที่ 1 (template) กับข้อมูลภาพถ่ายครั้งที่ 2 (test) โดยนำข้อมูลภาพมาเปรียบเทียบความเข้มสีแบบจุดต่อจุด (pixel to pixel mapping) พบว่าได้ข้อมูลภาพจำนวน

14,400 (120×120) ภาพ และผลความเหมือนของข้อมูล ซึ่งเปรียบเทียบความเข้มสีแบบจุดต่อจุดร้อยละ 1.47-95.33 แสดงดังตารางที่ 1 กลุ่มที่ 1 เป็นข้อมูลภาพจากบุคคลเดียวกัน และกลุ่มที่ 2 เป็นข้อมูลภาพจากบุคคลที่ต่างกัน ได้ผลค่าความเหมือนของข้อมูลที่เปรียบเทียบความเข้มสีแบบจุดต่อจุดร้อยละ 69.48-

95.33 และร้อยละ 1.47-84.43 ตามลำดับ

3.2 การคำนวณหาค่าความผิดพลาดของการยอมรับความถูกต้อง (FRR) และค่าความผิดพลาดของการยอมรับความผิดพลาด (FAR) ข้อมูลภาพในระดับต่าง ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์ค่ากำหนด (threshold) ความถูกต้องของข้อมูลภาพ โดยผลค่าความเหมือนของ

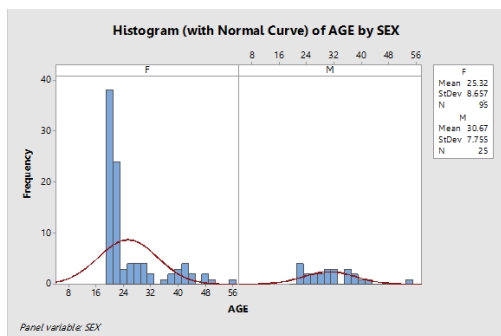


Figure 8 Ages of the volunteers

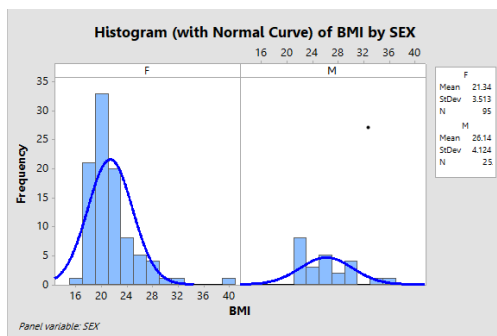


Figure 9 Body mass index (BMI) of the volunteers

Table 1 Examples of computation of alignment results from 5 vein data

	Template 1	Template 2	Template 3	Template 4	Template 5
Test 1	 89.51	 60.16	 41.57	 30.25	 39.32
Test 2	 56.3	 89.87	 42.93	 46.11	 31.4
Test 3	 49.59	 57.72	 93.02	 77.14	 69.95
Test 4	 35.37	 62.5	 75.89	 95.33	 70.99
Test 5	 40.42	 39.47	 64	 67.82	 90.53

ข้อมูลเปรียบเทียบความเข้มสีแบบจุดต่อจุดนำมา คำนวณหาค่าความผิดพลาดของการยอมรับความ ถูกต้องและค่าความผิดพลาดของการยอมรับความ ผิดพลาด ข้อมูลภาพในระดับต่าง ๆ แสดงในกราฟ แสดงประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบรูปภาพเส้น เลือดดำบริเวณแขน ดังรูปที่ 10 จุดตัดของกราฟทั้งสองมีค่าที่ร้อยละ 70.02 ซึ่งนำมาใช้เป็นค่ากำหนด ความถูกต้องของข้อมูลภาพ

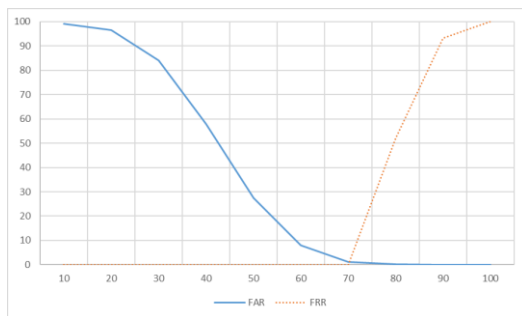


Figure 10 Performance of proposed method for personal Identification

Table 2 Performance computation of false rejection rate (FRR) and false acceptance rate (FAR)

	Images used (gallery)	Missing (times)	Percent
False rejection rate (FRR)	120	1	0.83
False acceptance rate (FAR)	14,280	145	1.02

เมื่อวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลภาพ กลุ่มที่เป็นข้อมูลภาพจากบุคคลเดียวกัน มีการเปรียบเทียบ 120 คู่ข้อมูล (120 คน) ผิดพลาด 1 คู่ข้อมูล คำนวณ

เป็นอัตราความผิดพลาดจากการปฏิเสธร้อยละ 0.83 กลุ่มที่เป็นข้อมูลภาพจากบุคคลที่ต่างกัน มีการเปรียบเทียบ 14,280 คู่ข้อมูล (119×120 คู่) คำนวณเป็นอัตราความผิดพลาดของการยอมรับร้อยละ 1.02 แสดงดังตารางที่ 2

4. สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การเข้ารหัสด้วยตัวอักษรหรือตัวเลขมีการนำมาใช้เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลในหลากหลายวงการเป็นเวลานาน เช่น ธุรกิจการเงินและธนาคาร การนับเวลาทำงานของพนักงานทั่วไป การเข้าสู่ข้อมูลในระบบต่าง ๆ การเข้ารหัสด้วยวิธีการนี้จัดได้เป็นการใช้แบบพฤติกรรม (behavioral biometrics) ซึ่งมีความง่ายสะดวก มีระบบการคัดแยก และพิสูจน์ที่ง่าย ไม่ซับซ้อนมากนัก อาจมีการใช้หลายวิธีร่วมกันเพื่อให้มีความปลอดภัยมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ไบโอเมตริกซ์แบบพฤติกรรมในปัจจุบันอาจไม่สะดวกในหลาย ๆ กรณี เช่น การลืมรหัสข้อมูลหรือการซ้ำกันของรหัสรวมทั้งการลอกเลียนแบบ ซึ่งทำให้เกิดความไม่สะดวกและความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ไบโอเมตริกซ์แบบกายภาพ (physiological biometrics) เป็นวิธีการอีกแบบหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันมีความนิยมมากขึ้นอย่างชัดเจน ด้วยราคาของเทคโนโลยีลดลงอย่างมาก มีความเฉพาะเจาะจงของบุคคลสูง ลอกเลียนหรือทำซ้ำยาก เช่น การใช้ลายนิ้วมือ การใช้รูปแบบของใบหน้า

งานวิจัยนี้นำเสนอรูปแบบการประเมินเส้นเลือดดำบริเวณแขนเพื่อใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล โดยใช้รังสีอินฟราเรดคลื่นสั้นในการถ่ายภาพเส้นเลือดดำบริเวณท้องแขน และนำมาประเมินเปรียบเทียบข้อมูลภาพกับบุคคลเดิมและบุคคลอื่นเมื่อระยะเวลาเปลี่ยนไป (ไม่น้อยกว่า 1 เดือน) ข้อมูลภาพที่เก็บได้จากข้อมูลแบบสีเทา (gray level) ซึ่งมีขนาด

8 บิต แปลงข้อมูลภาพที่ถ่ายให้เป็นภาพแบบไบนารี (binary) และเปรียบเทียบข้อมูลภาพแบบจุดต่อจุด ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลจากบุคคลเดียวกันมีอัตราความผิดพลาดจากการปฏิเสธร้อยละ 0.83 และข้อมูลภาพจากบุคคลที่ต่างกันมีอัตราความผิดพลาดของการยอมรับร้อยละ 1.02 ซึ่งมีความแม่นยำถูกต้องอยู่ในระดับที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคไบโอเมตริกซ์แบบอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การเก็บข้อมูลภาพถ่ายเส้นเลือดบริเวณแขนในการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาขั้นต้นเพื่อนำเสนอรูปแบบใหม่แบบหนึ่งในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

ปัจจัยสำหรับการเก็บข้อมูลภาพเส้นเลือดบริเวณแขนในการศึกษานี้มีข้อจำกัดหลายประการ เนื่องจากการถ่ายภาพจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพของสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม โดยเฉพาะความสว่างของการถ่ายภาพ ระยะความห่างของเครื่องมือถ่ายภาพ และแขนต้องมีระยะห่างและมุมที่คงที่ การวางแผนเพื่อเก็บข้อมูลภาพของอาสาสมัครจำเป็นต้องมีการกำหนดระยะและมุมของการถ่ายภาพให้คงที่ ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการเก็บข้อมูลซ้ำ นอกจากนั้นกายภาพของผิวหน้าและไขมันใต้ผิวหนังของแต่ละบุคคล อายุ และเพศ ก็เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำให้ข้อมูลภาพมีการแปรปรวน การพัฒนาเทคนิคต่อไปอาจต้องมีการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ โดยการถ่ายภาพในระบบที่ควบคุมหรือระบบปิด หรือพัฒนาระบบโปรแกรมการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงข้อมูลภาพให้เป็นพื้นฐาน (normalization) ก่อนการเปรียบเทียบเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานจริงได้อย่างสะดวก

การเก็บข้อมูลภาพเส้นเลือดดำบริเวณแขนโดยใช้เครื่อง Veinviewer® ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ในการส่องหาเส้นเลือดดำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการหรือหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพิ่มเติมเพื่อประโยชน์ใน

การยืนยันตัวบุคคลผู้ป่วยที่ไม่สามารถสื่อสาร เพิ่ม/ทดแทนการใช้วิธีการยืนยันตัวบุคคลผู้ป่วยในรูปแบบเดิม ๆ เช่น ป้ายชื่อผู้ป่วย แถบสายรัดข้อมือ โดยมีความแม่นยำและป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการระบุตัวผู้ป่วยผิดคนได้ดีขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นักศึกษาพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลจากวิทยาลัยพยาบาลตำรวจ และบุคลากรในโรงพยาบาลตำรวจ ที่สละเวลาเป็นอาสาสมัคร สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งบริษัท สุพรีม ดิสทริบิวชัน (ไทยแลนด์) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ยืมเครื่องตรวจหาเส้นเลือดดำเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

6. References

- [1] Crime News Team, Special Criminal Matters, Available Source: <https://www.mgonline.com/crime/detail/9520000035826>, March 6, 2018 (in Thai)
- [2] Wu, J.D. and Liu, C.T., 2011, Finger-vein pattern identification using principal component analysis and the neural network technique, *Exp. Syst. Appl.* 38: 5423-5427.
- [3] Ain, A., Hong, L. and Pankanti, S., 2000, Biometric identification, *Commun. ACM.* 43(2): 90-98.
- [4] Wiangsamut, S., 2001, Identification by biometrics, *J. Sci. Technol. MSU.* 31: 426-431. (in Thai)
- [5] Mercy, B.E. and Nwachukwu, E., 2015, An efficient image preprocessing in an improved intelligent multi biometric

- authentication system, *Int. J. Appl. Inform. Sys.* 9: 37-42.
- [6] Liu, C.H., Wang, J.S., Peng, C.C. and Shyu, J.Z., 2015, Evaluating and selecting the biometrics in network security, *Secur. Commun. Networks* 8: 727-739.
- [7] Kim, H.J., 1995, Biometrics, is it a viable proposition for identity authentication and access control?, *Comp. Secur.* 14: 205-214.
- [8] Analysis of Palm Vein Biometric System, 2007, Available Source: https://courses.ece.ubc.ca/cpen442/term_project/reports/2007-fall/Analysis_of_Palm_Vein_Biometric.pdf, April 9, 2018.
- [9] Wang, L., Leedham, G. and Siu-Yeung Cho, D., 2008, Minutiae feature analysis for infrared hand vein pattern biometrics, *Pattern Recognition* 41: 920-929.
- [10] Basavatia, A., Fret, J., Lukaj, A., Kuo, H., Yaparpalvi, R., Tome, W.A. and Kalnicki, S., 2016, Right care for the right patient each and every time, *Cureus* 8(2): e492.
- [11] Im, S.K., Park, H.M., Kim, Y.W., Han, S.C., Kim, S.W. and Kang, C.H., 2011, An biometric identification system by extracting hand vein patterns, *J. Korean Phys. Soc.* 38: 268-272.
- [12] Wong, K., Lai, T., Lee, B. and Shum, F., 2007, Analysis of Palm Vein Biometric System, Available Source: https://course.s.ece.ubc.ca/412/term_project/reports/2007, March 8, 2018.
- [13] Shahin, M., Badawi, A. and Kamel, M., 2007, Biometric authentication using fast correlation of near infrared hand vein patterns, *Int. J. Biol. Med. Sci.* 2: 141-148.
- [14] Gnee, N.S., 2009, A study of hand vein, neck vein and arm vein extraction for authentication, pp. 949- 952, 7th International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS).
- [15] Deepamalar, M. and Madheswaran, M., 2010, An improved multimodal palm vein recognition system using shape and texture features, *Int. J. Comp. Theor. Eng.* 2: 436-444.
- [16] Soni, M., Gupta, S., Rao, M. and Gupta, P., 2010, A new vein pattern- based verification system, *Int. J. Comp. Sci. Inform. Secur.* 8: 58-63.
- [17] Beg, K.R., Saiswani, A., Vhadalure, M., Shirke, A. and Jaokar, S., 2012, Vein structure authentication system, pp. 15- 18., *IJCA Proceedings on National Conference on Recent Trends in Computing*.
- [18] Hossain, M.E. and Chetty, G., 2011, Human identity verification by using physiological and behavioural biometric traits, *Int. J. Biosci. Biochem. Bioinform.* 1: 199-205.
- [19] Waluś, M., Bernacki, K. and Konopacki, J., 2017, Impact of NIR wavelength lighting in image acquisition on finger vein biometric system effectiveness, *Opto-Electron. Rev.* 25: 263-268.