

การวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับการยืนยันตัวตนผ่านม่านตา

Finding of suitable and secure threshold value for an iris authentication

วิชรีณี สวัสดิ์¹, ณรงค์ฤทธิ์ วังคีรี²

Vicharinee Sawasdee¹, Narongrit Wangkeeree²

Received: 4 February 2019 ; Revised: 7 June 2019 ; Accepted: 2 October 2020

บทคัดย่อ

การยืนยันตัวตนเป็นกระบวนการเบื้องต้นของการรักษาความปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งปัจจุบันระบบ Biometric นิยมนำมาใช้เพื่อการยืนยันตัวตน โดย Biometric ในส่วนของม่านตาถือว่ามีความปลอดภัยสูง อย่างไรก็ตามค่า Threshold ซึ่งเป็นเกณฑ์เพื่อการยืนยันตัวตน ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาอย่างละเอียด โดยค่า Threshold คือค่าที่กำหนดจากจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ยอมรับของค่าที่ถูกต้องหรือที่ตรงกันระหว่าง Iris ที่อยู่ในฐานข้อมูลกับ Iris ที่นำมายืนยันตัวตน ดังนั้นจุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือการวิเคราะห์หาค่า Threshold ที่เหมาะสมและปลอดภัย เพื่อการยืนยันตัวตนจากม่านตา โดยการตรวจสอบภาพดวงตาใช้เทคนิค Circle Hough Transform และภาพดวงตาที่ใช้ในงานวิจัยมาจาก CASIA V.4 และในส่วนของการวัดประสิทธิภาพได้แก่ ค่าถูกต้องของการยอมรับม่านตาที่ถูกต้อง Genuine Acceptance Rate (GAR), ค่าผิดพลาดของการยอมรับม่านตาที่ถูกต้อง False Non-Match Rate (FMRMR) และค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจากม่านตาไม่ถูกต้อง False Match Rate (FMR) ผลการวิจัย พบว่าค่า Threshold 72.9246 เปอร์เซนต์มีค่า GAR 77.50, FMRMR 22.50 และ FMR 1.00 ซึ่งเป็นค่าที่มีความเหมาะสมและปลอดภัย

คำสำคัญ: การยืนยันตัวตน ม่านตา ค่า Threshold Circle Hough Transform

Abstract

Authentication is the first line of defense of any information technology system. One of the popular methods used today is biometric, and iris authentication is gaining popularity. However, the threshold value that is deemed to be secure and appropriate has not been thoroughly studied. The threshold is a value that defines the acceptable amount of the correct bits of the image before securely passing the authentication process. Therefore, the main aim of this research was to find a secure and suitable threshold value used in iris authentication system, where iris localization was done by using Circle Hough Transform technique. Iris image databases v.4 from the CASIA were used in this research. The way to find the appropriate threshold was to test for the right balance of the GAR, FMRMR and FMR values when trying to verify the person's identity. The results of the test revealed that the appropriate threshold had the value of 72.9246 percent of all the available bits of the iris image. Both had GAR 77.50, FMRMR 22.50 and FMR 1.00 values. It can be concluded that the obtained threshold value was suitable and secure.

Keywords: Authentication, Iris, Attacks, Threshold Value, Circle Hough Transform

¹ สาขาระบบสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

² ศูนย์ไซเบอร์ทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย

¹ Information System, Faculty of Social Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus, Vicharinee_sa@rmutto.ac.th

² Cyber Security Center, Royal Thai Armed Forces Headquarter, narongritptu@gmail.com

บทนำ

การยืนยันตัวตน (Authentication) และการระบุตัวตน (Identity) ในปัจจุบัน แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ เช่น รูปหน้า ลายนิ้วมือ ลักษณะมือ และม่านตา (Shay *et al.*, 2010 ; Leng and Zhang, 2011 ; Darwaish *et al.*, 2014) และลักษณะพฤติกรรม เช่น ลายเซ็น การเดิน การกดแป้นพิมพ์ เสียงพูด (Garg *et al.*, 2012 ; Nandakumar, 2007 ; Nagar *et al.*, 2016) ซึ่งระบบ Biometric สามารถใช้ในการยืนยันตัวตนและระบุตัวตนได้อย่างปลอดภัยมากกว่าการใช้รหัสผ่าน ซึ่งอาจลืม สูญหายและถูกขโมยได้ (Jorgensen and Yu, 2011 ; Miyazawa *et al.*, 2008) โดยม่านตา (Iris) เป็นระบบ Biometric ที่นิยมและมีความปลอดภัยสูง (Verma *et al.*, 2012 ; Jan *et al.*, 2013a ; Jan *et al.*, 2013) ซึ่งจำเป็นต้องมีเทคนิคการรู้จำม่านตา เพื่อสกัดลักษณะพิเศษของแต่ละคนออกมา (Jan *et al.*, 2013 ; Pallav and Granorkar, 2013) ซึ่งส่วนที่สามารถนำมาใช้ในการยืนยันตัวตนหรือระบุตัวตนคือม่านตา (Iris) ที่อยู่ระหว่างรูม่านตา (Pupil) และส่วนของตาขาว (Sclera) สำหรับประสิทธิภาพการรู้จำ ขึ้นอยู่กับขนาดของรูม่านตาและคุณภาพของรูปภาพดวงตาที่ใช้ ส่วนขนาดของข้อมูลที่ใช้ขึ้นจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของภาพและกระบวนการสกัดข้อมูล (Jan *et al.*, 2013b)

การยืนยันตัวตนด้วย Iris Recognition System จะต้องมีการสกัดข้อมูลม่านตาดังต้นและข้อมูลม่านตาที่ใช้ในการทดสอบออกมาในรูปแบบของบิตและนำมาเปรียบเทียบกันทุกตำแหน่ง ซึ่งโอกาสที่จะตรงกันทุกตำแหน่งเป็นไปได้น้อยมาก ถึงแม้จะเป็น Iris คนเดียวกันก็ตาม (Jan *et al.*, 2013) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดค่าของความคลาดเคลื่อนระหว่าง Iris Template และ Iris Test เพื่อการยืนยันตัวตน ซึ่งการยืนยันตัวตนด้วย Iris ค่าความถูกต้องที่ใช้คือค่าร้อยละ 60 หรือการใช้สูตรทางสถิติเพื่อการเปรียบเทียบ (Min and Park, 2009) แต่ถ้าสนใจด้านความปลอดภัย ค่าถูกต้องดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้ เพราะมีโอกาสที่เกิดค่าความคลาดเคลื่อนสูง งานวิจัยนี้จึงได้สนใจค่า Threshold ซึ่งเป็นค่าความถูกต้องจากการเปรียบเทียบระหว่าง Iris Template และ Iris Test ที่สามารถยอมรับในการยืนยันตัวตนได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย ในการวัดประสิทธิภาพจะวัดด้วยกัน 3 ค่า ได้แก่ ค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) คือค่าความถูกต้องของการยอมรับจากม่านตาที่ถูกต้อง โดยที่ $GAR = 100 - FMRMR$ การยืนยันตัวตนจากม่านตาที่ถูกต้อง แล้วระบบยอมรับม่านตานั้น และค่า False Non-Match Rate (FMRMR) หรือ False Rejection Rate (FRR) คือค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจากม่านตาที่ต้อง มาจากการยืนยันตัวตนจากม่านตาที่ถูกต้อง แต่ระบบปฏิเสธม่านตานั้น และค่า False Match Rate (FMR) หรือ False Acceptance Rate (FAR) คือค่าผิดพลาดของการ

ยอมรับจากม่านตาที่ไม่ถูกต้อง มาจากการยืนยันตัวตนจากม่านตาที่ไม่ถูกต้อง ระบบยอมรับม่านตานั้น โดยถ้า Threshold Value ต่ำเกินไป จะส่งผลให้การตรวจสอบการยืนยันตัวตนมีค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) สูง และค่า False Non-Match Rate (FMRMR) ต่ำและทำให้ค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ไม่ถูกต้อง False Match Rate (FMR) สูงตามไปด้วย จะส่งผลทำให้การกรองมีประสิทธิภาพในแง่ของเอาไปใช้งาน มีความถูกต้องสูงในการยืนยันตัวตนที่เป็นบุคคลนั้นๆ แต่จะเกิดค่าผิดพลาดสูงตามไปด้วย ถ้าสนใจในแง่การนำความปลอดภัยไม่สามารถใช้งานได้ และถ้าค่า Threshold สูงเกินไป จะส่งผลให้การตรวจสอบการยืนยันตัวตนมีค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) ต่ำ และค่า False Non-Match Rate (FMRMR) สูงและทำให้ค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ไม่ถูกต้อง False Match Rate (FMR) ต่ำตามไปด้วยการยืนยันด้วยค่า Threshold สูงเกินไปถึงแม้จะตอบโจทย์ในแง่ของความปลอดภัยแต่ไม่สามารถนำมาใช้งานจริง (Arvacheh, 2006 ; Daugman, 2013)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาระบบ Iris Recognition เพื่อวิเคราะห์หาค่า Threshold ที่มีความเหมาะสมและปลอดภัย สำหรับนำไปใช้ในการยืนยันตัวตน โดยโครงสร้างบทความประกอบด้วย ส่วนที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน ส่วนที่ 4 ผลลัพธ์และส่วนที่ 5 สรุปผล

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การยืนยันตัวตนด้วยระบบ Biometric มุ่งวิเคราะห์หา Threshold Value ที่เหมาะสมและปลอดภัย นั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Iris Recognition System และ Circle Hough Transform และ Threshold Value

1. Iris Recognition System และ Circle Hough Transform

การยืนยันตัวตนหรือการระบุตัวตนด้วยระบบม่านตาถือว่าเป็น Biometric ที่มีความปลอดภัยสูง (Pallav and Granorkar, 2013 ; Arvacheh, 2006) ซึ่งประสิทธิภาพการ Detect ขึ้นอยู่กับขนาดของรูม่านตาและคุณภาพของภาพดวงตาที่นำไปใช้ในการรู้จำ ตลอดจนแสงที่น้อยและมากเกินไปจะส่งผลทำให้การ Detect ผิดพลาด ฉะนั้นก่อนนำภาพดวงตามาทดสอบหรือรู้จำ ควรมีการลดสิ่งที่มีผลกระทบต่อความผิดพลาดในการรู้จำเสียก่อน เช่น การปรับภาพดวงตาเป็นภาพสีขาวดำเพื่อลดปัญหาสีของม่านตาเป็นต้น ซึ่งภาพดวงตาจะประกอบด้วย รูม่านตา ม่านตาตาขาว ขนตา ขนคิ้ว ด้านบนของตา แต่ส่วนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการยืนยันตัวตนได้ คือส่วนของตาดำหรือ

ม่านตาซึ่งอยู่ระหว่างรูม่านตา และตาขาว (Daugman, 2013) ดัง Figure 1.

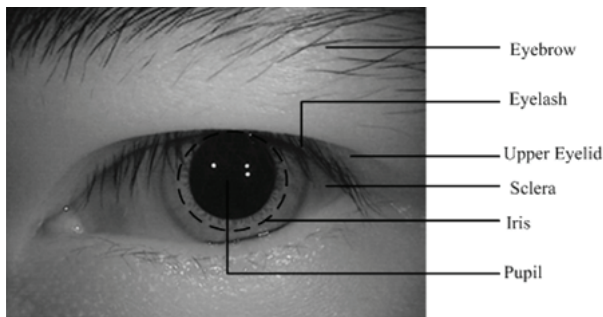


Figure 1 Eye of Research

งานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการทำงานของ Iris Recognition System ด้วยการใช้เทคนิค Circle Hough Transform เพื่อ Detect รูปดวงตา สามารถแบ่งส่วนทำงานหลักๆ ของ Iris Recognition System ได้ดังต่อไปนี้ 1. Image Eye Acquisition 2. Segmentation Iris และ Pupil 3. Noise in the Eye และ 4. Feature Extraction และ Encoding

1.1 การได้มาของรูปภาพดวงตา (Image Eye Acquisition)

รูปภาพที่ใช้ใน ระบบ Iris Recognition System ได้จากฐานข้อมูลเพื่อการวิจัยทาง Biometric จากฐานข้อมูล CASIA (Arvacheh, 2006) เป็นรูปภาพดวงตาที่มีคุณภาพสูง ซึ่งได้จากกล้องที่ใช้ถ่ายภาพรูปดวงตาเพื่อการวิจัยโดยเฉพาะ จำเป็นต้องมีความละเอียดและความคมชัด และแสงสว่างที่เพียงพอ โดยกล้องมีลักษณะการทำงานแบบ Near-infrared หรือ LED ระยะห่างของดวงตากับกล้องประมาณ 3 เมตร (Arvacheh, 2006)

1.2 เทคนิค Circle Hough Transform

เทคนิค Circle Hough Transform (CHT) เป็นหลักการทำงานทางเทคนิคด้าน feature extraction เพื่อการ Detect ด้วยลักษณะภาพที่มีวงกลม เช่น ดวงตา ลูกฟุตบอล ฯลฯ โดยนำรูปภาพที่มีลักษณะที่มีวงกลมอยู่ในภาพ และทำการปรับคุณภาพและสีของภาพก่อนเข้าสู่หลักการของ CHT ตามหลักการของ Daugman's (Jan *et al.*, 2013a ; Jan *et al.*, 2013b ; Pallav and Granorkar, 2013 ; Min and Par, 1988) ตามสมการที่ 1

$$|\nabla G(x, y) * I(x, y)|, \quad (1)$$

จากสมการที่ 1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

$\nabla \equiv (\partial/\partial x, \partial/\partial y)$ and $G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma^2}}$. $G(x, y)$ เป็น Function เพื่อการปรับให้ Smooth โดยขนาด σ ที่เหมาะสม จากการวิเคราะห์ edge

Edge map คือ ขั้นตอนการเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ Circle Hough Transform ให้ได้รูปร่างที่เด่นชัดมากขึ้น โดยพิจารณาจาก edge points ได้แก่ $(x_j, y_j), j=1, 2, \dots, n, a$ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$H(x_c, y_c, r) = \sum_{j=0}^n h(x_j, y_j, x_c, y_c, r), \quad (2)$$

โดยที่

$$h(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = \begin{cases} 1 & \text{if } g(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = 0; \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3)$$

การวิเคราะห์หากระจกตา (Limbus) และรูม่านตา (Pupil) ซึ่งเป็นลักษณะวงกลมสามารถกำหนดเป็น Function g โดยสามารถอธิบายตามสมการ ดังนี้

$$g(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = (x_c - y_c)^2 + (y_j - y_c)^2 - r^2. \quad (4)$$

จุดกึ่งกลาง (Center) ของวงกลมคือ (x_c, y_c) และมีรัศมี (Radius) คือ r เมื่อ Edge point อยู่บนวงกลมค่าของฟังก์ชันจะเท่ากับ 0 และค่าของ Function g เป็นจริงจะได้ค่าเท่ากับ 1 โดย Function h ซึ่งเป็นหลักการทำงานของ Circle Hough Transform (Bouridane, 2009 ; Proenca, 2009 ; Cherabi, 2012)

1.3 การทำเซกเมนต์ (Segmentation)

การทำ Segmentation ระบบจะมีการหาจุดกึ่งกลางของรูม่านตา (Iris/Pupil) แม้ว่าดวงตาจะอยู่ ณ ตำแหน่งใดของรูปภาพ ซึ่งวิเคราะห์จากความเข้มของ Pixel แล้วทำการวาดเส้นวงกลม 2 วงตามรัศมีเส้นขอบโดยอัตโนมัติ โดยเส้นแรกวาดตามขอบตาดำ และเส้นที่สองวาดก่อนถึงตาขาวตามหลักการ Daugman Algorithm ดัง Figure 2

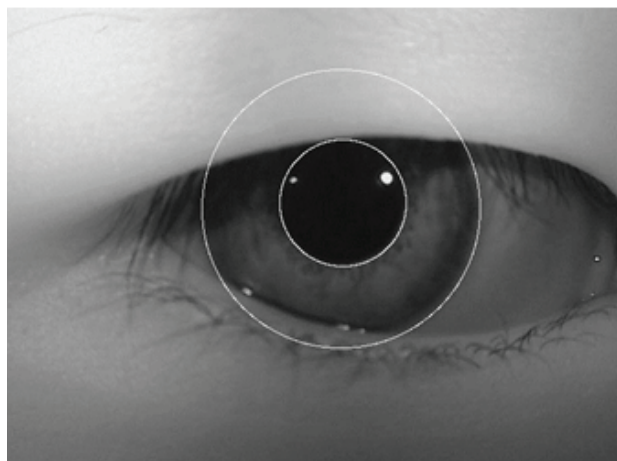


Figure 2 Segmentation Process

John Daugman ได้นำเสนอ Daugman Algorithm ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของ Iris Recognition System เพื่อการทำ Segmentation (Daug, 2009) ดังสมการที่ 5

$$\text{Max}(r, x_0, y_0) \left| \frac{\partial}{\partial r} G_\sigma(r) * \int_{r,x,y} \frac{I(x,y)}{2\pi r} ds \right| \quad (5)$$

จากสมการที่ 5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

$I(x, y)$ กระบวนการหาความเข้มของ Pixel (x, y) จากภาพดวงตาที่ใช้ในการทดสอบ

$G_\sigma(r)$ คือ ฟังก์ชันของกระบวนการทำให้ Smooth ขึ้น โดยการเพิ่มความเข้มของภาพและหาจุดกึ่งกลางของรูม่านตาให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น

สิ่งที่ส่งผลทำให้การ Detect ของรูม่านตาที่ผิดพลาดเกิดจากสิ่งรบกวนพื้นฐาน ได้แก่ เปลือกตาบน (Upper eyelids) และเปลือกตาล่าง (Lower eyelids)

1.4 การตัดส่วนรบกวน (Noise)

ในงานวิจัยนี้มีการตัดส่วนรบกวนที่ก่อให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนหรือทำให้เกิดการ Detect ผิดพลาด จึงได้มีการตัดส่วนที่ไม่ใช่ดวงตาหรือม่านตาทิ้ง อาทิเช่น ขนตาบน (Upper Eyelid) และขนตาล่าง (Lower Eyelid) ของรูปภาพดวงตา เพราะขนตาทั้งบนและล่างถือว่าเป็นค่า Noise ทำให้การ Detect ผิดพลาดสูง (Bouridane, 2009 ; Proenca, 2009 ; Bouridane, 2009 ; Proenca, 2009 ; Cherabit *et al.*, 2012) ดัง Figure 3

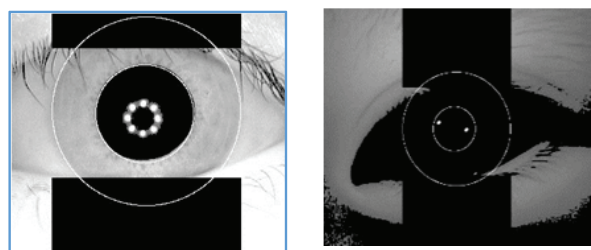


Figure 3 Noise on Eye

1.5 การทำ Normalization

โดยส่วนใหญ่การตรวจสอบ (Detect) ผิดพลาดเกิดจากการยืดหรือขยายของม่านตา (Iris) และแสงที่ส่องเข้าดวงตา ระหว่างการเก็บข้อมูล และอาจจะมีเหตุผลอื่นๆ นอกเหนือจากแสงสว่าง ที่ทำให้ เปรียบเทียบ (Comparison) ไม่ตรงกัน เช่น ระยะห่างของการถ่ายภาพ การหมุนกล้องหรือมุมกล้อง การเอียงศีรษะและการหมุนของลูกตา ซึ่งการทำ Normalization ของภาพดวงตา จะช่วยเพิ่มความแตกต่างของค่าระดับสีระหว่างส่วนของตาดำและส่วนของตาขาวให้เด่นชัดมากยิ่งขึ้น (Birgale and Kokare, 2010)

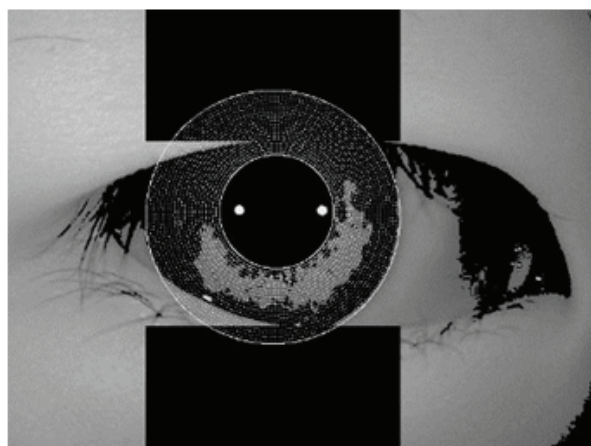


Figure 4 Normalization

1.6 การสกัดค่า (Feature Extraction) หรือการแปลงค่าออกมาเป็นข้อมูล (Encode data)

ระบบจะมีสักรูปภาพในพื้นที่ตรงกลางระหว่างเส้นวงกลมสองเส้น หรือที่เรียกว่าลายม่านตา ออกมาในรูปแบบของบิต 0 และ 1 ดัง Figure 5. โดยใช้หลักการของ convolving เพื่อการ Encode ซึ่งขนาดข้อมูลจำนวน 9,600 บิต (Vatsa, 200)

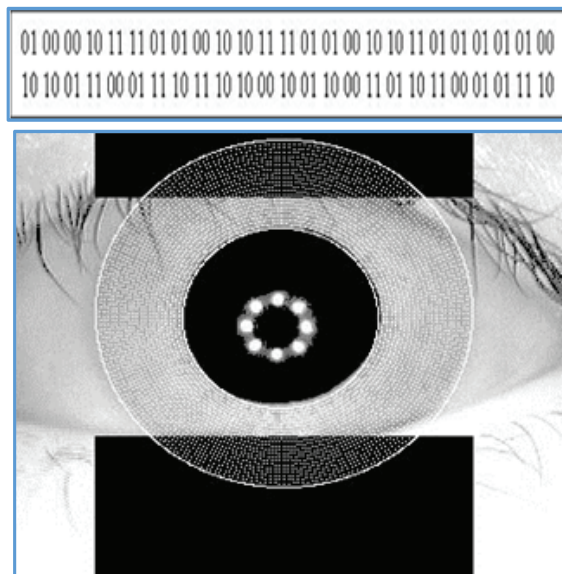


Figure 5 Create Iris Data by Convolution

2. Threshold Value

Threshold Value คือช่วงของการเปรียบเทียบ (Compare) ของข้อมูลที่ได้จากม่านตาตั้งต้น (Iris Template) และข้อมูลม่านตาทดสอบ (Iris Test) ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบ บิตที่ละตำแหน่ง แล้วประเมินประสิทธิภาพในค่า Genuine Acceptance Rate (GAR), ค่า False Non-Match Rate (FMRMR) และ ค่า False Acceptation Rate (FMR) ซึ่งค่า Threshold Value ต้องเป็นช่วงเหมาะสมและปลอดภัย ถ้าค่า ของ Threshold Value สูงเกินไปจะส่งผลให้การยืนยันตัวตนมีประสิทธิภาพสูงในเรื่องของการกรองข้อมูลม่านตา แต่ข้อมูลที่ถูกต้องอาจจะถูกกรองไปด้วย และถ้าค่าของ Threshold Value ต่ำเกินไป ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการยอมรับของข้อมูล ม่านตาที่สูง แต่อาจทำให้เกิดการชนของข้อมูลม่านตา เพิ่มขึ้นไปด้วย (Tan *et al.*, 2010)

การยืนยันตัวตนด้วยระบบ Iris จะต้องมีการสกัด ข้อมูลจาก Iris ตั้งต้น (Iris Template) และข้อมูลจาก Iris ที่ ใช้ในการทดสอบ (Iris Test) ออกมาในรูปแบบของบิตและ นำมาเปรียบเทียบกับทุกตำแหน่ง ซึ่งโอกาสที่จะตรงกันทุก ตำแหน่งเป็นไปได้น้อยมาก ถึงแม้จะเป็น Iris คนเดียวกัน ก็ตาม (Pallav and Granorkar, 2013) การยืนยันตัวตนด้วย Biometric มีเรื่องของคุณภาพของรูปภาพ Iris นั้นๆ ที่ไม่มี คุณภาพ และไม่สม่ำเสมอ ทั้งเรื่องของแสงขณะถ่ายภาพ ภาพ ไม่ชัด ซึ่งมีผลต่อการตรวจสอบเพื่อสกัดออกมาเป็นข้อมูลทั้ง สิ้น ทำให้การยืนยันตัวตนไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดค่าของความคลาดเคลื่อนระหว่าง Iris Template และ Iris Test เพื่อการยืนยันตัวตน ดังนั้น การวิเคราะห์ หา Threshold Value ต้องคำนึงถึงการใช้งานจริงและต้องมีความปลอดภัยควบคู่ด้วย มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งได้ศึกษาการ

วิเคราะห์หา Threshold เพื่อการยืนยันตัวตน งานวิจัยแรกได้ ศึกษาการยืนยันตัวตนด้วยลายฝ่ามือ (Palmprint) ด้วยเทคนิค MinMax Threshold Range (MMTR) เพื่อช่วยให้เกิดความถูกต้องในการเปรียบเทียบมากขึ้น การยืนยันตัวตนด้วยเทคนิค MinMax Threshold Range (MMTR) ซึ่งประกอบด้วยการเตรียมข้อมูลรูปภาพ Palmprint และต่อจากนั้นตรวจสอบรูปภาพ สกัดข้อมูลออกมา ในงานวิจัยนี้ได้นำหลักการของ Hamming Distance ร่วมด้วยเพื่อให้เกิดความถูกต้องมากขึ้น ซึ่ง Hamming Distance เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ข้อความ ที่มีความยาวเท่ากัน คือจำนวนตำแหน่งที่มีสัญลักษณ์หรือ อักขระที่แตกต่างกันบางส่วน กล่าวอีกนัยหนึ่ง มันคือจำนวน น้อยที่สุดที่ต้องใช้เพื่อเปลี่ยนจากข้อความหนึ่งไปเป็นอีก ข้อความหนึ่ง หรือจำนวนตัวอักษรที่คลาดเคลื่อนที่เปลี่ยนจาก ข้อความหนึ่งไปเป็นอีกข้อความหนึ่ง หลังจากนั้นจะเข้าสู่หลัก การของ Threshold ที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยพบว่า การการ ยืนยันตัวตนด้วยเทคนิค Min Max Threshold Range (MMTR) ทำให้ค่า อัตราการยอมรับผิดพลาด (False Acceptance Rate - FAR) ได้ (Jan *et al.*, 2013) จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ หา Threshold Value เพื่อการยืนยันตัวตน แต่ไม่สามารถใช้ หลักการของ Hamming Distance เพราะผู้วิจัยต้องการข้อมูลที่ ตรงกันทั้งหมดเพื่อนำมาใช้เป็นกุญแจเข้ารหัสลับ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานของงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ Data Set โดยเป็นรูปดวงตา จากฐานข้อมูล Chinese Academy of Sciences Institute of Automation (CASIA) ซึ่งเป็น ฐานข้อมูลเพื่อการวิจัยทางด้าน Biometric จำนวน 22,500 รูป จากอาสาสมัครจำนวน 1,650 คน ซึ่งเป็นรูปดวงตาขนาด 8 bit แบบ gray-level นามสกุล .JPEG ภายใต้การถ่ายภาพแบบ อินฟราเรด (Arvacheh, 2006) แล้วนำมาเรียนรู้อ่านม่านตา โดยใช้เทคนิค Circle Hough Transform และประเมินประสิทธิภาพ ความถูกต้อง เพื่อวิเคราะห์หา Threshold Value ที่เหมาะสม และปลอดภัย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การสร้าง Model เพื่อวิเคราะห์หา Threshold Value และ
2. การทดสอบ Model ที่ได้จากการวิเคราะห์ Threshold Value ดังกล่าว

1. Data Set ที่ใช้ในการวิเคราะห์หา Threshold Value

Data Set ที่ใช้ในการวิเคราะห์หา Threshold Value เป็นรูปดวงตาจาก CASIA V.4 เป็น Data set เพื่อการวิจัย เกี่ยวกับ Biometric ในกลุ่ม CASIA-Iris-Twins ซึ่งเป็นรูป ดวงตา จำนวน 4,000 รูปของกลุ่มแฝด จำนวน 100 คู่แฝด ทั้ง

ตาข้างซ้ายและข้างขวา เพราะนักวิจัยสนใจความคล้ายคลึงของลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงของคู่แฝดอาจจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการยืนยันตัวตนด้วย Iris ซึ่งได้จากอาสาสมัครจำนวน 200 คน (Arvacheh, 2006)

2. Data Set ที่ใช้ในการทดสอบ Threshold Value

Data Set ที่ใช้ในการทดสอบ Threshold Value ที่ได้วิเคราะห์มา ผู้วิจัยได้นำ Data Set สองกลุ่มจากฐานข้อมูล CASIA V.4 ได้แก่ กลุ่ม CASIA-Iris-Syn ซึ่งเป็น Data Set ที่สร้างขึ้นมาจากห้องทดลองของ CASIA ตามอัลกอริทึมที่สร้างขึ้นมาเลียนแบบดวงตาจริง จำนวน 2,000 รูป (Garg *et al.*, 2012) Data Set กลุ่ม CASIA-Iris-Lamp ซึ่งเป็นรูปดวงตาที่อาสาสมัครเก็บข้อมูล โดยการถ่ายภาพด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ภาพไม่มีความคมชัดที่เกิดจากความไม่แน่นอนจากการเก็บข้อมูล จากอาสาสมัคร 450 คน หรือจำนวน 900 รูป (Arvacheh, 2006) เพื่อทดสอบ Threshold Value เมื่อใช้กับ Data Set กลุ่มอื่น

3. กรอบแนวคิด (Framework)

กรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้ นำเสนอภาพรวมของงานวิจัย โดยนักวิจัยได้แบ่งการทำงานหลักๆ ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.1 ส่วนของการตรวจสอบรูปดวงตา ด้วยเทคนิค Circle Hough Transform และ Feature Extraction หรือ Encode data เพื่อสร้างข้อมูล

3.2 ส่วนของการวิเคราะห์หา Threshold Value ที่ปลอดภัย โดยมีการทดสอบเพื่อหา Threshold Value ซึ่งมีการกำหนดช่วงในการเปรียบเทียบระหว่าง Iris Template และ Iris Test ดังนี้ Threshold Value ≥ 60 , ≥ 65 , ≥ 70 , ≥ 75 และ ≥ 80 แล้วนำผลมาประเมินประสิทธิภาพ 3 ค่า ได้แก่ ค่า Genuine Acceptance Rate (GAR), ค่า False Non-Match Rate (FMRMR) และค่า False Acceptation Rate (FMR) เพื่อวิเคราะห์หา Threshold Value ที่เหมาะสมและปลอดภัย โดยค่า Threshold Value จะต้องได้ค่า GAR สูง, FMRMR ต่ำ และ FMR ต่ำที่สุด ยังมีค่า FMR เข้าใกล้ 0 ยิ่งดี จึงสามารถอธิบายดัง Figure. 6

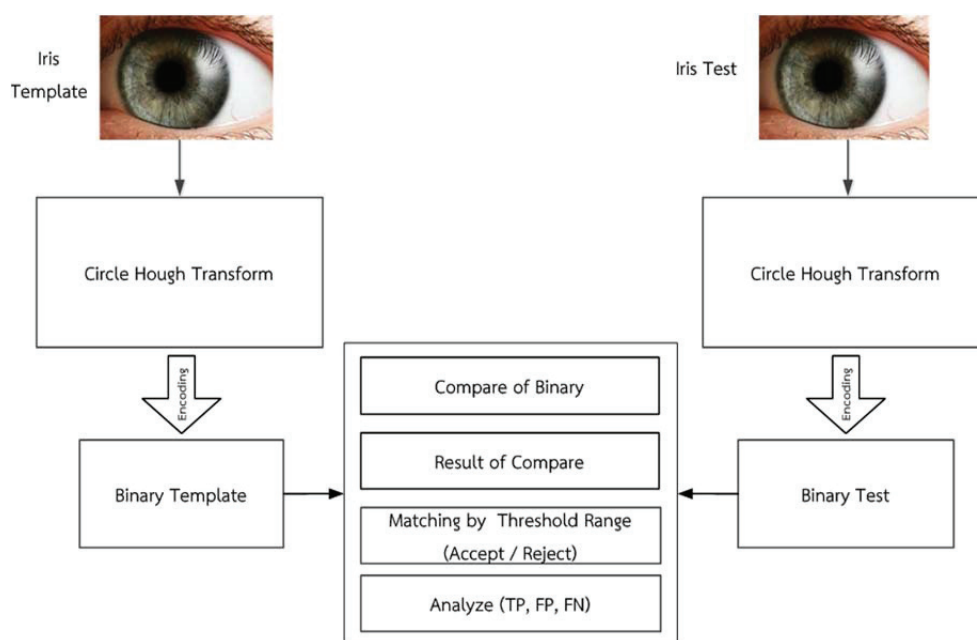


Figure 6 Framework

จาก Figure 6 แสดงการวิเคราะห์หา Threshold Value จากจุดตัดของเส้นตรงของค่า GAR และ FMRMR ด้วยสมการเส้นตรงแบบผ่านจุดสองจุด (The Two-Point Equation) โดยค่า GAR และ FMRMR เป็นค่าที่มีความสำคัญ ซึ่งต้องคำนึงถึงระดับค่าที่เหมาะสมหรือสัมพันธ์กัน ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานและความปลอดภัย โดยแทนค่า $GAR=x_1$, y_1 และแทนค่า $FMRMR=x_2$, y_2 ซึ่ง y คือพิกัด y ของจุด

ใดๆ บนเส้นตรง และ x คือพิกัด x ของจุดที่มีพิกัด y งานวิจัยนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพสามด้าน ได้แก่ ค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) ค่าความถูกต้องของการยอมรับจาก Iris ที่ถูกต้อง, ค่า False Non-Match Rate (FMRMR) ค่าผิดพลาดของการยอมรับจาก Iris ที่ถูกต้อง และค่า False Match Rate (FMR) ค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ไม่ถูกต้อง

3.3 การเปรียบเทียบ Iris Template และ Iris Test เพื่อวิเคราะห์หาค่า Threshold Value

ขั้นตอนการเปรียบเทียบ Iris Template และ Iris Test เพื่อวิเคราะห์หาค่า Threshold Value โดยการ Compare ที่ละตำแหน่ง ทุกบิต เพื่อคำนวณหาตัวร้อยละที่ตรงกัน ดัง อัลกอริทึม (Algorithm)

```

Algorithm Compare
Begin
    Read IrisTemplate
    Read IrisTest
        Rows=20, Columns=480
        TotalBitIris=Row*Column
    For i=1 to Row
        For j=1 to Column
            IF IrisTemplate (i, j) ==IrisTest (i, j) Then
                Count=Count+1
            End IF
        End For
    End For
    Compare=Count*100/ TotalBitIris
End Compare
  
```

จาก Algorithm เป็นขั้นตอนการ Compare ระหว่าง Iris Template และ Iris Test โดยขนาด Data ที่อยู่ในรูปแบบ บิต (Bits) ซึ่งมีขนาด Rows=20, Columns=480 และมีขนาด ทั้งหมด 9,600 บิต โดยเปรียบเทียบทีละบิตและทีละตำแหน่ง เพื่อหาตัวร้อยละที่ตรงกัน

ผลการวิจัย

1. การสร้าง Model เพื่อวิเคราะห์หา Threshold Value ที่เหมาะสมและปลอดภัย

ระบบการรู้จำใบโอเมตริกซ์ โดยใช้เทคนิค Circle Hough Transform เพื่อวิเคราะห์หา Threshold Value ที่ปลอดภัย ซึ่ง Data Set ที่ใช้ในการวิเคราะห์หา Threshold Value เป็นรูปดวงตาจาก CASIA V.4 ในกลุ่ม CASIA-Iris-Twins เพื่อวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบ (Compare) ระหว่าง ข้อมูลม่านตาตั้งต้น (Iris Template) และข้อมูลม่านตาทดสอบ (Iris Test) แล้วนำผล Compare มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพ 3 ด้านได้แก่ Genuine Acceptance Rate (GAR), False Non-Match Rate (FMRMR) และ False Match Rate (FMR) จาก Threshold Value ดัง Figure 7

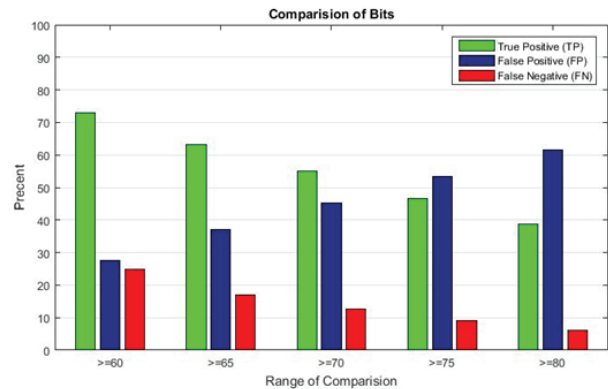


Figure 7 Percent of Value Compare

จากที่ Figure 7 แสดง Percent of Value Compare เพื่อประเมินประสิทธิภาพในด้าน GAR, FMRMR และ FMR เพื่อวิเคราะห์หา Threshold Value ที่เหมาะสมและปลอดภัย ซึ่งจะต้องพิจารณาค่า False Match Rate (FMR) เป็นค่าแรก ซึ่งค่า FMR ยิ่งต่ำมากเท่าไรยิ่งมีความปลอดภัยสูง และถ้า มองในแง่ของความถูกต้องและความพร้อมใช้งานค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) จำเป็นต้องสูงกว่าค่า False Non-Match Rate (FMRMR) ซึ่งจาก Fig. 9 พบว่า Threshold Value ที่สามารถนำมาใช้ได้อยู่ระหว่างช่วง Compare >=70 และ >=75 ซึ่งมีค่า GAR ที่สูงกว่าค่า FMRMR และมีค่า FMR ต่ำ โดยช่วง Compare >=70 ได้ค่า GAR=54.9667, FMRMR=45.2625, FMR=12.6747 และช่วง Compare >=75 ได้ค่า GAR=46.6403, FMRMR=53.5264, FMR=9.1360

เมื่อนำผลของการ Compare จากการทดลองเพื่อ วิเคราะห์หา Threshold Value มาวาดกราฟเส้น เพื่อวิเคราะห์ จุดตัดของเส้น Genuine Acceptance Rate (GAR) และ False Non-Match Rate (FMRMR) ด้วยสมการเส้นตรงแบบผ่านจุด สองจุด (The Two-Point Equation) พบว่า ช่วงที่สามารถนำมาใช้ได้จะอยู่ระหว่าง Compare >=70 และ >=75 จึงต้องหาค่าที่เหมาะสมระหว่างสองช่วงดังกล่าว

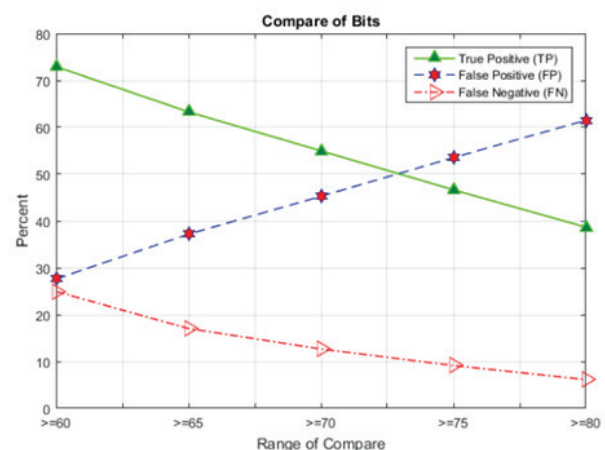


Figure 8 Percent of Value Compare

จาก Figure 8 แสดงกราฟเส้นของ Percent of Value Compare ในประเมินประสิทธิภาพค่า GAR, FM-RMR และ FMR เพื่อวิเคราะห์หา Threshold Value จากการทดลอง Compare ≥ 60 , ≥ 65 , ≥ 65 , ≥ 70 และ ≥ 80 พบว่า Threshold Value ที่เหมาะสมและความปลอดภัย อยู่ระหว่าง Compare ≥ 70 และ ≥ 75 เพราะทั้งสองช่วง มีค่า GAR และ FMR ที่เหมาะสม โดยที่ค่า GAR มีค่าที่มากและ FMR ที่น้อย แต่ทั้งสองช่วงยังไม่สามารถนำมาใช้ได้ จึงต้องมีการวิเคราะห์หา Threshold Value ด้วยสมการเส้นตรงแบบผ่านจุดสองจุด โดยจะได้ค่าจุดตัดแกน $=70.0000$, $=54.9667$ และ $=75.0000$, $=46.6403$ ของเส้นตรง GAR และ FM-RMR เพราะช่วงที่เส้นของ GAR และ FM-RMR ตัดกันเป็นช่วงที่มีความเหมาะสมและปลอดภัย เพราะ ค่า GAR สูงกว่าค่า FM-RMR และค่า FMR ต่ำ โดยนำมาเข้าสมการเส้นตรงแบบผ่านจุดสองจุด (The Two-Point Equation) จะได้จุดตัดที่ 72.9246 หรือ Threshold Value $=72.9246$ ซึ่งได้ค่า FMR น้อยกว่าร้อยละ 10 เป็นค่าที่มีความเหมาะสมและปลอดภัย เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นมีค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 50 เท่านั้น (Khan *et al.*, 2013)

2. การทดสอบ Model Threshold Value

การทดสอบ Threshold Value เมื่อนำมาใช้กับ Data Set อื่นๆ เพราะแต่ละ Data Set จะมีคุณสมบัติที่ต่างกัน ตามเงื่อนไขที่จากการเก็บข้อมูล โดยนำ Data Set สองกลุ่มจากฐานข้อมูล CASIA V.4 ได้แก่ กลุ่ม CASIA-Iris-Lamp และกลุ่ม CASIA-Iris-Syn มาทดสอบ

Data Set กลุ่ม CASIA-Iris-Syn ซึ่งเป็น Data Set ที่พัฒนามาจาก CASIA V.3 และเป็น Data Set ที่สร้างขึ้นมาเหมือนจริง ซึ่งไม่ใช่เกิดจากการเก็บข้อมูลจากการถ่ายภาพดวงตามนุษย์ ตามอัลกอริทึมของ CASIA จำนวน 10,000 รูป ดวงตาโดยแทนจากอาสาสมัคร 1,000 คน

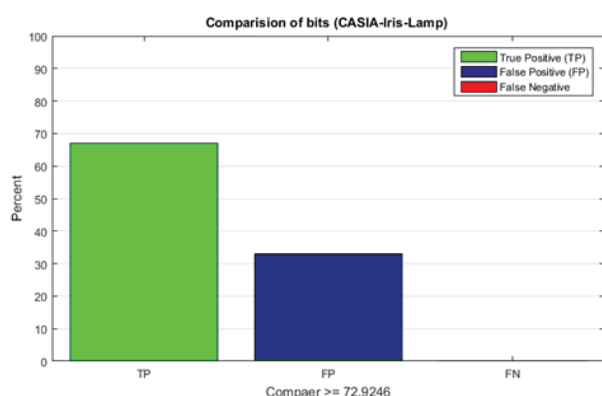


Figure 9 Compare by Threshold Value

จาก Figure 9 แสดงผลการทดสอบ Model ของ Threshold Value 72.9246 โดยนำฐานข้อมูลในกลุ่ม CASIA-Iris-Syn พบว่า ค่า GAR=67.00% ค่า FM-RMR=33.00% และค่า FMR=0.00% ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเหมาะสม และปลอดภัยสูง

Data Set กลุ่ม CASIA-Iris-Lamp ซึ่งเป็นรูปดวงตาที่อาสาสมัครเก็บข้อมูลโดยการใช้มือถือกล้อง ซึ่งจะส่งผลให้ภาพไม่มีความคมชัดที่เกิดจากความไม่แน่นอนจากการเก็บข้อมูล จากอาสาสมัคร 450 คน หรือจำนวน 900 รูป มาทดสอบ Model

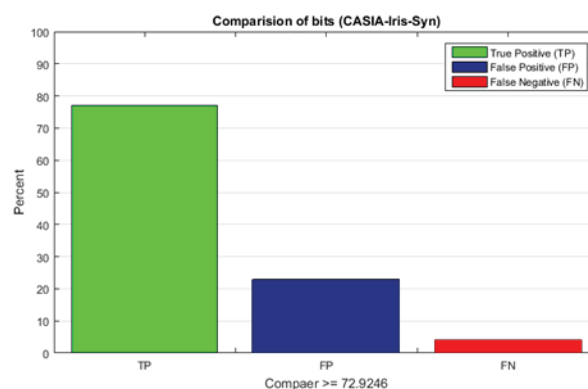


Figure 10 Compare by Threshold Value (2)

จาก Figure 10 แสดงผลการทดสอบ Model ของ Threshold Value 72.9246 เช่นเดียวกับ Data Set กลุ่ม CASIA-Iris-Syn โดยนำ Data Set จาก CASIA V.4 ในกลุ่ม CASIA-Iris-Lamp ซึ่งเป็นรูปดวงตาที่อาสาสมัครเก็บข้อมูลโดยการใช้มือถือกล้อง พบว่า ค่า GAR=77.00%, FM-RMR=23.00% และ FMR=4.00%

เมื่อนำเอา Data set ทั้งสองได้แก่ CASIA-Iris-Lamp และ CASIA-Iris-Syn ที่มีเงื่อนไขในการเก็บรูปภาพของ Data set ที่ต่างกัน มาทดสอบ Threshold Value 72.9246

จากการนำ Data Set จาก Database กลุ่มอื่นมาทดสอบกับ Threshold Value 72.9246 พบว่า ถ้าพิจารณาในแง่ของความปลอดภัย ซึ่งดูจากค่า False Match Rate (FMR) คือค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ที่ถูกต้อง โดยทั้งสองกลุ่มที่ใช้ทดสอบมีค่า GAR=72.00% ค่า FM-RMR=28.00% และค่า FMR=2.00% ซึ่งเป็นค่าที่ Error น้อยมากเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Khan, Mohd Tariq, Deepak Arora, and Shashwat Shukla. ที่ได้ค่า Error อยู่ที่ 9.24% และ 23.00%

สรุปผล

ระบบการรู้จำม่านตา (Iris Recognition System) จำเป็นต้องมีค่า Threshold Value ที่เหมาะสมซึ่งถ้ากำหนด Threshold Value มากเกินไป อาจเกิดการ Error ที่เกิดจากการปฏิเสธ Iris ที่ถูก และถ้ากำหนด Threshold Value น้อยเกินไป จะส่งผลให้เกิด Error ที่เกิดจากการยอมรับจาก Iris ที่ผิดพลาด งานวิจัยจึงสนใจ Threshold Value ที่เหมาะสมและปลอดภัย โดยนำเสนอระบบการรู้จำไบโอเมตริกซ์ (Biometric Recognition System) ซึ่งสนใจในส่วนของ Iris Recognition System โดยใช้เทคนิค Circle Hough Transform เป็นวิธีที่มีความถูกต้องสูงในการ Detect ม่านตา (Iris) เพื่อสกัดข้อมูลม่านตาของแต่ละคนที่ไม่ซ้ำกัน และเป็นงานวิจัยที่สนใจของค่า Threshold Value เพื่อวิเคราะห์ที่เหมาะสมและปลอดภัย โดยการทดลองเพื่อการสร้าง Model ของ Threshold Value จาก Data Set ฐานข้อมูล CIASA V.4 กลุ่ม CASIA-Iris-Twins พบว่า Threshold Value จะอยู่ในช่วงระหว่าง $\text{Compare} \geq 70$ และ ≥ 75 ซึ่งจะได้ค่าจุดตัดแกน $= 70.0000, = 54.9667$ และ $= 75.0000, = 46.6403$ เมื่อนำเข้าสู่สูตรสมการของเส้นตรงแบบจุดสองจุด (The Two-Point Equation) จะได้จุดตัดที่ 72.9246 มีค่า GAR ที่สูงกว่าค่า FMRMR และมีค่า FMR ต่ำ

เมื่อนำ Model ที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งมีค่า Threshold Value 72.9246 ทดสอบกับ Data Set กลุ่มอื่นได้แก่ฐานข้อมูล CIASA V.4 กลุ่ม CASIA-Iris-Lampe จำนวน 450 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าของการยอมรับค่าที่ถูกต้อง GAR เท่ากับ 77.00%, FMRMR เท่ากับ 23.00% และได้ค่า FMR เท่ากับ 3.00% เมื่อทดสอบกับ Data Set ของฐานข้อมูล CIASA V.4 กลุ่ม CASIA-Iris-Sys จำนวน 1,000 คน พบว่าค่า GAR เท่ากับ 67.00% และค่า FMRMR เท่ากับ 33.00% และค่า FMR เท่ากับ 0.00% ฉะนั้น และ Threshold Value 72.9246 เป็นช่วงที่เหมาะสมและปลอดภัย สามารถนำไปใช้กับการยืนยันตัวตนที่ต้องการความปลอดภัยสูง

เอกสารอ้างอิง

- Arvacheh, E.M. (2006). A study of segmentation and normalization for iris recognition systems. "Biometrics ideal test/CASIA Iris Image Database Version 4.0," 23-Oct-2016.
- Birgale, L., & Kokare, M. (2010). *Iris Recognition Without Iris Normalization 1*.
- Bouridane, A. (2009). Recent advances in iris recognition: A multiscale approach. *Imaging for Forensics and Security*, 49-77.
- Cherabit, N., Chelali, F. Z., & Djeradi, A. (2012). Circular hough transform for iris localization. *Science and Technology*, 2(5), 114-121.
- Darwaish, S. F., Moradian, E., Rahmani, T., & Knauer, M. (2014). Biometric identification on android smartphones. *Procedia Computer Science*, 35, 832-841.
- Illingworth, J., & Kittler, J. (1988). A survey of the Hough transform. *Computer vision*, 44(1), 87-116.
- Jan, F., Usman, I., & Agha, S. (2013a). Reliable iris localization using Hough transform. *histogram-bisection, and eccentricity*, 93(1), 230-241.
- Jan, F., Usman, I., Khan, S.A., & Malik, S.A. (2013b). Iris localization based on the Hough transform, a radial-gradient operator, and the gray-level intensity. *Optik*, 124(23), 5976-5985.
- Jorgensen, Z., & Yu, T. (2011). On mouse dynamics as a behavioral biometric for authentication. *Computer and Communications Security* (pp. 476-482).
- Leng, L., & Zhang, J. (2011). Dual-key-binding cancelable palmprint cryptosystem for palmprint protection and information security. *Network and Computer Applications*, 34(6), 1979-1989.
- Min, T.H., & Park, R.H. (2009). Eyelid and eyelash detection method in the normalized iris image using the parabolic Hough model and Otsu's thresholding method, 30(12), 1138-1143.
- Miyazawa, K., Ito, K., Aoki, T., Kobayashi, K., & Nakajima, H. (2008). An effective approach for iris recognition using phase-based image matching. *pattern analysis and machine intelligence*, 30(10), 1741-1756.
- Nagar, A., Nandakumar, K., & Jain, A.K. (2010). A hybrid biometric cryptosystem for securing fingerprint minutiae templates. *Pattern recognition letters*, 31(8), 733-741.
- Nandakumar, K., Jain, A.K., & Pankanti, S. (2007). Fingerprint-based fuzzy vault: Implementation and performance. *information forensics and security*, 2(4), 744-757.
- Pallav, P.K., & Granorkar, S.R. (2013). Investigation and analysis of Hough-DCT-Hamming distance based method of iris recognition, 3(1), 181-185.

- Proenca, H. (2009). Iris recognition: On the segmentation of degraded images acquired in the visible wavelength. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 32(8), 1502-1516.
- Proenca, H., & Alexandre, L.A. (2006). Iris recognition: An analysis of the aliasing problem in the iris normalization stage. *Computational Intelligence and Security* (Vol. 2, pp. 1771-1774). IEEE.
- Shay, R., Komanduri, S., Kelley, P.G., Leon, P.G., Mazurek, M.L., Bauer, L., & Cranor, L.F. (2010). Encountering stronger password requirements: user attitudes and behaviors. *the sixth symposium on usable privacy and security* (pp. 1-20).
- Tan, T., He, Z., & Sun, Z. (2010). Efficient and robust segmentation of noisy iris images for non-cooperative iris recognition. *Image and vision computing*, 28(2), 223-230.
- Vatsa, M., Singh, R., & Noore, A. (2008). Improving iris recognition performance using segmentation, quality enhancement, match score fusion, and indexing. *Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 38(4), 1021-1035.
- Verma, P., Dubey, M., Basu, S., & Verma, P. (2012). Hough transform method for iris recognition-A biometric approach. *International*, 1(6), 43-48.