



การวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมสำหรับการยืนยันตัวตนจากไบโอเมตริกซ์

Finding a Suitable Threshold Value for an Biometric-Based Authentication System

ณรงค์ฤทธิ์ วังศิริ^{1*} วิษริณี สวัสดิ์² และ สุวรรณิ ฐปจัน³

¹ศูนย์ไซเบอร์ทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย

127 กองบัญชาการกองทัพไทย ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

²สาขาระบบสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

131 หมู่ 10 ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 22210

³ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

60 หมู่ 3 ถ.สายเอเชีย ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

*E-mail: s5607011910021@email.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การยืนยันตัวตนเป็นกระบวนการเบื้องต้นของการรักษาความปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งปัจจุบันไบโอเมตริกซ์เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้เพื่อการยืนยันตัวตน และไบโอเมตริกซ์ประเภทม่านตาถือว่ามีความปลอดภัยสูง อย่างไรก็ตามค่าเทรชโฮลด์เพื่อเป็นเกณฑ์ในการยืนยันตัวตนจากข้อมูลประเภทม่านตายังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาอย่างละเอียด โดยค่าเทรชโฮลด์คือค่าที่กำหนดจากจำนวนที่ยอมรับของบิตที่ถูกต้อง หรือที่ตรงกันระหว่างข้อมูลประเภทม่านตาที่อยู่พื้นฐานข้อมูลกับข้อมูลประเภทม่านตาที่นำมายืนยันตัวตน ดังนั้นจุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือการวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัยเพื่อการยืนยันตัวตนจากข้อมูลประเภทม่านตาซึ่งการตรวจสอบภาพดวงตา โดยใช้เทคนิค Circle Hough Transform และภาพดวงตาจาก Chinese Academy of Sciences Institute of Automatic (CASIA) V.4 ในการทดลองและวัดประสิทธิภาพสามค่า ได้แก่ ค่า GAR, ค่า FRR และค่า FAR ผลการวิจัยพบว่าค่าเทรชโฮลด์ 72.9246 เปรอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่า GAR สูง และ FAR และ FRR ต่ำ ซึ่งเป็นค่าที่มีความเหมาะสมและปลอดภัย

คำสำคัญ: การยืนยันตัวตน การยืนยันตัวตนจากไบโอเมตริกซ์ ค่าเทรชโฮลด์

Received: January 24, 2019

Revised: June 11, 2019

Accepted: August 05, 2019

Abstract

Authentication is the first line of defense of any information technology systems. One of the popular methods used today is biometric, and iris authentication is gaining popularity. However, the threshold value is deemed to be secure and appropriate has not been thoroughly studied. 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 Chinese Academy of Sciences Institute of Automatic (CASIA) were used in this research. The way to find the appropriate threshold was to test for the right balance of the GAR, FRR and FAR 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 a high GAR and very low FAR and FRR values. It can be concluded that the obtained threshold value was suitable and secure.

Keywords: Authentication, Iris-based authentication, Threshold value

1. บทนำ

ระบบการรู้จำไบโอเมตริกซ์ (Biometric Recognition System) ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการยืนยันตัวตน (Authentication) และการระบุตัวตน (Identity) ในปัจจุบัน แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ เช่น รูปหน้า ลายนิ้วมือ ลักษณะมือ และม่านตา [1-3] และลักษณะพฤติกรรม เช่น ลายเซ็น การเดิน การกดแป้นพิมพ์ เสียงพูด [4-6] ซึ่งระบบไบโอเมตริกซ์สามารถใช้ในการยืนยันตัวตนและระบุตัวตนได้อย่างปลอดภัยมากกว่าการใช้รหัสผ่าน ซึ่งอาจลืม สูญหายและถูกขโมยได้ [7-8] โดยระบบการรู้จำม่านตา (Iris Recognition System) เป็นไบโอเมตริกซ์ที่นิยมและมีความปลอดภัยสูง [9-11] ซึ่งจำเป็นต้องมีเทคนิคการรู้จำม่านตาเพื่อสกัดลักษณะพิเศษของแต่ละคนออกมา [10], [12] ซึ่งส่วนที่สามารถนำมาใช้ในการยืนยันตัวตนหรือระบุตัวตนคือม่านตาอยู่ระหว่าง

รูม่านตา (Pupil) และส่วนของตาขาว (Sclera) สำหรับประสิทธิภาพการรู้จำ ขึ้นอยู่กับขนาดของรูม่านตาและคุณภาพของรูปภาพดวงตาที่ใช้ ส่วนขนาดของข้อมูลที่ใช้จะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของภาพและกระบวนการสกัดข้อมูล [11]

การยืนยันตัวตนระบบการรู้จำม่านตา จะต้องมีการสกัดข้อมูลม่านตาตั้งต้น (Iris Template) และข้อมูลม่านตาที่ใช้ในการทดสอบ (Iris Test) ออกมาในรูปแบบของบิตและนำมาเปรียบเทียบกันทุกตำแหน่ง ซึ่งโอกาสที่จะตรงกันทุกตำแหน่งเป็นไปได้ได้น้อยมาก ถึงแม้จะเป็น Iris คนเดียวกันก็ตาม [12] ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดค่าของความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลม่านตาตั้งต้น และข้อมูลม่านตาที่ใช้ในการทดสอบเพื่อการยืนยันตัวตน ซึ่งการยืนยันตัวตนด้วย Iris ค่าความถูกต้องที่ใช้คือค่าร้อยละ 60 หรือการใช้สูตรทางสถิติเพื่อการเปรียบเทียบ [13] แต่ถ้าสนใจด้านความปลอดภัย

ค่าถูกต้องดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้ เพราะมีโอกาสที่เกิดค่าความคลาดเคลื่อนสูง งานวิจัยนี้จึงได้สนใจค่าเทรชโฮลด์ (Threshold value) ซึ่งเป็นค่าความถูกต้องจากการเปรียบเทียบระหว่าง ข้อมูลม่านตาตั้งต้น และ ข้อมูลม่านตาที่ใช้ในการทดสอบ ที่สามารถยอมรับในการยืนยันตัวตนได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย ในการวัดประสิทธิภาพจะวัดด้วยกัน 3 ค่า ได้แก่ ค่าถูกต้องของการยอมรับ Iris ที่ถูกต้อง Genuine Acceptance Rate (GAR), ค่าผิดพลาดของการยอมรับ Iris ที่ถูกต้อง False Rejection Rate (FRR) และค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ไม่ถูกต้อง False Acceptation Rate (FAR) โดยถ้า ค่าเทรชโฮลด์ ต่ำเกินไป จะส่งผลให้การตรวจสอบการยืนยันตัวตนมีค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) สูง และค่า False Rejection Rate (FRR) ต่ำและทำให้ค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ไม่ถูกต้อง False Acceptation Rate (FAR) สูงตามไปด้วย การยืนยันตัวตนด้วยจะส่งผลทำให้การกรองมีประสิทธิในแง่ของเขาไปใช้งานมีความถูกต้องสูงในการยืนยันตัวตนที่เป็นบุคคลนั้น ๆ แต่จะเกิดค่าผิดพลาดหรือเกิดการชนสูงตามไปด้วย ถ้าสนใจในแง่ของความปลอดภัยไม่สามารถใช้งานได้ และถ้าค่าค่าเทรชโฮลด์สูงเกินไป จะส่งผลให้การตรวจสอบการยืนยันตัวตนมีค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) ต่ำ และค่า False Rejection Rate (FRR) สูงและทำให้ค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ไม่ถูกต้อง False Acceptation Rate (FAR) ต่ำตามไปด้วย การยืนยันด้วย ค่าเทรชโฮลด์สูงเกินไปถึงแม้จะตอบโจทย์ในแง่ของความปลอดภัย แต่ไม่สามารถนำมาใช้งานจริงได้เพราะการคัดกรองข้อมูลที่ต้องทำตามไปด้วย ดังนั้น การวิเคราะห์หา ค่าเทรชโฮลด์ ต้องคำนึงถึงการใช้งานจริงและต้องมีความปลอดภัยควบคู่ด้วย [17-18]

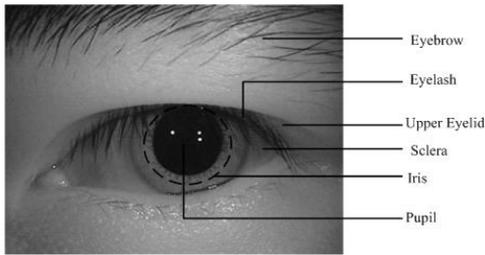
งานวิจัยนี้ได้ศึกษา ระบบการรู้จำม่านตาเพื่อวิเคราะห์หา ค่าเทรชโฮลด์ ที่มีเหมาะสมและปลอดภัย ซึ่งนำไปใช้ในการยืนยันตัวตน โดยโครงสร้างบทความประกอบด้วย ส่วนที่ 2 Background Knowledge and Related Work ส่วนที่ 3 Methodology ส่วนที่ 4 Results and Discussion และส่วนที่ 5 Conclusion

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การยืนยันตัวตนด้วยระบบ ไบโอมेटริกซ์มุ่งวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัย นั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Iris Recognition System and Circle Hough Transform และ ค่าเทรชโฮลด์

2.1 ระบบการรู้จำม่านตาและ Circle Hough Transform

การยืนยันตัวตนหรือการระบุตัวตนด้วยระบบม่านตาถือว่าเป็น ไบโอมेटริกซ์ที่มีความปลอดภัยสูง [12], [17] ซึ่งประสิทธิภาพการ Detect ขึ้นอยู่กับขนาดของรูม่านตาและคุณภาพของภาพดวงตาที่นำไปใช้ในการรู้จำ ตลอดจนแสงที่น้อยและมากเกินไปจะส่งผลทำให้การ Detect ผิดพลาด ฉะนั้นก่อนนำภาพดวงตามาทดสอบหรือรู้จำ ควรมีการลดสิ่งที่มีผลกระทบต่อความผิดพลาดในการรู้จำเสียก่อน เช่น การนำปรับภาพดวงตาเป็นภาพสีขาวดำ (Grayscale) เพื่อตัดปัญหาสีของม่านตา เป็นต้น ซึ่งภาพดวงตาจะประกอบด้วย รูม่านตา ม่านตา ขาว ขนตา ขนคิ้ว ด้านบนของตา แต่ส่วนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการยืนยันตัวตนได้ คือ ส่วนของตาดำหรือม่านตา (Iris) ซึ่งอยู่ระหว่างรูม่านตา (Pupil) และตาขาว Sclera) [16] ดัง รูปที่ 1.



รูปที่ 1. ส่วนประกอบของดวงตา

งานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการทํางานของระบบการรู้จำม่านตา ด้วยการใช้น้เทคนิค Circle Hough Transform เพื่อ Detect รูปดวงตา สามารถแบ่งส่วนทํางานหลัก ๆ ของระบบการรู้จำม่านตาได้ดังต่อไปนี้

1. Image Eye Acquisition
2. Segmentation Iris and Pupil
3. Noise in the Eye
- และ 4. Feature Extraction and Encoding

2.1.1 การได้มาของรูปภาพดวงตา (Image Eye Acquisition)

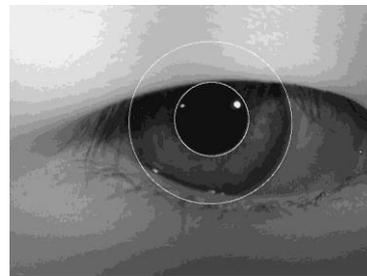
รูปภาพที่ใช้ใน ระบบการรู้จำม่านตาได้ จากฐานข้อมูลเพื่อการวิจัยทางไบโอเมตริกซ์จากฐานข้อมูล CASIA [17] เป็นรูปภาพดวงตาที่มีคุณภาพสูง ซึ่งได้จากกล้องที่ใช้ถ่ายภาพรูปดวงตาเพื่อการวิจัยโดยเฉพาะ จำเป็นต้องมีความละเอียดและความคมชัด และแสงสว่างที่เพียงพอ โดยกล้องมีลักษณะการทํางานแบบ Near-infrared หรือ LED ระยะห่างของดวงตากับกล้องประมาณ 3 เมตร [17] ดัง รูปที่ 2.



รูปที่ 2. แสดงรูปดวงตาที่ใช้ในการวิจัย

2.1.2 การทำเซกเมนต์ (Segmentation)

การทำ Segmentation ระบบจะมีการหาจุดกึ่งกลางของรูม่านตา (Iris/Pupil) แม้ว่าดวงตาจะอยู่ ณ ตำแหน่งใดของรูปภาพ ซึ่งวิเคราะห์จากความเข้มของ Pixel แล้วทำการวาดเส้นวงกลม 2 วงกลมตามรัศมีเส้นขอบโดยอัตโนมัติ โดยเส้นแรกวาดตามขอบตาดำ และเส้นสองวาดก่อนถึงตาขาวตามหลักการ Daugman Algorithm ดัง รูปที่ 3.



รูปที่ 3. การทำเซกเมนต์ (Segmentation)

John Daugman ได้นำเสนอ Daugman Algorithm ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของระบบการรู้จำม่านตาเพื่อการทำ Segmentation [18] ดังสมการที่ 1

$$Max(r, x_0, y_0) \left| \frac{\partial}{\partial r} G_{\sigma}(r) * \int_{r,x,y} \frac{I(x,y)}{2\pi r} ds \right| \quad (1)$$

จากสมการที่ 1 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)

2.1.3 เทคนิค Circle Hough Transform

เทคนิค Circle Hough Transform (CHT) เป็นหลักการทางเทคนิคด้าน feature extraction เพื่อการ Detect ด้วยลักษณะภาพที่มีวงกลม เช่น ดวงตา ลูกฟุตบอล ฯลฯ โดยนำรูปภาพที่มีลักษณะที่มีวงกลมอยู่ในภาพ และทำการปรับคุณภาพและสีของภาพก่อนเข้าสู่หลักการของ CHT ตามหลักการของ Daugman's ซึ่งมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ใช้หลักการดังกล่าวในการ Detect รูปภาพดวงตาเพื่อการยืนยันตัวตน [10-14] ตามสมการที่ 2

$$|\nabla G(x, y) * I(x, y)|, \quad (2)$$

จากสมการที่ 2 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 ที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ edge

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

$$H(x_c, y_c, r) = \sum_{j=0}^n h(x_j, y_j, x_c, y_c, r), \quad (3)$$

โดยที่

$$h(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = \begin{cases} 1 & \text{if } g(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = 0; \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (4)$$

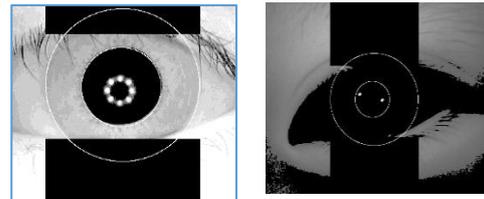
การวิเคราะห์หาคระจกตา (Limbus) และรูม่านตา (Pupil) ซึ่งเป็นลักษณะวงกลมสามารถกำหนดเป็น Function g โดยสามารถอธิบายตามสมการ ดังนี้

$$g(x_j, y_j, x_c, y_c, r) = (x_c - y_c)^2 + (y_j - y_c)^2 - r^2. \quad (5)$$

จุดกึ่งกลาง (Center) ของวงกลมคือ (x_c, y_c) และมีรัศมี (Radius) คือ r เมื่อ Edge point อยู่นอกวงกลมค่าของฟังก์ชันจะเท่ากับ 0 และค่าของ Function g เป็นจริงจะได้ค่าเท่ากับ 1 โดย Function h ซึ่งเป็นหลักการทํางานของ Circle Hough Transform [19-21]

2.1.4 การตัดส่วนรบกวน (Noise)

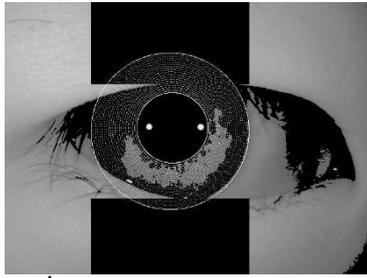
ในงานวิจัยนี้มีการตัดส่วนรบกวนที่ก่อให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนหรือทำให้เกิดการ Detect ผิดพลาด จึงได้มีการตัดส่วนที่ไม่ใช่ดวงตาหรือม่านตาทิ้ง อาทิเช่น ขนตาบน (Upper Eyelid) และขนตาล่าง (Lower Eyelid) ของรูปภาพดวง เพราะขนตาทั้งบนและล่างถือว่าเป็นค่า Noise ทำให้การ Detect ผิดพลาดสูง [19-22] ดัง รูปที่ 4.



รูปที่ 4. แสดงการตัดค่า Noise บนรูปดวงตา

2.1.5 การทำ Normalization

โดยส่วนใหญ่การตรวจสอบ (Detect) ผิดพลาดเกิดจากการยืดหรือขยายของม่านตา (Iris) และแสงที่ส่องเข้าดวงตาระหว่างการเก็บข้อมูล และอาจจะมีเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากแสงสว่าง ที่ทำให้ เปรียบเทียบ (Comparison) ไม่ตรงกัน เช่น ระยะห่างของการถ่ายภาพ การหมุนกล้องหรือมุมกล้อง การเอียงศีรษะและการหมุนของลูกตา ซึ่งการทำ Normalization ของภาพดวงตา จะช่วยเพิ่มความแตกต่างของค่าระดับสีระหว่างส่วนของตาดำและส่วนของตาสีขาวให้เด่นชัดมากยิ่งขึ้น [23-24]

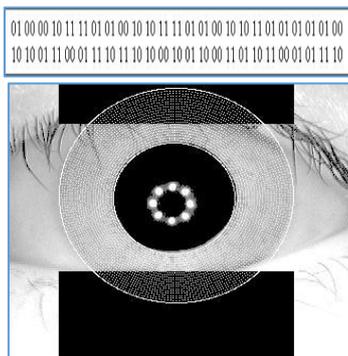


รูปที่ 5. . แสดงการทำ Normalization

2.1.6 การสกัดค่า (Feature Extraction)

หรือการแปลงค่าออกมาเป็นข้อมูล (Encode data)

ระบบจะมีสกรูปภาพในพื้นที่ตรงกลางระหว่างเส้นวงกลมสองเส้น หรือที่เรียกว่าลายม่านตา รวมถึงแถบสีดำที่ปิดค่า Noise ออกมาในรูปของบิต 0 และ 1 ดัง รูปที่ 6. โดยใช้หลักการของ convolving เพื่อการ Encode ซึ่งขนาดข้อมูล 20×240 จำนวน 9,600 บิต [25]



รูปที่ 6. การสร้างข้อมูลจาก Iris โดย Convolving

2.2 ค่าเทรซโฮลด์

ค่าเทรซโฮลด์คือช่วงของการเปรียบเทียบ (Compare) ของข้อมูลที่ได้จากม่านตาดั้งเดิมและข้อมูลม่านตาทดสอบซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบบิตทีละตำแหน่ง แล้วประเมินประสิทธิภาพในค่า Genuine Acceptance Rate (GAR), ค่า False Rejection Rate (FRR) และ ค่า False Acceptation Rate (FAR) ซึ่งค่าเทรซโฮลด์ ต้องเป็นช่วงเหมาะสมและปลอดภัยถ้าค่าของค่าเทรซโฮลด์สูงเกินไปจะส่งผลให้

การยืนยันตัวตนมีประสิทธิภาพสูงในเรื่องของการกรองข้อมูลหรือการชนกันของข้อมูลม่านตา แต่ข้อมูลที่ถูกต้องอาจจะถูกกรองไปด้วย และถ้าค่าของค่าเทรซโฮลด์ต่ำเกินไป ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการยอมรับของข้อมูลม่านตาที่ถูกต้องสูงแต่อาจทำให้เกิดการชนของข้อมูลม่านตาเพิ่มตามไปด้วย [26]

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานของงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ Data Set โดยเป็นรูปดวงตา จากฐานข้อมูล Chinese Academy of Sciences Institute of Automation (CASIA) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลเพื่อการวิจัยทางด้านไบโอเมตริกซ์ จำนวน 22,500 รูป จากอาสาสมัครจำนวน 1,650 คน ซึ่งเป็นรูปดวงตาขนาด 8 bit แบบ gray-level นามสกุล .JPEG ภายใต้การถ่ายภาพแบบอินฟราเรด [17] แล้วนำเรียนรู้จำผ่าน โดยใช้เทคนิค Circle Hough Transform และประสิทธิภาพความถูกต้อง เพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรซโฮลด์ ที่เหมาะสมและปลอดภัย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. การสร้าง Model เพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรซโฮลด์และ 2. การทดสอบ Model ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าเทรซโฮลด์ดังกล่าว

3.1 กรอบแนวคิด

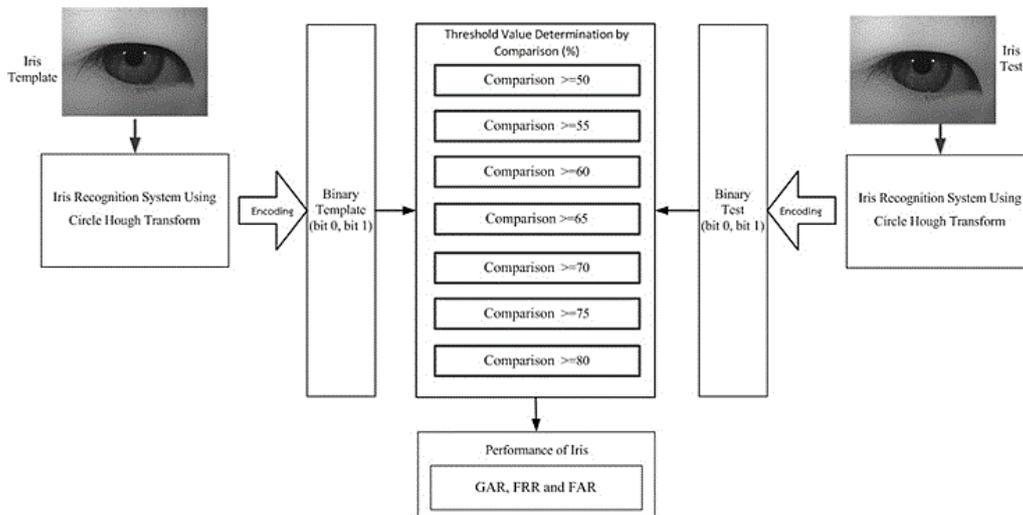
กรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้ นำเสนอภาพรวมของงานวิจัย โดยนักวิจัยได้แบ่งการทำงานหลัก ๆ ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

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

3.3.2 ส่วนของการวิเคราะห์หาค่าเทรซโฮลด์ที่ปลอดภัย โดยมีการทดสอบเพื่อหาค่าเทรซโฮลด์ ซึ่งมีการกำหนดช่วงในการเปรียบเทียบระหว่าง ข้อมูลม่านตาดั้งเดิม และ ข้อมูลม่านตาที่ใช้

ในการทดสอบ ดังนี้ ค่าเทรชโฮลด์ ≥ 60 , ≥ 65 , ≥ 70 , ≥ 75 และ ≥ 80 แล้วนำผลมาประเมินประสิทธิภาพความถูกต้องจากการ 3 ค่า ทุกช่วง ได้แก่ Genuine Acceptance Rate (GAR), False Rejection Rate (FRR) และ False Acceptance Rate

(FAR) เพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัย โดยค่าเทรชโฮลด์จะต้องได้ค่า GAR สูง, FRR ต่ำ และ FAR ต่ำที่สุด ยิ่งมีค่า FAR เข้าใกล้ 0 ยิ่งดี จึงสามารถอธิบายดัง Bit Comparison Algorithm 1 และรูปที่ 7



รูปที่ 7 Finding a Suitable and Secure the threshold value

จากรูปที่ 7. แสดงการวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์จากจุดตัดของเส้นตรงของค่า GAR และ FRR ด้วยสมการเส้นตรงแบบผ่านจุดสองจุด (The Two-Point Equation) โดยค่า GAR และ FRR เป็นค่าที่มีความสำคัญ ซึ่งต้องคำนึงถึงระดับค่าที่เหมาะสมหรือสัมพันธ์กัน ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานและความปลอดภัย โดยแทนค่า $GAR = x_1, y_1$ และแทนค่า $FRR = x_2, y_2$ ซึ่ง y คือพิกัด y ของจุดใด ๆ บนเส้นตรง และ x คือพิกัด x ของจุดที่มีพิกัด y งานวิจัยนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพสามด้าน ได้แก่ ค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) ค่าความถูกต้องของการยอมรับจาก Iris ที่ถูกต้อง, ค่า False Rejection Rate (FRR) ค่าผิดพลาดของการยอมรับจาก Iris ที่ถูกต้อง

และค่า False Acceptance Rate (FAR) ค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ไม่ถูกต้อง

3.2 Data Set ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์

Data Set ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์เป็นรูปดวงตาจาก CASIA V.4 เป็น Data set เพื่อการวิจัยเกี่ยวกับไบโอเมตริกซ์ในกลุ่ม CASIA-Iris-Twins ซึ่งเป็นรูปดวงตาจำนวน 4,000 รูปของคู่แฝด จำนวน 100 คู่แฝด ทั้งตาข้างซ้ายและข้างขวา เพราะนักวิจัยสนใจความคล้ายคลึงของลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงของคู่แฝดอาจจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการยืนยันตัวตนด้วย Iris ซึ่งได้จากอาสาสมัครจำนวน 200 คน [17]

3.3 Data Set ที่ใช้ในการทดสอบค่าเทรชโฮลด์

Data Set ที่ใช้ในการทดสอบค่าเทรชโฮลด์ ที่ได้วิเคราะห์มา ผู้วิจัยได้นำ Data Set ได้แก่ กลุ่ม CASIA-Iris-Syn จำนวน 2,000 รูป [4] และกลุ่ม CASIA-Iris-Syn จำนวน 2,000 รูป [4] Data Set กลุ่ม CASIA-Iris-Lamp จากอาสาสมัคร 450 คน หรือ จำนวน 900 รูป [17] เพื่อทดสอบค่าเทรชโฮลด์ ดังกล่าว ซึ่งวิเคราะห์ความถูกต้องและความปลอดภัย เมื่อใช้กับ Data Set กลุ่มอื่น เพราะความคลาดเคลื่อนในการยืนยันตัวตนจาก Iris ส่วนหนึ่งเกิดจากรูปภาพดวงตาที่นำมาใช้ในการทดสอบ ทั้งแสงสว่าง ความคมชัด ระยะห่างในการถ่ายภาพ

นักวิจัยจึงนำเอา Data Set อื่นที่รูปแบบในการเก็บ ข้อมูลต่างกันเพื่อนำมาทดสอบค่าเทรชโฮลด์

3.4 การเปรียบเทียบ ข้อมูลผ่านตาตั้งต้น และ ข้อมูลผ่านตาที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ค่าเทรชโฮลด์

ขั้นตอนการเปรียบเทียบ ข้อมูลผ่านตาตั้งต้น และ ข้อมูลผ่านตาที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ค่าเทรชโฮลด์โดยการเปรียบเทียบทีละตำแหน่ง ทุกบิต เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละที่ตรงกัน ดัง Comparison Algorithm 1

Comparison Algorithm 1

Begin

Read IrisTeampate

Read IrisTest

For $i=1$ to n **Then**

IF $IrisTeampate(i) == IrisTest(i)$ **Then**

$Matched\ Bits = Matched\ Bits + 1$

Else

$Unmatched\ Bits = Unmatched\ Bits + 1$

End IF

End For

$Correct = Matched\ Bits * 100 / n$

IF $Compare \geq Threshold\ Value$ **Then**

$Result = Pass$

Else

$Result = No\ Pass$

End IF

End Compare

จาก Algorithm เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลม่านตาตั้งต้น และ ข้อมูลม่านตาที่ใช้ในการทดสอบ โดยขนาด Data ที่อยู่ในรูปแบบบิต (Bits) ซึ่งมีขนาด Rows = 20, Columns = 480 และมีขนาดทั้งหมด 9,600 บิต โดยเปรียบเทียบทีละบิตและทีละตำแหน่ง เพื่อหาค่าร้อยละที่ตรงกัน

4. ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัย

ระบบการรู้จำใบโอเมตริกซ์ โดยใช้

เทคนิค Circle Hough Transform เพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่ปลอดภัย ซึ่ง Data Set ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์เป็นรูปดวงตาจาก CASIA V.4 ในกลุ่ม CASIA-Iris-Twins เพื่อวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลม่านตาตั้งต้นและข้อมูลม่านตาทดสอบ แล้วนำผลเปรียบเทียบ มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพ 3 ด้าน ได้แก่ Genuine Acceptance Rate (GAR), False Rejection Rate (FRR) และ False Acceptation Rate (FAR) จากค่าเทรชโฮลด์ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลม่านตาตั้งต้นและข้อมูลม่านตาที่ใช้ในการทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์

| Threshold Value | Threshold | | | | | | |
|--------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | >=50 | >=55 | >=60 | >=65 | >=70 | >=75 | >=80 |
| Performance | | | | | | | |
| GAR | 92.2635 | 80.6433 | 72.0825 | 64.1825 | 55.4671 | 44.5329 | 40.8591 |
| FRR | 7.7365 | 19.3567 | 27.9175 | 35.8175 | 44.5329 | 55.4671 | 59.1409 |
| FAR | 70.8471 | 39.2634 | 24.9367 | 17.0393 | 12.6747 | 9.1360 | 6.1354 |

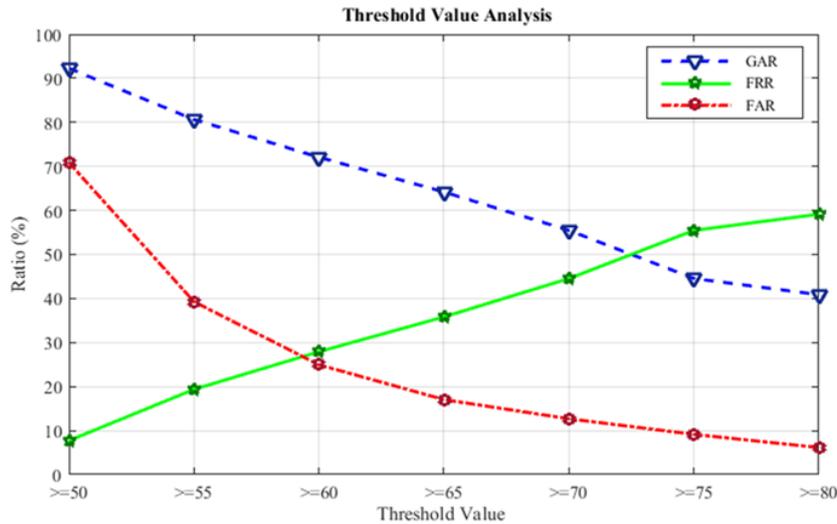
จากตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลม่านตาตั้งต้น และ ข้อมูลม่านตาที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพในด้าน GAR, FRR และ FAR เพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัย ซึ่งจะต้องพิจารณาค่า False Acceptation Rate (FAR) เป็นค่าแรก ซึ่งค่า FAR ยิ่งต่ำมากเท่าไรยิ่งมีความปลอดภัยสูง และถ้ามองในแง่ของความถูกต้องและความพร้อมใช้งานค่า Genuine Acceptance Rate (GAR) จำเป็นต้องสูงกว่าค่า False Rejection Rate

(FRR) ซึ่งจาก Fig. 9 พบว่า ค่าเทรชโฮลด์ที่สามารถนำมาใช้ได้อยู่ระหว่างช่วงค่าเทรชโฮลด์ >=70 และ >=75 ซึ่งมีค่า GAR ที่สูงกว่าค่า FRR และมีค่า FAR ต่ำ โดยช่วง ค่าเทรชโฮลด์ >=70 ได้ค่า GAR=54.9667, FRR=45.2625, FAR=12.6747 และช่วง ค่าเทรชโฮลด์ >=75 ได้ค่า GAR=46.6403, FRR=53.5264, FAR=9.1360

เมื่อนำผลของการเปรียบเทียบจากการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์มาวาดกราฟเส้น เพื่อวิเคราะห์จุดตัดของเส้น Genuine

Acceptance Rate (GAR) และ False Rejection Rate (FRR) ด้วยสมการเส้นตรงแบบผ่านจุดสองจุด (The Two-Point Equation) พบว่า ช่วงที่สามารถนำมาใช้

ได้จะอยู่ระหว่างค่าเทรชโฮลด์ ≥ 70 และ ≥ 75 จึงต้องการค่าที่เหมาะสมระหว่างสองช่วงดังกล่าว



รูปที่ 8 การวิเคราะห์ ค่าเทรชโฮลด์

จากรูปที่ 8 แสดงกราฟเส้นค่าเทรชโฮลด์ ในประเมินประสิทธิภาพค่า GAR, FRR และ FAR เพื่อวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์จากการทดลอง ค่าเทรชโฮลด์ $\geq 60, \geq 65, \geq 65, \geq 70$ และ ≥ 80 พบว่าค่าเทรชโฮลด์เหมาะสมและความปลอดภัยอยู่ระหว่าง ค่าเทรชโฮลด์ ≥ 70 และ ≥ 75 เพราะทั้งสองช่วง มีค่า GAR และ FAR ที่เหมาะสม โดยที่ค่า GAR มีค่าที่มากและ FAR ที่น้อย แต่ทั้งสองช่วงยังไม่สามารถนำมาใช้ได้ จึงต้องมีการวิเคราะห์หาค่าเทรชโฮลด์ด้วยสมการเส้นตรงแบบผ่านจุดสองจุด โดยจะได้ค่าจุดตัดแกน $x_1 = 70.0000, y_1 = 54.9667$ และ $x_2 = 75.0000, y_2 = 46.6403$ ของเส้นตรง GAR และ FRR เพราะช่วงที่เส้นของ GAR และ FRR ตัดกันเป็นช่วงที่มีความเหมาะสมและปลอดภัย เพราะ ค่า GAR สูงกว่าค่า FRR และ ค่า FAR ต่ำ โดยนำมาเข้าสมการเส้นตรงแบบผ่านจุด

สองจุด (The Two-Point Equation) จะได้จุดตัดที่ 72.9246 หรือค่าเทรชโฮลด์ = 72.9246 ซึ่งได้ค่า FAR น้อยกว่าร้อยละ 10 เป็นช่วงที่มีความเหมาะสมและปลอดภัย เหมาะเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นมีค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 50 เท่านั้น [27-28]

4.2 การทดสอบค่าเทรชโฮลด์

การทดสอบค่าเทรชโฮลด์เมื่อนำมาใช้กับ 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 ที่สร้างขึ้นมาเสมือนจริง ซึ่งไม่ใช่เกิดจากการเก็บข้อมูลจากการถ่ายภาพดวงตามนุษย์ตาม

อัลกอริทึมของ CASIA จำนวน 10,000 รูปดวงตา โดยแทนจากอาสาสมัคร 1,000 คน

Data Set กลุ่ม CASIA-Iris-Lamp ซึ่งเป็นรูปดวงตาที่อาสาสมัครเก็บข้อมูลโดยการใช้มือถือ

กล้อง ซึ่งจะส่งผลให้ภาพไม่มีความคมชัดที่เกิดจากความไม่แน่นอนจากการเก็บข้อมูล จากอาสาสมัคร

450 คน หรือจำนวน 900 รูป มาทดสอบ

ตารางที่ 2 แสดง Data set เพื่อการทดสอบ ค่าเทรชโฮลด์ 72. 9246

| Performance | Iris Test | | |
|-----------------|-----------|-------|------|
| | GAR | FRR | FAR |
| CASIA-Iris-Lamp | 78.03 | 21.97 | 0.00 |
| CASIA-Iris-Syn | 77.14 | 22.86 | 2.00 |
| Average | 77.59 | 22.41 | 1.00 |

จากการนำ Data Set จาก Database กลุ่มอื่นมาทดสอบกับค่าเทรชโฮลด์ 72.9246 พบว่า ถ้ามองในแง่ของความปลอดภัย ซึ่งดูจากค่า False Acceptation Rate (FAR) คือค่าผิดพลาดของการปฏิเสธจาก Iris ที่ถูกต้อง โดยทั้งสองกลุ่มที่ใช้ทดสอบมีค่า GAR=77.59% , ค่า FRR=22.41% และค่า FAR=1.00% ซึ่งเป็นค่าที่ Error น้อยมากเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Khan, Mohd Tariq, Deepak Arora, and Shashwat Shukla. [29] ที่ได้ค่า Error อยู่ที่ 9.24% และ 23.00%

5. สรุปผลการวิจัย

ระบบการรู้จำม่านตาจำเป็นต้องหาค่าเทรชโฮลด์เพื่อใช้ค่าดังกล่าวในการวิเคราะห์การยอมรับ หรือปฏิเสธของ Iris นั้น ๆ ถ้ากำหนดค่าเทรชโฮลด์มากเกินไป อาจเกิดการ Error ที่เกิดจากการปฏิเสธ Iris ที่ถูก และถ้ากำหนดค่าเทรชโฮลด์น้อยเกินไป จะส่งผลให้เกิด Error ที่เกิดจาก

การยอมรับจาก Iris ที่ผิดพลาด งานวิจัยจึงสนใจค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัย โดยนำเสนอระบบการรู้จำไบโอเมตริกซ์ ซึ่งสนใจในส่วนของระบบการรู้จำม่านตาโดยใช้เทคนิค Circle Hough Transform เป็นวิธีที่มีความถูกต้องสูงในการ Detect ม่านตา (Iris) เพื่อสกัดข้อมูลม่านตาของแต่ละคนที่ไม่ซ้ำกัน และเป็นงานวิจัยที่สนใจของค่าเทรชโฮลด์เพื่อวิเคราะห์หาค่าของความถูกต้องและภายใต้ความปลอดภัย โดยการทดลองเพื่อการสร้าง Model ของค่าเทรชโฮลด์จาก Data Set ฐานข้อมูล CIASA V.4 กลุ่ม CASIA-Iris-Twins พบว่าค่าเทรชโฮลด์จะอยู่ในช่วงระหว่างค่าเทรชโฮลด์ ≥ 70 และ ≥ 75 ซึ่งจะได้ค่าจุดตัดแกน $x_1 = 70.0000, y_1 = 54.9667$ และ $x_2 = 75.0000, y_2 = 46.6403$ เมื่อนำเข้าสู่ตรรกศาสตร์ของเส้นตรงแบบจุดสองจุด (The Two-Point Equation) จะได้จุดตัดที่ 72.9246 มีค่า GAR ที่สูงกว่าค่า FRR และมีค่า FAR ต่ำ

เมื่อนำค่าเทรซโฮลด์ที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งมีค่าค่าเทรซโฮลด์ 72.9246 ทดสอบกับ Data Set กลุ่มอื่น ได้แก่วางข้อมูล CIASA V.4 กลุ่ม CASIA-Iris-Lampe และกลุ่ม CASIA-Iris-Sys จำนวน 1,000 คน พบว่า ค่า GAR เท่ากับ 77.59% และค่า FRR เท่ากับ 22.41% และค่า FAR เท่ากับ 1.00% และ ค่าเทรซโฮลด์เท่ากับ 72.9246 เป็นช่วงที่เหมาะสมและปลอดภัย สามารถนำไปใช้กับการยืนยันตัวตนที่ต้องการความปลอดภัยสูง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] R. Shay *et al.*, "Encountering Stronger Password Requirements: User Attitudes and Behaviors," in *Proceedings of the Sixth Symposium on Usable Privacy and Security*, New York, NY, USA, 2010, p. 2:1–2:20.
- [2] L. Leng and J. Zhang, "Dual-key-binding cancelable palmprint cryptosystem for palmprint protection and information security," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 34, no. 6, pp. 1979–1989, Nov. 2011.
- [3] S. F. Darwaish, E. Moradian, T. Rahmani, and M. Knauer, "Biometric Identification on Android Smartphones," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 35, pp. 832–841, 2014.
- [4] S. Garg, A. Kumar, and M. Hanmandlu, "Biometric authentication using finger nail surface," in *2012 12th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA)*, 2012, pp. 497–502.
- [5] K. Nandakumar, A. K. Jain, and S. Pankanti, "Fingerprint-Based Fuzzy Vault: Implementation and Performance," *IEEE Trans. Inf. Forensics Secur.*, vol. 2, no. 4, pp. 744–757, Dec. 2007.
- [6] A. Nagar, K. Nandakumar, and A. K. Jain, "A hybrid biometric cryptosystem for securing fingerprint minutiae templates," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 31, no. 8, pp. 733–741, Jun. 2010.
- [7] Z. Jorgensen and T. Yu, "On Mouse Dynamics As a Behavioral Biometric for Authentication," in *Proceedings of the 6th ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security*, New York, NY, USA, 2011, pp. 476–482.
- [8] K. Miyazawa, K. Ito, T. Aoki, K. Kobayashi, and H. Nakajima, "An Effective Approach for Iris Recognition Using Phase-Based Image Matching," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 30, no. 10, pp. 1741–1756, Oct. 2008.
- [9] Verma, P., Dubey, M., Basu, S., & Verma, P., "Hough transform method for iris recognition: A biometric approach," *Int J Eng Inn Technol*, vol. 1, pp. 43–48.
- [10] F. Jan, I. Usman, and S. Agha, "Reliable iris localization using Hough transform, histogram-bisection, and eccentricity," *Signal Process.*, vol. 93, no. 1, pp. 230–241, Jan. 2013.

- [11] F. Jan, I. Usman, S. A. Khan, and S. A. Malik, "Iris localization based on the Hough transform, a radial-gradient operator, and the gray-level intensity," *Opt. - Int. J. Light Electron Opt.*, vol. 124, no. 23, pp. 5976–5985, Dec. 2013.
- [12] P. K. Pallav and S. R. Ganorkar, *Investigation and Analysis of Hough-DCT-Hamming Distance Based Method of Iris Recognition*. .
- [13] T.-H. Min and R.-H. Park, "Eyelid and eyelash detection method in the normalized iris image using the parabolic Hough model and Otsu's thresholding method," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 30, no. 12, pp. 1138–1143, Sep. 2009.
- [14] J. Illingworth and J. Kittler, "A survey of the hough transform," *Comput. Vis. Graph. Image Process.*, vol. 44, no. 1, pp. 87–116, Oct. 1988.
- [15] "Biometrics ideal test/CASIA Iris Image Database Version 4.0," 23-Oct-2016.
- [16] New Methods in Iris Recognition. .
- [17] E. Mohammadi Arvacheh, "A Study of Segmentation and Normalization for Iris Recognition Systems," 2006.
- [18] J. Daugman, "How iris recognition works," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 21–30, Jan. 2004.
- [19] A. Bouridane, "Recent Advances in Iris Recognition: A Multiscale Approach," in *Imaging for Forensics and Security*, Springer US, 2009, pp. 49–77.
- [20] "Iris Recognition: On the Segmentation of Degraded Images Acquired in the Visible Wavelength - Semantic Scholar." [Online]. Available: /paper/Iris-Recognition-On-the-Segmentation-of-Degraded-Proença/a3fcf3d32a5a4fcc83027e3d367ecc0df3ec4f64. [Accessed: 06-Feb-2017].
- [21] N. Cherabit, F. Z. Chelali, A. Djeradi, N. Cherabit, F. Z. Chelali, and A. Djeradi, "Circular Hough Transform for Iris localization," *Sci. Technol.*, vol. 2, no. 5, pp. 114–121, 2012.
- [22] Y. Desmedt, "Threshold cryptosystems," in *Advances in Cryptology—AUSCRYPT '92*, 1992, pp. 1–14.
- [23] L. Birgale and M. Kokare, *Iris Recognition Without Iris Normalization 1*. .
- [24] H. Proença and L. A. Alexandre, "Iris Recognition: An Analysis of the Aliasing Problem in the Iris Normalization Stage," in *2006 International Conference on Computational Intelligence and Security*, 2006, vol. 2, pp. 1771–1774.
- [25] M. Vatsa, R. Singh, and A. Noore, "Improving Iris Recognition Performance Using Segmentation, Quality Enhancement, Match Score Fusion, and Indexing," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part B Cybern.*, vol. 38, no. 4, pp. 1021–1035, Aug. 2008.
- [26] T. Tan, Z. He, and Z. Sun, "Efficient and robust segmentation of noisy iris images for non-cooperative iris recognition," *Image*

- Vis. Comput.*, vol. 28, no. 2, pp. 223–230, Feb. 2010.
- [27] M. T. Khan, D. Arora, and S. Shukla, “Feature extraction through iris images using 1-D Gabor filter on different iris datasets,” in *2013 Sixth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*, 2013, pp. 445–450.