

การประยุกต์ใช้ข้อมูลชีวมิติจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน



นางสาววณู กาญจนพฤตพิงค์

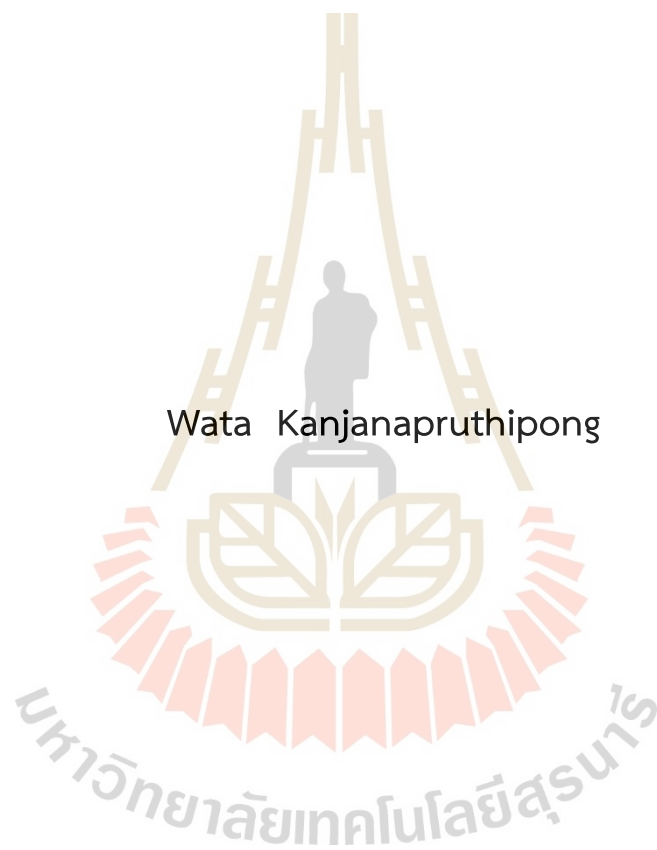
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2565

APPLICATION OF BIOMETRIC DATA FROM  
SMART WATCH FOR AUTHENTICATION

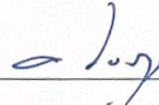


A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Information Science in Information Technology  
Suranaree University of Technology  
Academic Year 2022

## การประยุกต์ใช้ข้อมูลชีวมิติจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักศึกษานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(รองศาสตราจารย์ ดร.ชรา อังสกุล)

ประธานกรรมการ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริปรัช บัญครอง)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(อาจารย์ ดร.ชรรมศักดิ์ เอียร์นิเวศน์)

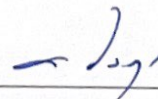
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



(รองศาสตราจารย์ ดร.นิตราชัย โชติชูช่างูร)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ชรา อังสกุล)

คณบดีสำนักวิทยาศาสตร์และศิลปดิจิทัล

วฏ กาญจนพฤตพิทงค์ : การประยุกต์ใช้ข้อมูลชีวมิติจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน  
(APPLICATION OF BIOMETRIC DATA FROM SMART WATCH FOR  
AUTHENTICATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริปรัช บุญครอง, 86 หน้า.

การยืนยันตัวตนถือว่าการป้องกันหรือลดความเสี่ยงจากการโดนโจมตีจากผู้ไม่ประสงค์ดีบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อย่างไรก็ตามกระบวนการยืนยันตัวตนที่มีอยู่ยังมีข้อเสียอยู่บ้าง งานวิจัยนี้จึงศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลชีวมิติจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน โดยเริ่มจากเก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะทุก ๆ 1 ชั่วโมงต่อ 1 วัน เริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. เป็นเวลา 33 วัน จากกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม Training dataset และ Test dataset หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ออกไปคำนวณและกำหนดค่าพื้นฐาน (Baseline) โดยค่าพื้นฐานจะถูกแบ่งตามวันได้แก่ ค่าพื้นฐานของ 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน และนำข้อมูลที่เก็บมาอีก 3 วันของกลุ่มตัวอย่างทุก ๆ คนมาใช้สำหรับการทดสอบ เมื่อได้ค่าพื้นฐานตามวันที่กำหนดแล้วจะทำการประเมินผล เมื่อนำข้อมูลมาทดสอบกับค่าพื้นฐานที่คำนวณขึ้นมาปรากฏว่า ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะที่เหมาะสมคือ จำนวน 7 วัน หลังจากที่ได้ทดสอบจำนวนวันที่เหมาะสม และในส่วนของช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสม คือช่วงของ  $\pm 1S.D.$  เนื่องจาก การตรวจสอบสิทธิ์ของบุคคลที่มีสิทธิ์เข้าถึงระบบดีกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งมีค่า TP อยู่ที่ 397 และ ค่า FP น้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งอยู่ที่ 197 และ มีการตรวจสอบบุคคลที่ไม่มีสิทธิ์ดีกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งมีค่า TN อยู่ที่ 5530 และ ค่า FN อยู่ที่ 1817 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบนี้ไปพัฒนาเป็นระบบต้นแบบ

สำนักวิทยาศาสตร์และศิลปดิจิทัล  
ปีการศึกษา 2565

ลายมือชื่อนักศึกษา ดร. ทศพร กุศลพงศ์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศิริปรัช บุญครอง

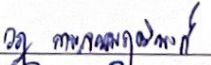
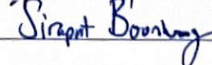


WATA KANJANAPRUTHIPONG : APPLICATION OF BIOMETRIC DATA FROM  
SMART WATCH FOR AUTHENTICATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF.  
SIRAPAT BOONKONG, PH.D. 86 PP.

#### AUTHENTICATION/BIOMETRIC AUTHENTICATION/STEP COUNT

Authentication is considered the first line of defence that assists in reducing the risk from being attacked by malicious people on the internet network. However, there have few problems with the mechanisms. This research carried out an application of biometric data from smart watch for authentication. The step counts were recorded via a smart watch every 1 hour per 1 day. They were started at 6 AM and ended at 11 PM for 33 days, with 15 volunteers. The researcher divided the volunteers into two groups: the training dataset and the test dataset. The recorded values were then used to compute a baseline value belonging to each individual. The baseline was divided by day: baseline of 7, 10, 14, 20 and 30 days, and more step counts were collected to serve the testing purposes. It was found that the more appropriate duration to collect data for baseline computation was over seven day period. The suitable baseline value was range  $\pm 1S.D.$  of the step counts. The true positive, false positive, true negative and false negative were evaluated, the true positive value was found to be 397, the false positive value was found to be 197, the true negative value was found to be 5530 and the false negative value was found to be 1817.

Institute of Digital Arts and Science  
Academic Year 2022

Student's Signature   
Advisor's Signature 

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความดูแล เอาใจใส่ และให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง จากรองศาสตราจารย์ ดร.ศิริปรัช บุญครอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะทางวิชาการ และแก้ไขปัญหิต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ เป็นกำลังใจ ตลอดจน ตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้แก่ผู้วิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ธรา อังสกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ธรรมศักดิ์ เจริญนิเวศน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ามา พิจารณาและให้คำแนะนำการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ และให้ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในสำนักวิทยาศาสตร์และศิลปดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์อันมีค่าที่ล้วนแต่เป็น ประโยชน์ต่องานวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในเรื่องการ เรียนและการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณตา คุณยาย บิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริม การศึกษาเป็นอย่างดีมาตลอด และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมาใน ทำให้การทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้คุณตา คุณยาย บิดา มารดา และอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน

วฏ กัญจนพฤตพิงศ์

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) .....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ .....</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4.1 ขอบเขตด้านเครื่องมือ.....	4
1.4.2 ขอบเขตด้านข้อมูลในการยืนยันตัวตน.....	4
1.4.3 ขอบเขตด้านการประเมิน.....	4
1.5 คำอธิบายศัพท์.....	4
<b>2 ปรัชญาบรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>5</b>
2.1 การยืนยันตัวตน (Authentication).....	5
2.1.1 ความหมายของการยืนยันตัวตน.....	6
2.1.2 กลไกของการยืนยันตัวตน (Factor of Authentication) .....	7
2.2 ข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric).....	8
2.2.1 ความหมายของข้อมูลทางชีวมิติ .....	10
2.2.2 ประเภทของข้อมูลทางชีวมิติ .....	10
2.3 ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) .....	11
2.4 การประเมินผล .....	12

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5	บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
<b>3</b>	<b>วิธีดำเนินการวิจัย .....</b>	<b>18</b>
3.1	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	18
3.2	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	19
3.2.1	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	19
3.3	การเก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ .....	19
3.3.1	ข้อมูลที่เก็บจากนาฬิกาอัจฉริยะ .....	19
3.3.2	การเก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ.....	19
3.4	การคำนวณค่าพื้นฐาน (Baseline).....	23
3.4.1	การคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) .....	23
3.4.2	ค่าพื้นฐาน (Baseline).....	24
3.5	การประเมินผล .....	27
3.5.1	การประเมินความถี่ที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล.....	27
3.5.2	การประเมินค่าความถูกต้องโดยใช้ Confusion Matrix.....	28
3.6	การพัฒนาแบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบ (Prototype).....	29
3.6.1	ส่วนประกอบการเข้าสู่ระบบ .....	29
3.6.2	กระบวนการการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ .....	30
<b>4</b>	<b>ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....</b>	<b>32</b>
4.1	ผลการประเมินจำนวนวันในการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการสร้างค่าพื้นฐาน.....	32
4.2	ผลการประเมินช่วงที่เหมาะสม .....	40
4.2.1	การประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 1 .....	40
4.2.2	การประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 2 .....	42
4.2.3	การประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 3 .....	44
4.3	ผลการพัฒนาแบบต้นแบบ .....	46
<b>5</b>	<b>สรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>51</b>
5.1	สรุปและอภิปรายผล .....	51
5.2	ข้อเสนอแนะ .....	54
	รายการอ้างอิง .....	55



## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

### ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่มตัวอย่าง .....	59
ภาคผนวก ข การพัฒนาระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบด้วยจำนวนก้าว.....	76
ประวัติผู้เขียน.....	86



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปัญหาของข้อมูลทางซีมิติแต่ละประเภท .....	2
3.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะ.....	22
4.1 Confusion Matrix ของช่วง Mean .....	33
4.2 Confusion Matrix ของช่วง 1S.D. ....	33
4.3 Confusion Matrix ของช่วง -1S.D. ....	34
4.4 Confusion Matrix ของช่วง 2S.D. ....	35
4.5 Confusion Matrix ของช่วง -2S.D. ....	36
4.6 Confusion Matrix ของช่วง น้อยกว่า -2S.D. หรือมากกว่า 2S.D. ....	37
4.7 การประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของค่าพื้นฐาน .....	38
4.8 Confusion Matrix จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐาน .....	41
4.9 Confusion Matrix จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐานที่มีการปรับช่วง.....	43
4.10 Confusion Matrix จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐานที่มีการปรับช่วงกว้าง .....	45
4.11 Confusion Matrix ของการทดสอบการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ .....	50
4.12 การประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของการทดสอบการเข้าสู่ระบบ ของระบบต้นแบบ .....	50
ก.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 1.....	61
ก.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 2.....	62
ก.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 3.....	63
ก.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 4.....	64
ก.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 5.....	65

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 6.....	66
ก.7 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 7.....	67
ก.8 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 8.....	68
ก.9 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 9.....	69
ก.10 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 10.....	70
ก.11 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 11 .....	71
ก.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Test Dataset คนที่ 1.....	72
ก.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Test Dataset คนที่ 2.....	73
ก.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Test Dataset คนที่ 3.....	74
ก.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Test Dataset คนที่ 4.....	75

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กราฟแสดงแนวโน้มการขาย นาฬิกาอัจฉริยะ ตั้งแต่ปี 2016 - 2022.....	3
2.1 กระบวนการการยืนยันตัวตน (The Authentication Process) .....	6
2.2 กลไกการยืนยันตัวตน .....	8
2.3 กระบวนการการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ.....	10
2.4 ประเภทของข้อมูลทางชีวมิติ.....	10
2.5 รูปแบบของ Confusion Matrix.....	13
3.1 วิธีดำเนินการวิจัยเบื้องต้น.....	18
3.2 การคำนวณค่าพื้นฐาน (Baseline).....	23
3.3 การแสดงค่าพื้นฐาน.....	25
3.4 การออกแบบหน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ.....	30
3.5 กระบวนการเข้าสู่ระบบ .....	30
4.1 หน้าจอเพิ่มผู้ใช้ของระบบต้นแบบ.....	47
4.2 หน้าจอเพิ่มจำนวนก้าวของระบบต้นแบบ .....	48
4.3 หน้าจอการเพิ่มข้อมูลผู้ใช้ .....	48
4.4 หน้าจอการเพิ่มข้อมูลจำนวนก้าวในแต่ละช่วงเวลาของผู้ใช้.....	49
4.5 หน้าจอเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ .....	49
ข.1 หน้าหลักของระบบต้นแบบ.....	78
ข.2 หน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้ .....	79
ข.3 หน้าเพิ่มจำนวนก้าวของผู้ใช้.....	79
ข.4 หน้าจัดการข้อมูลผู้ใช้.....	81
ข.5 หน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน.....	82
ข.6 หน้าแสดงข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน.....	83
ข.7 หน้าแสดงข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน (ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่มีข้อมูลจำนวนก้าว).....	83
ข.8 หน้าแก้ไขข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน .....	84
ข.9 หน้าแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้งาน .....	85



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ในยุคดิจิทัลที่อินเทอร์เน็ตมีส่วนสำคัญในชีวิต และเป็นส่วนสำคัญในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ชีวิตของบุคคลในยุคดิจิทัล ตอนนี้ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็สามารถเข้าถึงบริการต่าง ๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้จากสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ หรือโน้ตบุ๊กได้สะดวกมากขึ้นกว่าแต่ก่อน (นฤป และ ชัยพร, 2562)

บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีการให้บริการอย่างแพร่หลาย ซึ่งการให้บริการเหล่านั้นและตัวผู้ใช้งานจะได้รับอันตรายจากผู้ไม่ประสงค์ดี หนึ่งในจุดที่เสี่ยงต่อการถูกคุกคามคือกระบวนการการเข้าสู่ระบบ ดังนั้นทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้งานจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของข้อมูล และผู้ให้บริการจึงจำเป็นต้องมีกลไกความปลอดภัยที่สามารถลดความเสี่ยงนี้ จึงได้มีการใช้การยืนยันตัวตน (Authentication) เพื่อเพิ่มกลไกความปลอดภัย

การยืนยันตัวตน เป็นวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบผู้ที่มาใช้งานระบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือระบบบนเครือข่ายอื่น ๆ โดยวิธีที่นิยมใช้งาน ระบบจะทำการตรวจสอบจากชื่อผู้ใช้ (Username) และ รหัสผ่าน (Password) ว่าถูกต้องหรือไม่ จุดประสงค์หลักของการยืนยันตัวตน คือการยืนยันตัวบุคคลว่าบุคคลนั้น ๆ ที่เข้าใช้งานในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือระบบบนเครือข่ายอื่น ๆ คือใคร

โดยกระบวนการการยืนยันตัวตน ที่เป็นที่ยอมรับและใช้งานในปัจจุบัน นั้นมีอยู่ 3 กระบวนการได้แก่ 1) สิ่งที่คุณรู้ (something you know) คือ ข้อมูลที่คุณใช้บริการเท่านั้นที่ทราบ เช่น รหัสผ่าน และเลขรหัสส่วนตัว (PIN) เป็นต้น 2) สิ่งที่คุณมี (something you have) คือ สิ่งที่คุณใช้บริการเท่านั้นครอบครอง เช่น Smart Card หรือ Token เป็นต้น 3) สิ่งที่คุณเป็น (something you are) คือ ข้อมูลทางชีวมิติ (biometric) ของผู้ใช้บริการ เช่น ลายนิ้วมือ ใบหน้า ม่านตา เสียง เป็นต้น

อย่างไรก็ตามกระบวนการการยืนยันตัวตนในแต่ละกระบวนการยังพบเจอปัญหาอยู่ ยกตัวอย่างเช่น หากใช้สิ่งที่คุณรู้ (something you know) อาจจะถูกดักฟัง หรือถูกคาดเดาได้ หรือถ้าหากใช้สิ่งที่คุณมี (something you have) อาจจะถูกขโมยหรือสูญหายได้ เป็นต้น จากตัวอย่างที่ยกมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่าถ้าหากใช้สิ่งที่คุณเป็น (something you are) จึงมีโอกาสที่จะปลอดภัยกว่า เนื่องจากเป็นวิธีการใช้ข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric) ไม่ว่าจะ

ลักษณะเฉพาะทางกายภาพหรือพฤติกรรม จะมีความเป็นเอกลักษณ์สูง คงสภาพเดิมตลอด และเป็นไปได้ยากที่จะลอกเลียนแบบ (สำรวน, 2554)

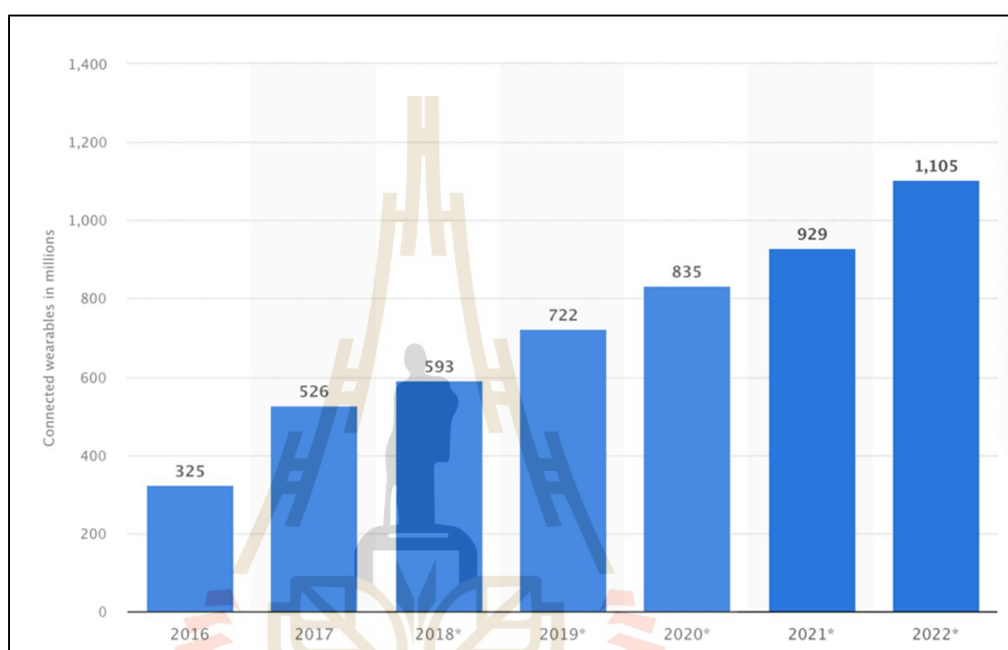
ถึงแม้ว่าข้อมูลทางชีวมิติมีข้อดีดังได้กล่าวมาแล้ว ก็ไม่ได้ไร้ซึ่งปัญหา โดยตารางที่ 1.1 จะแสดงถึงปัญหาของข้อมูลทางชีวมิติในแต่ละประเภท (Krishna and Rabul, 2013)

ตารางที่ 1.1 ปัญหาของข้อมูลทางชีวมิติแต่ละประเภท

ประเภทข้อมูลทางชีวมิติ	ปัญหาที่เกิดขึ้น
ลายนิ้วมือ	เมื่อนิ้วเปียกหรือเย็นทำให้ประสิทธิภาพการจดจำลายนิ้วมือน้อยลง
ม่านตา	เมื่่อม่านตาถูกปิดบัง หรือการแสดงออกทางสีหน้าที่แตกต่างกัน ทำให้ประสิทธิภาพการจดจำม่านตาลดลง
จอประสาทตา	ยังเกิดข้อผิดพลาดในการจดจำ เมื่อเจอบุคคลที่สวมแว่นตา
เสียง	ประสิทธิภาพการรู้จำเสียงของบุคคลนั้นลดลง เมื่อบุคคลนั้นมีอารมณ์ที่เปลี่ยนไป หรือ มีอาการไม่สบาย
ใบหน้า	การแสดงออกทางสีหน้าที่แตกต่างกัน และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแสงที่กระทบกับใบหน้า ส่งผลให้ประสิทธิภาพการจดจำใบหน้าน้อยลง
รูปร่างของใบหู	ยังเกิดข้อผิดพลาดอยู่ เมื่อเส้นผมบังใบหู จึงทำให้ลักษณะของใบหูเปลี่ยน
สารพันธุกรรม (DNA)	เทคโนโลยีที่ใช้ตรวจสอบสารพันธุกรรม
รูปแบบของหลอดเลือดดำ	ขาดความน่าเชื่อถือ เพราะไม่มีหลักฐานยืนยันว่าสามารถระบุตัวตนได้
ลายเซ็น	เทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจสอบลายเซ็น ขาดความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ เมื่อมีการนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ระยะยาว
การพิมพ์	ขาดความแม่นยำ

เนื่องด้วยการใช้ข้อมูลทางชีวมิติสำหรับการยืนยันตัวตนในปัจจุบัน ยังมีการพบปัญหาอยู่บ้างดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องมองหาอย่างอื่นเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่กระบวนการยืนยันตัวตน ซึ่งในปัจจุบันมีเทคโนโลยีมากมายที่สามารถเก็บข้อมูลจำพวกข้อมูลทางชีวมิติไว้ ยกตัวอย่างเช่น Smartphone, Notebook และ นาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) เป็นต้น โดยข้อมูลทางชีวมิติที่นาฬิกาอัจฉริยะเก็บไว้นั้นก็คือ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และจำนวนก้าวการ

เดินของผู้สวมใส่ ซึ่งแนวโน้มการใช้ นาฬิกาอัจฉริยะ มีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มมากขึ้นจากเมื่อก่อน โดยดูแนวโน้มการซื้อนาฬิกาอัจฉริยะ จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มการซื้อนาฬิกาอัจฉริยะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ามีผู้ใช้นาฬิกาอัจฉริยะเพิ่มมากขึ้นกว่าเมื่อก่อน นาฬิกาอัจฉริยะเป็นอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูลทางชีวมิติดังที่กล่าวมาในข้างต้น ซึ่งอาจจะนำข้อมูลที่เก็บโดยนาฬิกาอัจฉริยะมาใช้ในกระบวนการยืนยันตัวตนได้



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงแนวโน้มการใช้นาฬิกาอัจฉริยะตั้งแต่ปี 2016 – 2022 (Federica, 2022)

จากปัญหาของข้อมูลทางชีวมิติในแต่ละประเภทที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยเกิดคำถามในการวิจัยที่ว่า ข้อมูลทางชีวมิติที่เก็บไว้บนนาฬิกาอัจฉริยะนั้น จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการยืนยันตัวตนได้หรือไม่

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบวิธีการการยืนยันตัวตนจากข้อมูลที่เก็บโดย นาฬิกาอัจฉริยะ
- 1.2.2 เพื่อพัฒนากระบวนการยืนยันตัวตนจากข้อมูลที่เก็บโดย นาฬิกาอัจฉริยะ
- 1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านความถูกต้องของการยืนยันตัวตนจากข้อมูลที่เก็บโดย นาฬิกาอัจฉริยะ

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถใช้ข้อมูลทางชีวมิติ นอกเหนือจากข้อมูลแบบเดิม เช่น เสียง ลายเซ็น และการพิมพ์ เป็นต้น มาใช้ในการยืนยันตัวตน

1.3.2 สามารถเพิ่มทางเลือกของวิธีการหรือกระบวนการยืนยันตัวตนให้แก่ผู้ใช้งาน

### 1.4 ขอบเขตการวิจัย

#### 1.4.1 ขอบเขตด้านเครื่องมือ

ใช้นาฬิกาอัจฉริยะที่สามารถวัดและบันทึกข้อมูลทางชีวมิติ เช่น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และจำนวนก้าวการเดิน เป็นต้น

#### 1.4.2 ขอบเขตด้านข้อมูลในการยืนยันตัวตน

ใช้ข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน

#### 1.4.3 ขอบเขตด้านการประเมิน

สิ่งที่นำมาวัดผลในเรื่องของการประเมินประสิทธิภาพคือ ความถูกต้องของการยืนยันตัวตนว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด โดยใช้ Confusion Matrix

### 1.5 คำอธิบายศัพท์

1.5.1 การยืนยันตัวตน (Authentication) หมายถึง การตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้ในกระบวนการการเข้าสู่ระบบ ซึ่งผู้ใช้จะถูกระบุตัวตนโดยใช้กลไกการยืนยันตัวตนที่แตกต่างกัน (Mohammed, 2016)

1.5.2 ข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric) หมายถึง คุณลักษณะของร่างกาย เช่น ลายนิ้วมือ ม่านตา เสียง ดีเอ็นเอ เป็นต้น และยังหมายถึงพฤติกรรมของบุคคล ยกตัวอย่างเช่น การเดิน ลายเซ็น เป็นต้น (Delac and Grgic, 2004)

1.5.3 ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ความถูกต้องของการยืนยันตัวตนโดยใช้ข้อมูลทางชีวมิติ



## บทที่ 2

### ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางในการศึกษาดังนี้

- 2.1 การยืนยันตัวตน
- 2.2 ข้อมูลทางชีวมิติ
- 2.3 ค่าเทรซโฮลด์
- 2.4 การประเมินผล
- 2.5 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยมีเนื้อหา และรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.1 การยืนยันตัวตน (Authentication)

ในปัจจุบันมีกระบวนการการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลในระบบ ซึ่งเป็นวิธีป้องกันข้อมูลในระบบให้แก่ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูล โดยกระบวนการดังกล่าวคือ การควบคุมการเข้าถึง (Access Control) ซึ่งการควบคุมการเข้าถึงเป็นการป้องกันผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ทรัพยากรในระบบ โดยกระบวนการของการควบคุมการเข้าถึง จะแบ่งออกเป็น 4 กระบวนการหลัก ๆ ได้แก่

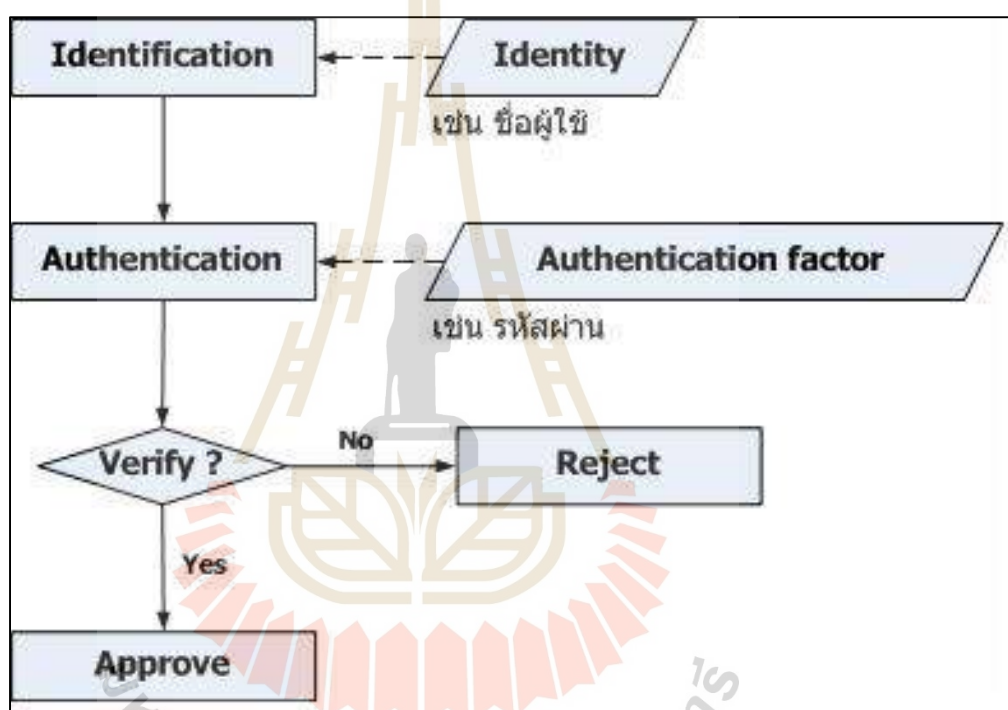
1. การระบุตัวตน (Identification) คือ การแสดงหลักฐานของผู้ใช้ เช่น การใส่ชื่อผู้ใช้งานตอนเข้าสู่ระบบ เป็นต้น
2. การยืนยันตัวตน (Authentication) คือ การยืนยันตัวตนของผู้ใช้ เป็นขั้นตอนการยืนยันว่าเป็นบุคคลที่ระบุจริง
3. การตรวจสอบสิทธิ (Authorization) เป็นกระบวนการในการตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้งานว่าผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลอะไรได้บ้าง
4. การเก็บประวัติการเข้าถึง (Accounting) เป็นกระบวนการเก็บข้อมูลและบันทึกว่าผู้ใช้งานได้ใช้บริการหรือได้ดำเนินการอะไรในระบบบ้าง (Pahwa, 2018)

### 2.1.1 ความหมายของการยืนยันตัวตน

การยืนยันตัวตนเป็นการยืนยันความถูกต้องของหลักฐาน (Identification) หรือข้อมูล (Data) ที่จะแสดงว่าเป็นบุคคลที่กล่าวอ้างจริง ซึ่งในทางปฏิบัติแบ่งออกเป็นทั้งหมด 2 ขั้นตอน คือ

1. การระบุตัวตน (Identification) คือ การแสดงหลักฐานของผู้ใช้ ว่าตนเองคือใคร เช่น การใช้ชื่อผู้ใช้ (username) หรือ บัตรประจำตัว (identify card) เป็นต้น

2. การยืนยันตัวตน (Authentication) คือ การตรวจสอบหลักฐานเพื่อยืนยันว่าหลักฐานที่บุคคลกล่าวอ้างนั้น เป็นบุคคลนั้นจริง (พรคิต, 2556)



รูปที่ 2.1 กระบวนการการยืนยันตัวตน (The Authentication Process)

รูปที่ 2.1 จะแสดงให้เห็นถึงกระบวนการการยืนยันตัวตน ซึ่งในขั้นแรกผู้ใช้จะแสดงหลักฐานที่จะใช้ในการยืนยันตัวตนต่อระบบเครือข่าย โดยขั้นตอนนี้จะเรียกว่า การระบุตัวตน และขั้นตอนถัดมาระบบเครือข่ายจะทำการตรวจสอบหลักฐานของผู้ใช้ที่นำมาแสดง โดยขั้นตอนนี้จะเรียกว่าการยืนยันตัวตน หลังจากทีระบบเครือข่ายได้ทำการตรวจสอบหลักฐานของผู้ใช้แล้ว ถ้าหากหลักฐานที่นำมากล่าวอ้างมีความถูกต้องจริง ระบบเครือข่ายจะอนุมัติให้เข้าสู่ระบบได้ แต่ถ้าหากหลักฐานที่ผู้ใช้นำมากล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ระบบจะทำการปฏิเสธการขอเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (พงศพัฒน์, 2551)

หลักฐานที่ผู้ใช้นำมาลงอ้างที่เกี่ยวกับเรื่องการยืนยันตัวตนของผู้ใช้นั้น สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. **Actual Identification** คือ การที่ผู้ใช้นำหลักฐานที่สามารถบ่งบอกได้ว่าบุคคลที่นำหลักฐานนั้น ๆ มาแสดง เป็นใคร เช่น บัตรประชาชน เป็นต้น

2. **Electronic Identification** คือ การที่ผู้ใช้นำหลักฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถบ่งบอกข้อมูลของผู้ใช้นั้น ๆ ได้ ซึ่งผู้ใช้แต่ละคนอาจมีหลักฐานทางอิเล็กทรอนิกส์มากกว่า 1 หลักฐาน ยกตัวอย่างเช่น ชื่อบัญชีผู้ใช้ เป็นต้น (พงศพัฒน์, 2551) (พรคิต, 2556)

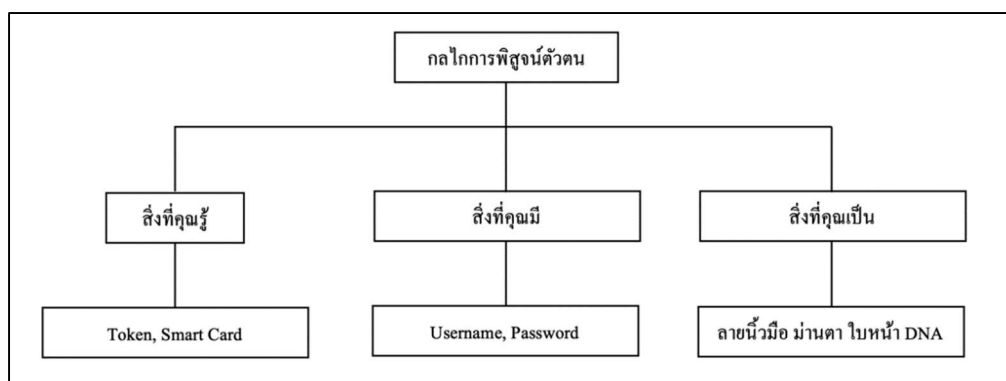
### 2.1.2 กลไกของการยืนยันตัวตน (Factor of Authentication)

กลไกการยืนยันตัวตนในปัจจุบันมีอยู่หลากหลายกลไก แต่กลไกการยืนยันตัวตนที่นิยมมากที่สุด จะแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งจะประกอบด้วยกลไกการยืนยันตัวตนทั้งหมด 3 กลไก ได้แก่

1. **สิ่งที่คุณรู้ (Something you know)** หมายถึง การใช้ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบทั่วไป ซึ่งกลไกการยืนยันตัวตนลักษณะนี้ถือเป็นกลไกที่มีระดับความปลอดภัยน้อย เพราะถ้าหากมีบุคคลภายนอกรู้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของตัวผู้ใช้ก็จะสามารถเข้าใช้งานในระบบได้ทันที

2. **สิ่งที่คุณมี (Something you have)** เป็นการยืนยันตัวตนในลักษณะที่จะต้องมีการใช้อุปกรณ์เสริมนอกเหนือจากการใช้รหัสผ่าน เพื่อนำมาใช้ในการเข้าสู่ระบบ ยกตัวอย่างเช่น บัตร ATM, Token, Smart Card เป็นต้น ซึ่งการตรวจสอบผู้ใช้ระบบโดยใช้สมาร์ทการ์ดเข้ามาช่วยนั้นจะช่วยตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานในระบบได้คล้าย ๆ กับที่ธนาคารตรวจสอบผู้ใช้งานบัตร ATM ของธนาคารว่าเป็นเจ้าของบัตรหรือไม่ เพราะว่าบัตร ATM ควรจะอยู่กับเจ้าของบัตรเท่านั้น และจะมีเพียงเจ้าของบัตรเท่านั้นที่สามารถทราบรหัสผ่านในการเข้าบัตร ATM ซึ่งบุคคลอื่นแม้จะขโมยบัตรไปแต่ก็ไม่ทราบรหัสผ่านที่อยู่ในบัตร

3. **สิ่งที่คุณเป็น (Something you are)** คือการนำเทคโนโลยีข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric) เข้ามาใช้ในการตรวจสอบตัวตนโดยอาศัยอวัยวะที่มนุษย์เรามีอยู่ และมีลักษณะที่ไม่ซ้ำกัน เช่น ลายนิ้วมือ, ม่านตา หรือเสียง เป็นต้น การใช้สมาร์ทการ์ดสามารถนำมาใช้กับเทคโนโลยีข้อมูลทางชีวมิติได้ กล่าวคือ ผู้ใช้สามารถเก็บลายนิ้วมือลงไป ใน Microchip ที่อยู่ในสมาร์ทการ์ดได้ด้วย ซึ่งจะเพิ่มระดับความปลอดภัยมากขึ้น (พรคิต, 2556)



รูปที่ 2.2 กลไกการยืนยันตัวตน

## 2.2 ข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric)

กลไกพิสูจน์ตัวตนนั้นจะนำกลไกการยืนยันตัวตนทั้ง 3 กลไกในข้างต้น มาใช้ในการยืนยันหลักฐานที่นำมากล่าวอ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละระบบว่าระบบจะนำกลไกลักษณะใดไปใช้ (พงศพัฒน์, 2551) อย่างไรก็ตามกลไกพิสูจน์ตัวตนในปัจจุบันในแต่ละกลไกยังพบเจอปัญหาอยู่บ้าง ยกตัวอย่างเช่น ในส่วนของกลไก สิ่งที่คุณมี หรือ Something you have ยังพบเจอปัญหาในเรื่องของอุปกรณ์ซึ่งอาจเกิดการสูญหายหรือถูกขโมยได้ หรือในส่วนของกลไกสิ่งที่คุณรู้อาจจะถูกดักฟัง เตะ หรือขโมยจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ดังนั้นกลไกสิ่งที่เป็น หรือ Something you are จึงจัดได้ว่าเป็นวิธีที่มีโอกาสปลอดภัยกว่า เนื่องจากกลไกสิ่งที่เป็นจะมีการใช้ข้อมูลทางชีวมิติ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่มีความเป็นเอกลักษณ์สูง และสามารถลอกเลียนแบบได้ยาก (สำรวน, 2554)

ข้อมูลทางชีวมิติจะมีคุณลักษณะเฉพาะที่สามารถบ่งชี้ว่าข้อมูลที่นำมาแสดงเป็นข้อมูลทางชีวมิติ (Jain, Rose and Prabhakar, 2004) ซึ่งจะมีคุณลักษณะเฉพาะ ดังต่อไปนี้

1. **ความเป็นสากล (Universality):** คุณลักษณะเฉพาะของความเป็นสากลนั้น จะดูว่าข้อมูลทางชีวมิตินั้นอยู่ในประชากรทั่วไปอย่างไร กล่าวคือประชากรทุกคนควรมีคุณลักษณะนี้โดยเฉพาะ

2. **ความเป็นเอกลักษณ์ (Uniqueness):** คุณลักษณะเฉพาะของความเป็นเอกลักษณ์นั้น จะหมายถึงข้อมูลทางชีวมิติของแต่ละบุคคล ต้องสามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

3. **ความสามารถในการรวบรวม (Collectability):** คุณลักษณะเฉพาะของการเก็บรวบรวม (บางครั้งอาจเรียกว่าการวัดผลก็ได้) ข้อมูลทางชีวมิตินั้น จะหมายถึง ความยากลำบากในการเก็บข้อมูลทางชีวมิติที่ต้องการ ถึงแม้ว่าข้อมูลทางชีวมิติบางอย่างจะมีความเป็นสากลและเป็นเอกลักษณ์สูง แต่ก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากความสามารถในการรวบรวมข้อมูลมีความซับซ้อน



มากเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้ประสิทธิภาพการรวบรวมข้อมูลทางชีวมิติจะต่ำ และประเด็นสำคัญของคุณลักษณะนี้ควรจะง่ายต่อการประเมินผลอีกด้วย

**4. ความคงทน (Permanency):** คุณลักษณะเฉพาะของความคงทน จะหมายถึง การเก็บข้อมูลทางชีวมิติควรจะต้องมีการกำหนดอายุการใช้งานของการใช้ข้อมูลทางชีวมิติในแต่ละบุคคล ซึ่งคุณลักษณะเฉพาะของความคงทนจะอธิบายด้วยความเสถียรของข้อมูลทางชีวมิติ กล่าวคือคุณลักษณะประเภทนี้ช่วยลดจำนวนครั้งในการเก็บรวบรวมข้อมูลทางชีวมิติตามอายุบุคคล

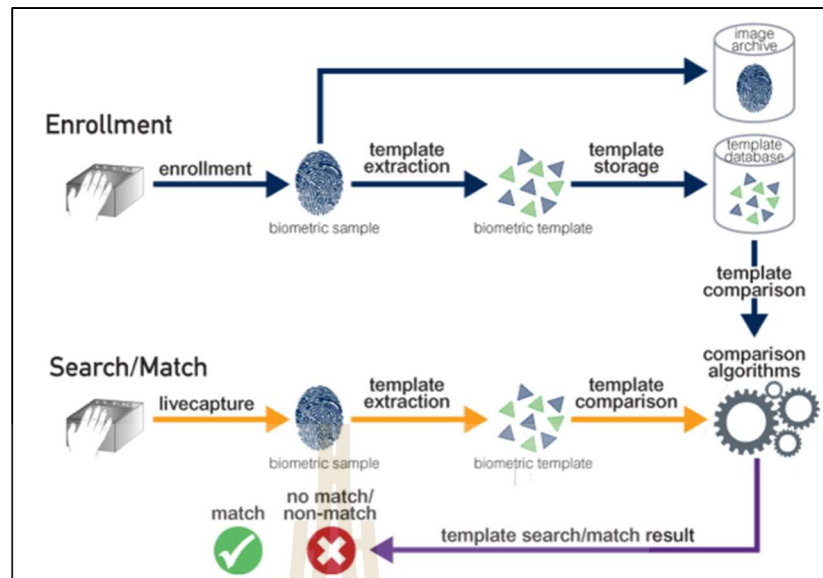
**5. การยอมรับได้ (Acceptability):** คุณลักษณะเฉพาะของการยอมรับได้ จะหมายถึง ความเต็มใจของบุคคลทั่วไป ในการเก็บข้อมูลทางชีวมิติ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ไม่ควรทำให้ผู้ที่ให้ข้อมูลทางชีวมิติเจ็บปวด หรือเกิดความไม่สะดวก (Miller, 1994)(David, Zhenhua and Yazhuo, 2015)

ในส่วนของคุณลักษณะเฉพาะที่กล่าวมาในข้างต้นเป็นคุณลักษณะเฉพาะที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่มีคุณลักษณะเฉพาะที่สามารถบ่งชี้ว่าข้อมูลที่นำมาแสดงเป็นข้อมูลทางชีวมิติเพิ่มเติม ดังนี้

**1. ประสิทธิภาพ (Performance):** คุณลักษณะเฉพาะของประสิทธิภาพ จะหมายถึง ความแม่นยำในการใช้ข้อมูลทางชีวมิติ โดยคุณลักษณะเฉพาะนี้มีการใช้ False Acceptance Rate (FAR) และ False Rejection Rate (FRR) เพื่อควบคุมความแม่นยำของข้อมูลอีกด้วย

**2. การหลีกเลี่ยง (Circumvention):** คุณลักษณะเฉพาะของการหลีกเลี่ยง จะหมายถึง ระบบที่ใช้ข้อมูลทางชีวมิติสามารถถูกหลอกได้ (Anil, 2004) (David, Zhenhua and Yazhuo, 2015)

ซึ่งการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติจะเริ่มจากการนำข้อมูลทางชีวมิติที่ผู้ใช้นำมาแสดงตัวตน ระบบจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้นำมาแสดงไปแยกเป็นส่วนย่อย ๆ และสร้างแม่แบบให้กับข้อมูลทางชีวมิติ ในขณะที่เดียวกันระบบจะนำข้อมูลทางชีวมิติที่มีอยู่ในฐานข้อมูลมาจัดเป็นแม่แบบ หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลทางชีวมิติที่ผู้ใช้นำมาพิสูจน์ตัวตนสามารถเข้ากันกับข้อมูลชีวมิติในฐานข้อมูลมีอยู่หรือไม่ โดยจะแสดงกระบวนการที่กล่าวมาในข้างต้นไว้ในรูปที่ 2.3

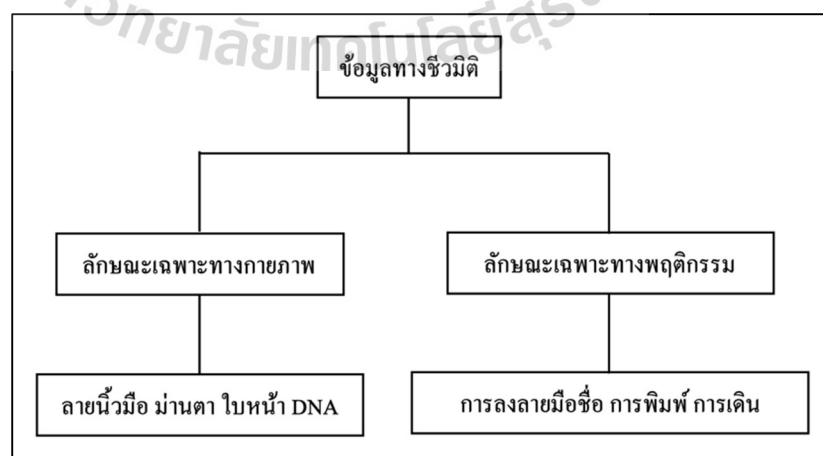


รูปที่ 2.3 กระบวนการการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ (Aware, 2020)

### 2.2.1 ความหมายของข้อมูลทางชีวมิติ

ข้อมูลทางชีวมิติหรือ Biometric มาจากคำสองคำ ได้แก่ Bio แปลว่าชีวิต และ Metric แปลว่าตัววัด (ศุภกานต์, 2553)(Delac and Grgic, 2004)(Aleksandra, 2012) เมื่อสองคำนี้รวมกัน จึงหมายถึงการวัดคุณลักษณะของร่างกาย (ศุภกานต์, 2553) โดยข้อมูลทางชีวมิติเป็นข้อมูลจำเพาะของบุคคลที่สามารถบ่งบอกถึงความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคลนั้น ๆ ได้ (สำราวน, 2554)

### 2.2.2 ประเภทของข้อมูลทางชีวมิติ



รูปที่ 2.4 ประเภทของข้อมูลทางชีวมิติ

รูปที่ 2.4 จะแสดงให้เห็นถึงประเภทของข้อมูลทางชีวมิติ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ (สำราวน, 2554)(ศักย์, 2558)(Israa, 2012) คือ

1. **ลักษณะเฉพาะทางกายภาพ (Physical)** คือข้อมูลที่อยู่ภายในร่างกายหรืออวัยวะต่าง ๆ ของบุคคล ยกตัวอย่างเช่น ลายนิ้วมือ (fingerprint) ม่านตา (iris) ใบหน้า (face) เป็นต้น (Israa, 2012) โดยข้อมูลลักษณะนี้เป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาก เนื่องจากมีความเป็นมีความเป็นเอกลักษณ์สูง และลอกเลียนแบบได้ยาก แต่ข้อมูลในลักษณะนี้จะมีความยุ่งยากในกลไกพิสูจน์ตัวตน (สำราวน, 2554)

2. **ลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม (Behaviors)** เป็นข้อมูลที่อธิบายจากพฤติกรรมที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของบุคคลนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น การลงลายมือชื่อ (signature) เสียง (voice) การนอนหลับ (sleep monitoring) เป็นต้น (Israa, 2012) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีความเป็นเอกลักษณ์ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือ ข้อมูลลักษณะนี้จะไม่มีความคงที่ (สำราวน, 2554)

ในส่วนของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะมาเพื่อพิสูจน์ตัวตน ซึ่งข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางเป็นข้อมูลทางชีวมิติลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม

### 2.3 ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold)

ในส่วนของวิธีการการคำนวณค่าพื้นฐานของข้อมูลทางชีวมิติ ผู้วิจัยได้ใช้หลักการของค่าเทรชโฮลด์มาใช้ในการสร้างค่าพื้นฐานของข้อมูล

ค่าเทรชโฮลด์คือค่าขีดเริ่มเปลี่ยน หรือค่าระดับความปลอดภัย (วิจริณี และ ณรงค์ฤทธิ์, 2562)(สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2565) โดยจะเริ่มจากการคำนวณค่าเทรชโฮลด์ หรือค่าพื้นฐานของข้อมูลทางชีวมิติ (Data Template) หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (Data Test) มาเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐานของข้อมูล และจะพิจารณาคะแนนความเหมือน (Matching Score) ของข้อมูล (Jyoti and Dhiraj, 2014)(สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2565)

การพิจารณาคะแนนความเหมือนของข้อมูลจะพิจารณาจากข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับนำมาเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐานของข้อมูลทางชีวมิติ (Vaibhav and Mehul, 2020) ถ้าหากข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับมีความเหมือนหรือเท่ากับค่าพื้นฐาน แสดงว่าข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐานของข้อมูลมีความใกล้เคียงกัน แสดงว่าข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐานมาจากบุคคลเดียวกันจึงมีผลออกมาเป็นคะแนนแท้ (Genuine Score) และถ้าหากข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับไม่มีความเหมือนหรือไม่มีความเท่ากับค่าพื้นฐาน แสดงว่าข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับเป็นข้อมูลทางชีวมิติของ

บุคคลอื่น ผลที่ออกมาเป็นคะแนนเทียม (Imposter Score) หลังจากนั้นจะวัดประสิทธิภาพของการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2565)

การวัดประสิทธิภาพของการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติกับค่าเทรชโฮลด์ จะวัดด้วยกัน 2 ค่า คือ

1. ค่า False Non-Match Rate (FNMR) หรือ False Rejection Rate (FRR) คือ ค่าความผิดพลาดของการยืนยันตัวตนของระบบ ที่ระบบปฏิเสธการเข้าสู่ระบบของเจ้าของข้อมูล (วิชริณี และ ณรงค์ฤทธิ์, 2562)(สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2565) โดยการคำนวณค่า FRR จะแสดงดังสมการที่ (2-1) (Jyoti and Dhiraj, 2014)(Vaibhav and Mehul, 2020)

2. ค่า False Match Rate (FMR) หรือ False Acceptance Rate (FAR) คือ ค่าความผิดพลาดของการยืนยันตัวตนของระบบ ที่ระบบสามารถให้ผู้ใช้ที่ไม่ใช่เจ้าของข้อมูลเข้าสู่ระบบได้ (วิชริณี และ ณรงค์ฤทธิ์, 2562)(สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2565) โดยการคำนวณค่า FAR จะแสดงดังสมการที่ (2-2) (Jyoti and Dhiraj, 2014)(Vaibhav and Mehul, 2020)

$$FRR = \frac{\text{Genuine user treated as imposter}}{\text{all genuine users}} \quad (2-1)$$

โดยที่ Genuine user treated as imposter คือ เจ้าของข้อมูลที่ระบบปฏิเสธการเข้าสู่ระบบทั้งหมด

All genuine users คือ จำนวนของเจ้าของข้อมูลทั้งหมด

$$FAR = \frac{\text{Impostor accepted as a genuine user}}{\text{total no. of impostor}} \quad (2-2)$$

โดยที่ Impostor accepted as a genuine users คือ ผู้ที่ไม่ใช่เจ้าของข้อมูล แต่ระบบอนุญาตให้เข้าสู่ระบบได้

total no. of impostor คือ จำนวนของผู้ที่ไม่ใช่เจ้าของข้อมูลทั้งหมด

## 2.4 การประเมินผล

ในส่วนของการประเมินผล ผู้วิจัยได้มีการนำ Confusion Matrix มาใช้ในการวัดประสิทธิภาพความแม่นยำของข้อมูล ซึ่ง Confusion Matrix จะเป็นการประเมินผลลัพธ์ของการใช้สิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลในระบบของผู้ใช้ เปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงของระบบ ดังแสดงรูปแบบของ Confusion Matrix ดังรูปที่ 2.5



ส่วนประกอบของ Confusion Matrix มีทั้งหมด 4 ส่วน ดังนี้

1. **True Positive (TP)** คือ ผู้ใช้มีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลในระบบ และผลลัพธ์ในการขอเข้าถึงข้อมูลในระบบคือระบบอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงตัวระบบได้

2. **False Positive (FP)** คือ ผู้ใช้มีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลในระบบ แต่ผลลัพธ์ในการขอเข้าถึงข้อมูลในระบบคือระบบไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เข้าถึงระบบได้ ในส่วนนี้จะมีความคล้ายคลึงกับค่า False Non-Match Rate (FNMR) หรือ False Rejection Rate (FRR)

3. **True Negative (TN)** คือ ผู้ใช้ไม่มีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลในระบบ และผลลัพธ์ในการขอเข้าถึงข้อมูลในระบบคือระบบไม่อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงตัวระบบได้

4. **False Negative (FN)** คือ ผู้ใช้ไม่มีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลในระบบ แต่ผลลัพธ์ในการขอเข้าถึงข้อมูลในระบบคือระบบอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงตัวระบบได้ ในส่วนนี้จะมีความคล้ายคลึงกับค่า False Match Rate (FMR) หรือ False Acceptance Rate (FAR)

Confusion Matrix		
	Actually Positive	Actually Negative
Access Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN)
Access Negative	False Positive (FP)	True Negative (TN)

รูปที่ 2.5 รูปแบบของ Confusion Matrix

ซึ่งในการวัดประสิทธิภาพและความแม่นยำของ Confusion Matrix จะวัดจากค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความผิดพลาด (Error Rate)

ค่าความถูกต้อง คือ ค่าความแม่นยำที่แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องของการเข้าถึงข้อมูลในระบบ ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด วัดจากอัตราส่วนของการเข้าถึงข้อมูลในระบบที่ถูกต้องทั้งหมดกับจำนวนทั้งหมด (ศักย์, 2558) แสดงดังสมการ (2-3)

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{n} \quad (2-3)$$

โดยที่ TP เป็นจำนวนของ True Positive

TN เป็นจำนวนของ True Negative

n เป็นจำนวนทั้งหมด

ค่าความผิดพลาด คือ ค่าที่แสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดของการเข้าถึงข้อมูลในระบบ ว่ามีความผิดพลาดมากน้อยเพียงใด วัดจากอัตราส่วนของการเข้าถึงข้อมูลในระบบที่เกิดความผิดพลาด ทั้งหมดกับจำนวนทั้งหมด (ศักย์, 2558) แสดงดังสมการ (2-4)

$$\text{Error Rate} = \frac{FP+FN}{n} \quad (2-4)$$

โดยที่ FP เป็นจำนวนของ False Positive  
 FN เป็นจำนวนของ False Negative  
 n เป็นจำนวนทั้งหมด

## 2.5 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในเรื่องของการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) เพื่อการยืนยันตัวตน ซึ่งการยืนยันตัวตนในข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะเป็นการยืนยันตัวตนโดยใช้ข้อมูลทางชีวมิติ ซึ่งการยืนยันตัวตนแบบชีวมิติ ส่วนใหญ่มักจะใช้ลายนิ้วมือ เสียง ม่านตา และใบหน้าในการยืนยันตัวตน ดังนั้น จึงเกิดปัญหาการวิจัยที่ว่า สามารถนำข้อมูลทางชีวมิติ ได้แก่ จำนวนก้าวของการเดิน จาก นาฬิกาอัจฉริยะมาพิสูจน์ตัวตนได้หรือไม่ โดยแนวคิดที่จะนำมาเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้คือ ข้อมูลทางชีวมิติที่เป็นลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม

นาฬิกาอัจฉริยะเก็บข้อมูลจำนวนการก้าวเดิน ซึ่งบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลของนาฬิกาอัจฉริยะที่กล่าวมาในข้างต้น มีดังนี้

ในส่วนของการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ มีงานวิจัยบางส่วนได้ทำการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ได้กล่าวถึงลักษณะของการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ ปัญหาที่พบในข้อมูลทางชีวมิติ และแนวโน้มในอนาคตของการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ จากการทบทวนวรรณกรรมของงานวิจัยเหล่านี้พบว่า การยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติแต่ละประเภทยังพบปัญหาอยู่ ยกตัวอย่างเช่น การยืนยันตัวตนด้วยเสียง ปัญหาที่พบคือ ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในการรู้จำเสียงลดลง เมื่อบุคคลนั้นมีอารมณ์ที่เปลี่ยนไป หรือ มีอาการไม่สบาย หรือ การยืนยันตัวตนด้วยใบหน้า ปัญหาที่พบคือ เมื่อบุคคลมีการแสดงออกทางสีหน้าแตกต่างกัน หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแสงที่กระทบกับใบหน้า ส่งผลให้ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการจดจำใบหน้าลดลง เป็นต้น และในส่วนของแนวโน้มในอนาคตของการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติ ผู้วิจัยกล่าวว่า ในอนาคตอาจจะมีการใช้เทคโนโลยีที่แม่นยำมากขึ้น และอาจจะมีการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติประเภทใหม่เกิดขึ้นมา (D. Krishna และคณะ, 2013) (P. Padma และ S. Srinivasan, 2016)

ในส่วนของคุณลักษณะเฉพาะของข้อมูลทางชีวมิติ มีงานวิจัยบางส่วนได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของข้อมูลทางชีวมิติ ซึ่งงานวิจัยเหล่านั้นกล่าวว่าคุณลักษณะเฉพาะของข้อมูลทางชีวมิติ มีส่วนประกอบดังนี้ ความเป็นสากล (Universality) ความเป็นเอกลักษณ์ (Uniqueness) ความสามารถในการรวบรวม (Collectability) ความคงทน (Permanency) การยอมรับได้ (Acceptability) ประสิทธิภาพ (Performance) การหลีกเลี่ยง (Circumvention) (Anil, 2004)(David, Zhenhua and Yazhuo, 2015)

Jingzhen Li และคณะ (2017) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิต จากกลุ่มตัวอย่าง 10 คน โดยใช้อุปกรณ์สวมใส่ ซึ่งในการเก็บข้อมูล จะใช้เวลาเก็บ 6 ครั้งต่อ 1 วัน ซึ่งใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทั้งหมด 5 วัน ซึ่งจากผลการทดลองของงานวิจัยนี้สรุปได้ว่า ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ และข้อมูลความดันโลหิตของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน

วิชริณี และ ณรงค์ฤทธิ์ (2561) ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าเทรซโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับการยืนยันตัวตนด้วยม่านตา โดยงานวิจัยนี้จะเริ่มจากการนำ Data set ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าเทรซโฮลด์ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำ Data set ที่ใช้ในการทดสอบค่าเทรซโฮลด์ มาเปรียบเทียบกับค่าเทรซโฮลด์ที่สร้างขึ้นมา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ค่าของการยอมรับค่าที่ถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 77 ในส่วนของค่าความผิดพลาดจะมีค่า FNRMR อยู่ที่ร้อยละ 23 และค่า FMR อยู่ที่ร้อยละ 3

Jyoti and Dhiraj (2014) ได้ทำการสร้างระบบสำหรับการยืนยันตัวตนด้วยฝ่ามือ (Palm print) ขึ้นมา โดยใช้ MATLAB ในการวิเคราะห์ค่าเทรซโฮลด์ โดยใช้ข้อมูลภาพฝ่ามือทั้งหมด 600 ภาพ จากบุคคล 100 คน งานวิจัยนี้ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่ม System training จะเป็นกลุ่มที่ทางผู้วิจัยได้ใช้สร้างค่าเทรซโฮลด์ และ กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่ม Authentication จะเป็นกลุ่มที่ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลของกลุ่มนี้ไปทดสอบกับค่าเทรซโฮลด์ที่ MATLAB สร้างขึ้นมาของกลุ่มที่ 1 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ระบบมีความแม่นยำมากกว่าร้อยละ 90 และบทความวิจัยนี้ยังสรุปเพิ่มเติมอีกว่า ทุกครั้งที่มีการวิเคราะห์ค่าเทรซโฮลด์ขึ้นมา จำเป็นที่จะต้องมียค่า FRR และ FAR มาใช้เป็นเกณฑ์ด้วยทุกครั้ง

Druva and Goutham (2016) ได้ทำการทดลองการยืนยันตัวตนด้วยรูปแบบของเส้นเลือดดำบริเวณแขน โดยจะทดสอบกับรูปแบบของเส้นเลือดดำบริเวณแขนทั้งหมด 20 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีความแตกต่างกันในส่วนของคุณลักษณะของเส้นเลือดดำบริเวณแขน ซึ่งวิจัยจะเริ่มจากการนำรูปแบบของเส้นเลือดดำบริเวณแขนมาเปรียบเทียบกับกัน และทำการจัดกลุ่ม ถ้าหากรูปแบบของเส้นเลือดดำบริเวณแขนมีความใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจะจัดรูปแบบของเส้นเลือดดำที่มีความเหมือนกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นทางผู้วิจัยจะนำข้อมูลในแต่ละกลุ่มไปสร้างค่าเทรซโฮลด์และทำการประเมินผล ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ในส่วนของค่าเทรซโฮลด์ของการยืนยันตัวตนด้วยรูปแบบของเส้น

เลือดดำบริเวณแขนถือว่ามีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากมีค่า False Acceptance Rate (FAR) อยู่ที่ร้อยละ 0.0001 และค่า False Reject Rate (FRR) มีค่าอยู่ที่ร้อยละ 0.1

เกรียงศักดิ์ ภัคภัทร และไพชยนต์ (2561) ได้ทำพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้า ผู้วิจัยได้ใช้ 3 เทคนิคที่เป็นที่นิยมในการจดจำใบหน้า คือ เทคนิค Eigenface recognition, เทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition และเทคนิค Fisherface recognition ในการพัฒนาระบบในการระบุตัวตนของนักศึกษาแต่ละคน โดยจะเก็บข้อมูลภาพของนักศึกษาในลักษณะหันหน้าตรง หันด้านข้างซ้ายและขวาแบบ 15 องศา เงยหน้า และก้มหน้า หลังจากนั้นทำการหาค่าเทรซโฮลต์ในการเลือกภาพถ่ายเพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุด ซึ่งกำหนดค่าเทรซโฮลต์ในเทคนิค Eigenface recognition และเทคนิค Fisherface recognition แบบบุคคลิตรงระหว่าง 1500 – 6750 ส่วนเทคนิค Pattern Histograms (LBPH) recognition จะใช้แบบไคแอสควร์ระหว่าง 40 – 100 ผลการวิจัยพบว่าเทคนิค Pattern Histograms (LBPH) recognition เป็นเทคนิคที่เหมาะสมในการนำมาพัฒนาระบบการจดจำใบหน้าของนักศึกษาที่เข้าเรียนเนื่องจากมีค่าความถูกต้องสูงถึงร้อยละ 94.21

Vaibhav and Mehul (2020) ได้ทำการทดลองปรับค่าเทรซโฮลต์สำหรับระบบการยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือ (Fingerprint) ตามระดับภัยคุกคาม (Threat Level) ระดับของภัยคุกคามถูกแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง โดยใช้เทคนิค Fuzzy Inference System (FIS) และเทคนิค Artificial Neural Network (ANN) ร่วมกับการปรับค่าเทรซโฮลต์ ซึ่งจะดูค่า FRR และ FAR เป็นหลัก จากผลการวิจัย พบว่า สามารถเปลี่ยนเกณฑ์ค่าเทรซโฮลต์ตามระดับของภัยคุกคามได้ ซึ่งมีค่าความถูกต้องในแต่ละระดับของภัยคุกคามมากกว่าร้อยละ 90

มีงานวิจัยบางส่วนได้มีการใช้ Confusion Matrix เป็นตัววัดผลในทำการทดลองเกี่ยวกับการยืนยันตัวตนด้วยคลื่นไฟฟ้าของอัตราการเต้นของหัวใจ จากกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ซึ่งจากผลการทดลองของงานเหล่านี้สรุปได้ว่า การยืนยันตัวตนด้วยคลื่นไฟฟ้าของอัตราการเต้นของหัวใจสามารถระบุตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำซึ่งมากกว่าร้อยละ 90 (Di W. และคณะ, 2018)(Sugondo H. และคณะ, 2019)

Pradeep and Ravi (2022) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการตรวจสอบลายนิ้วมือ (Fingerprint) ด้วย Machine Learning จากข้อมูลรูปภาพลายนิ้วมือทั้งหมด 4,000 รูป ซึ่งจะประเมินผลด้วย Confusion Matrix ผู้วิจัยได้ทำการแสดงข้อมูลในแต่ละส่วนของ Confusion Matrix ดังนี้ True Positive (TP) = 1949 False Positive (FP) = 33 True Negative (TN) = 1969 และ False Negative (FN) = 49 จากผลการวิจัยพบว่า การตรวจสอบลายนิ้วมือ (Fingerprint) ด้วย Machine Learning มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากกว่าร้อยละ 95 และมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าร้อยละ 5

Firas and Gursel (2020) ได้พัฒนาระบบการยืนยันตัวตนด้วยใบหน้าและเสียง โดยใช้วิธีการ Ensemble classifier ในการพัฒนาระบบ และงานวิจัยดังกล่าวได้ใช้ Confusion Matrix ในการประเมินความถูกต้องและความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ระบบการยืนยันตัวตนด้วยใบหน้าและเสียงวิธีการ Ensemble classifier มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) โดยจะคำนวณจาก True Positive และ True Negative ของ Confusion Matrix มากกว่าร้อยละ 99 ในขณะเดียวกันระบบในงานวิจัยนี้มีค่าความผิดพลาด (Error rate) โดยจะคำนวณจาก False Positive และ False Negative ของ Confusion Matrix น้อยกว่าร้อยละ 1

ในส่วนของพฤติกรรมกรรมการเดินของมนุษย์ มีงานวิจัยศึกษาลักษณะการเดิน (Gait) ของมนุษย์ แต่ยังไม่มีการวิจัยใดศึกษาในส่วนของจำนวนก้าวของมนุษย์

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยการทดลองเกี่ยวกับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจนั้นก็คือในเรื่องของอุปกรณ์สวมใส่ เนื่องจากอุปกรณ์สวมใส่มีขนาดใหญ่ ทำให้ผู้วิจัยในงานวิจัยดังกล่าวไม่สามารถที่นำอุปกรณ์สวมใส่ไปใช้ในการเก็บข้อมูลบริเวณอื่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า ถ้าหากนำนาฬิกาอัจฉริยะมาใช้ในการเก็บข้อมูลจะมีความสะดวกมากกว่า





### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการการยืนยันตัวตนประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ สิ่งที่คุณใช้บริการรู้ (something you know) สิ่งที่คุณใช้บริการมี (something you have) และสิ่งที่คุณใช้บริการเป็น (something you are) ในแต่ละกระบวนการยังพบเจอปัญหาอยู่ กล่าวคือ หากใช้สิ่งที่คุณใช้บริการรู้ อาจจะถูกดักฟัง หรือถูกคาดเดาได้ หรือถ้าหากใช้สิ่งที่คุณใช้บริการมี อาจจะถูกขโมยหรือถูกขโมยได้ เป็นต้น จากดังตัวอย่างที่ยกมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่าถ้าหากใช้สิ่งที่คุณใช้บริการเป็น จึงมีโอกาสนี้จะปลอดภัยกว่า เนื่องจากเป็นวิธีการใช้ข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric)

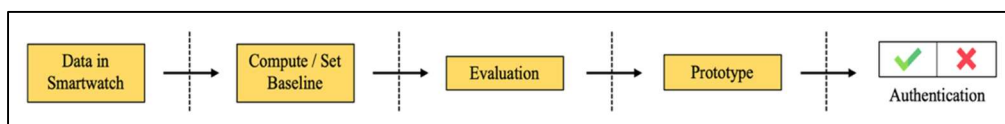
แต่การใช้ข้อมูลทางชีวมิติยังเกิดปัญหาอยู่บ้าง จึงมีความจำเป็นที่ต้องมองหาอย่างอื่นเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่กระบวนการยืนยันตัวตน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่องของการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ
- 3.4 การคำนวณค่าพื้นฐาน
- 3.5 การประเมินผล

โดยมีเนื้อหา และรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ วิจัยเพื่อนำข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะมาใช้ในการยืนยันตัวตนโดยมีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัยเบื้องต้น

วิธีการดำเนินการวิจัยเบื้องต้นของงานวิจัยนี้จะเริ่มจากเก็บข้อมูลที่ได้จากนาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) เช่น จำนวนก้าวการเดิน เป็นต้น หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณและกำหนดค่าพื้นฐาน (Baseline) ขึ้นมาเพื่อดูพฤติกรรมเฉลี่ยที่นาฬิกาอัจฉริยะทำการเก็บของตัวบุคคล เมื่อได้ค่าพื้นฐานแล้วจะทำการประเมินผล หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลไปออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบ (Prototype) ที่ใช้จำนวนก้าวการเดินในการเข้าสู่ระบบ และจะดำเนินการทดสอบการเข้าสู่ระบบต้นแบบ ว่าจำนวนก้าวการเดินและค่าพื้นฐานของแต่ละบุคคลสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพในการยืนยันตัวตนมากน้อยเพียงใด

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

นาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) ยี่ห้อ GOGO รุ่น G10 PRO CPU MTK6261A หน่วยความจำ 32 MB

## 3.3 การเก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ

### 3.3.1 ข้อมูลที่เก็บจากนาฬิกาอัจฉริยะ

ข้อมูลที่เก็บจากนาฬิกาอัจฉริยะเป็นข้อมูลจำพวกข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric) ซึ่งข้อมูลทางชีวมิตินั้นมีอยู่ทั้งหมด 2 ลักษณะ ได้แก่ ข้อมูลทางชีวมิติลักษณะเฉพาะทางกายภาพ และข้อมูลทางชีวมิติลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม (สำรวม, 2554) โดยข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะส่วนใหญ่มักจะเป็นข้อมูลทางชีวมิติลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม ได้แก่ จำนวนก้าวการเดิน

### 3.3.2 การเก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ

การเก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะจะเก็บข้อมูลทั้งหมด 1 ประเภทข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลจำนวนก้าวการเดิน ซึ่งในเรื่องของจำนวนวันและเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลนั้น ผู้วิจัยจะทำการทดลองเพื่อหาวันและเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่หลากหลาย หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่เก็บมาไปคำนวณหาค่าพื้นฐาน การเก็บข้อมูลโดยใช้จำนวนวันที่หลากหลายนั้น เพื่อหาค่าพื้นฐานตามจำนวนวัน ซึ่งจะสามารถใช้ในการวิจัยและประเมินได้ว่า ค่าพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพที่สุด ได้มาจากการเก็บข้อมูลจำนวนกี่วัน โดยจะแบ่งจำนวนวันและเวลาในการเก็บข้อมูลเป็นดังนี้

## 1. จำนวนวันในการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยจะทำการทดลองจำนวนวันในการเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณค่าพื้นฐานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะเริ่มเก็บข้อมูลในทุก ๆ วัน เริ่มจาก เก็บข้อมูล 7 วัน 10 วัน 14 วัน 21 วัน และ 30 วัน เพื่อนำข้อมูลที่เก็บในแต่ละช่วง มาคำนวณค่าพื้นฐานและเปรียบเทียบกัน เพื่อให้ได้จำนวนวันในการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสร้างค่าพื้นฐานที่เหมาะสมและมีความแม่นยำมากที่สุด

หลังจากที่ได้ค่าพื้นฐานแล้ว ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลในส่วนของจำนวนวันในการเก็บข้อมูล โดยจะประเมินผลว่าเก็บข้อมูลระยะเวลาที่วันถึงจะได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาใช้ในขั้นตอนนี้ด้วย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังกล่าว เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในขั้นตอนการเก็บข้อมูล (Jingzhen Li และคณะ, 2017) ซึ่งจะใช้ตรวจสอบว่า ข้อมูลที่เก็บมาล่าสุดเบี่ยงเบนไปจากข้อมูลก่อนหน้ามาก น้อยเพียงใด ถ้าหากข้อมูลเบี่ยงเบนน้อยแสดงว่าข้อมูลที่เก็บมาล่าสุดมีความคล้ายคลึงข้อมูลก่อนหน้า หรือถ้าหากไม่มีความเบี่ยงเบนเลยแสดงว่าข้อมูลที่เก็บมาครั้งล่าสุดเหมือนกับข้อมูลที่เก็บมาก่อนหน้า ซึ่งความเบี่ยงเบนในสองลักษณะนี้แสดงให้เห็นถึงความคงที่ของข้อมูล และข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อน แต่ถ้าหากข้อมูลมีความเบี่ยงเบนมาก แสดงว่าข้อมูลที่เก็บมาล่าสุดไม่มีความคล้ายคลึงข้อมูลก่อนหน้าเลย ซึ่งความเบี่ยงเบนในลักษณะนี้จะแสดงให้เห็นถึงความไม่คงที่ของข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาใช้ในการกำหนดช่วงที่แตกต่างกันเพื่อนำช่วงดังกล่าวไปประเมินว่าช่วงข้อมูลใดมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสร้างค่าพื้นฐาน

## 2. เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ในส่วนของเวลาที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมงต่อ 1 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกเวลานี้เพราะ เป็นช่วงเวลาในการทำงาน และทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ออกกำลังกาย เดิน เป็นต้น จึงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลเพื่อการยืนยันตัวตน

## 3. จำนวนข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ

ในส่วนของจำนวนข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะจากกลุ่มตัวอย่าง 15 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. **Training Dataset** จะเป็นกลุ่มข้อมูลที่นำไปทดสอบตามวิธีการที่ผู้วิจัยกำหนด (Batta Mahesh, 2018) โดยจะมีกลุ่มตัวอย่างอยู่ในกลุ่มนี้ 11 กลุ่มตัวอย่าง

2. **Test Dataset** เป็นกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบผลลัพธ์ของกลุ่มข้อมูล Training Dataset (Batta Mahesh, 2018) โดยจะมีกลุ่มตัวอย่างอยู่ในกลุ่มนี้ 4 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลจำนวนก้าวเป็นเวลา 33 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. ผู้วิจัยจะนำข้อมูลจำนวนก้าวทั้งหมด 30 วันของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมาสร้างเป็นค่าพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ หลังจากที่ทำกรสร้างค่าพื้นฐานเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะนำข้อมูลจำนวนก้าวของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างจากนาฬิกาอัจฉริยะ จำนวน 3 วัน มาใช้เพื่อทดสอบค่าพื้นฐานที่สร้างขึ้นมา โดยตารางที่ 3.1 จะแสดงตัวอย่างข้อมูลจำนวนก้าวการเดิน ซึ่งช่วงวันที่ 1 – 30 จะแสดงถึงข้อมูลจำนวน 30 วันที่จะนำไปสร้างค่าพื้นฐาน และช่วงวันที่ 31 – 33 จะแสดงถึงข้อมูลจำนวนก้าว 3 วันที่ผู้วิจัยนำมาทดสอบ



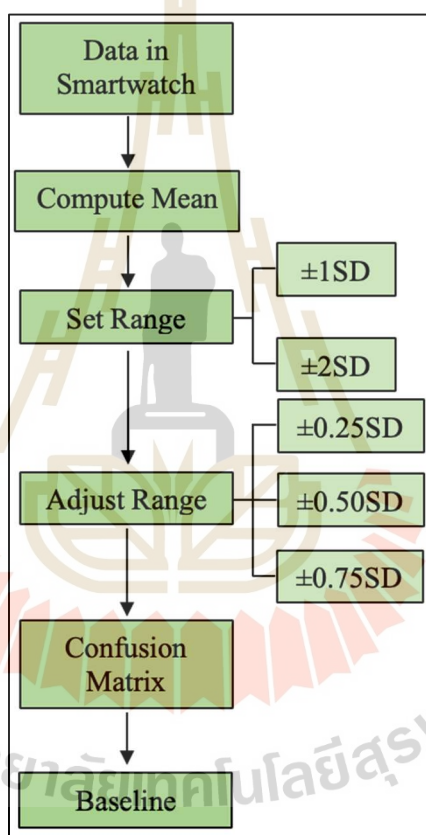
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะ

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
07.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
08.00 น.	224	198	230	256	278	...	...	...	14	245	165	185	220	17	214	225
09.00 น.	276	288	210	320	210	...	...	...	295	293	312	331	345	250	260	320
10.00 น.	890	834	825	903	798	...	...	...	1036	415	674	751	994	725	854	882
11.00 น.	789	894	856	854	843	...	...	...	476	821	884	914	674	830	768	680
12.00 น.	443	447	460	511	509	...	...	...	415	609	904	441	594	445	465	447
13.00 น.	1233	1178	1290	1165	1102	...	...	...	1540	1824	1103	1185	1254	1234	1159	1145
14.00 น.	1102	665	887	659	890	...	...	...	742	647	824	1021	711	667	821	1101
15.00 น.	778	745	780	739	776	...	...	...	645	971	452	641	728	767	760	710
16.00 น.	668	789	665	640	779	...	...	...	642	692	715	714	617	676	882	712
17.00 น.	734	790	774	739	834	...	...	...	903	678	615	942	681	760	776	742
18.00 น.	554	509	909	956	556	...	...	...	713	596	814	813	885	555	540	648
19.00 น.	445	665	448	665	710	...	...	...	416	341	325	331	419	760	428	689
20.00 น.	110	367	355	340	326	...	...	...	356	152	178	328	302	145	378	324
21.00 น.	101	324	332	356	332	...	...	...	51	82	136	115	108	150	321	429
22.00 น.	0	119	104	102	109	...	...	...	0	0	0	0	0	0	145	102
23.00 น.	0	0	34	0	12	...	...	...	0	0	42	0	0	0	0	14



### 3.4 การคำนวณค่าพื้นฐาน (Baseline)

หลังจากที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะ ผู้วิจัยจะต้องทำการคำนวณค่าพื้นฐาน เพื่อที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการยืนยันตัวตน โดยวิธีการคำนวณจะแสดงในรูปที่ 3.2 ก่อนที่จะได้ค่าพื้นฐานมานั้น จะต้องทำการคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วย  $\pm 1S.D.$  และ  $\pm 2S.D.$  หลังจากนั้นผู้วิจัยจะทำการปรับช่วงค่ามาตรฐานโดยจะเพิ่มช่วง  $\pm 0.25S.D.$   $\pm 0.50S.D.$  และ  $\pm 0.75S.D.$  ขึ้นมา และจะนำผลลัพธ์ที่ได้ไปประเมินผลที่ด้วย Confusion Matrix จึงจะสามารถกำหนดค่าพื้นฐานได้ และจะนำค่าพื้นฐานที่ได้มาไปประเมินผลข้อมูล



รูปที่ 3.2 การคำนวณค่าพื้นฐาน (Baseline)

#### 3.4.1 การคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ขั้นตอนในการได้มาของค่าพื้นฐานนั้น จะต้องคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อที่จะนำทั้งสองค่าไปเป็นค่าพื้นฐาน ขั้นตอนแรกจะทำการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งวิธีการในการหาค่าเฉลี่ยนั้น จะแสดงดังสมการที่ (3-1)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (3-1)$$

โดยที่  $\sum x$  เป็นผลรวมของข้อมูลที่เก็บมา ณ ช่วงเวลานั้น ๆ ทั้งหมด  
 $n$  เป็นจำนวนข้อมูลที่เก็บมาทั้งหมด

ค่าเฉลี่ยดังกล่าว เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะที่เก็บมาได้ในแต่ละชั่วโมง ซึ่งจะเป็นค่าเริ่มต้นของค่าพื้นฐาน ขั้นตอนที่สองในการหาค่าพื้นฐานนั้นก็คือกำหนดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยจะแสดงสมการของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในสมการที่ 3-2 ซึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นการดูการกระจายของข้อมูลว่าข้อมูลที่ไดมาจากนาฬิกานั้น เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด

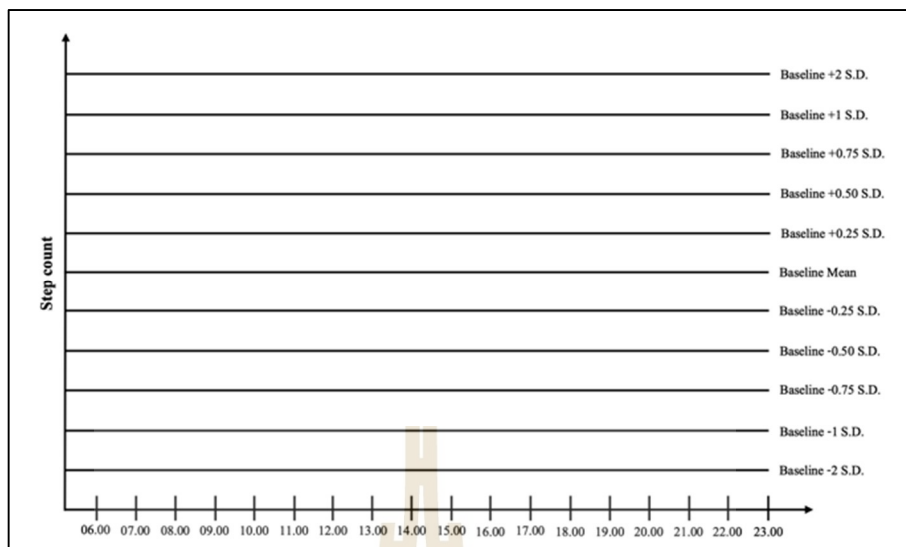
$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (3-2)$$

โดยที่  $\sum x$  เป็นผลรวมของข้อมูลที่เก็บมา ณ ช่วงเวลานั้น ๆ ทั้งหมด  
 $n$  เป็นจำนวนข้อมูลที่เก็บมาทั้งหมด  
 $\sum x^2$  เป็นผลรวมของข้อมูลที่เก็บมา ณ เวลานั้น ๆ แต่ละตัวยกกำลัง 2

ซึ่งในการกำหนดค่าพื้นฐานจะไม่สามารถใช้ค่าเฉลี่ยเพียงอย่างเดียว เนื่องจากค่าเฉลี่ยไม่สามารถวัดได้ว่าข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบมีการเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ดังนั้นในการกำหนดค่าพื้นฐานจึงจะต้องมีการนำเรื่องของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาด้วย เพื่อวัดค่าเบี่ยงเบนระหว่างข้อมูลที่ไดมาจากนาฬิกาและค่าเฉลี่ย

### 3.4.2 ค่าพื้นฐาน (Baseline)

ในส่วน of ค่าพื้นฐาน ผู้วิจัยได้อธิบายการได้มาของค่าพื้นฐานไปในข้างต้นแล้ว โดยค่าพื้นฐานจะเป็นในลักษณะดังรูปที่ 3.3 ซึ่งการได้มาของค่าพื้นฐานนั้น จะต้องนำค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วงเวลามาเป็นค่าพื้นฐานในช่วงเวลานั้น ๆ และจะต้องมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ทำการแบ่งเป็นช่วง ซึ่งประกอบด้วย  $MEAN \pm 1S.D.$  และ  $\pm 2S.D.$  โดยจะแสดงดังสมการที่ (3-3) (3-4) ตามลำดับ เพื่อดูว่า ข้อมูลที่นำเข้ามาจากนาฬิกาอัจฉริยะนั้น เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วงเวลา มากน้อยแค่ไหน และยังสามารถกำหนดช่วงความคลาดเคลื่อนได้อีกด้วย กล่าวคือ การที่จะได้ข้อมูลที่ตรงกับค่าเฉลี่ยพอดีนั้นมีความเป็นไปได้ยาก การที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทำให้สามารถกำหนดช่วงในแต่ละช่วงได้



รูปที่ 3.3 การแสดงค่าพื้นฐาน

$$\pm 1SD = MEAN \pm 1S.D. \quad (3-3)$$

$$\pm 2SD = MEAN \pm 2S.D. \quad (3-4)$$

จากที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะจากกลุ่มตัวอย่าง 15 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะเก็บข้อมูลจำนวนก้าวเป็นเวลา 33 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. ผู้วิจัยจะนำข้อมูลจำนวนก้าวทั้งหมด 30 วันของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมาสร้างเป็นค่าพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ หลังจากที่ทำกรสร้างค่าพื้นฐานเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะนำข้อมูลจำนวนก้าวของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างจากนาฬิกาอัจฉริยะ จำนวน 3 วัน มาใช้ในการทดสอบข้อมูลกับค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงเวลาเพื่อดูว่าข้อมูลในแต่ละช่วงเวลานั้น ๆ อยู่ในช่วงใดของค่าพื้นฐานดังนี้

- 1) ช่วงที่เท่ากับค่า Mean แสดงผลเป็น Mean
- 2) ช่วงที่มากกว่าค่า Mean ไปจนถึงค่า 1S.D. แสดงผลเป็น 1S.D.
- 3) ช่วงที่มากกว่าค่า 1S.D. ไปจนถึงค่า 2S.D. แสดงผลเป็น 2S.D.
- 4) ช่วงที่ต่ำกว่าค่า Mean ไปจนถึงค่า -1S.D. แสดงผลเป็น -1S.D.
- 5) ช่วงที่ต่ำกว่าค่า -1S.D. ไปจนถึงค่า -2S.D. แสดงผลเป็น -2S.D.
- 6) ช่วงที่มากกว่า 2S.D. แสดงผลเป็นมากกว่า 2S.D.

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะกับค่าพื้นฐานของแต่ละบุคคลในแต่ละช่วงเวลาเพื่อดูว่าข้อมูลในแต่ละเวลานั้น ๆ อยู่ในช่วงใดของค่าพื้นฐาน โดยผู้วิจัยได้ใช้ Confusion Matrix เพื่อดูค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด ในการทดสอบจำนวนวันที่เหมาะสม

หลังจากที่ทำการทดสอบจำนวนวันที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะแล้ว ทางผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วงของค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงเพิ่มเติมเพื่อทำการทดสอบในการหาช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมในแต่ละช่วง โดยผู้วิจัยปรับช่วงของค่าที่แสดงผลในช่วงของ -1S.D. ถึง 1S.D. เพิ่มเติมดังนี้

- 1) ปรับช่วงที่มากกว่า Mean ไปจนถึงค่า 0.25 ของ Mean แสดงผลเป็น 0.25S.D.
- 2) ปรับช่วงที่มากกว่า 0.25 ของ Mean ไปจนถึงค่า 0.50 ของ Mean แสดงผลเป็น 0.50S.D.
- 3) ปรับช่วงที่มากกว่า 0.50 ของ Mean ไปจนถึงค่า 0.75 ของ Mean แสดงผลเป็น 0.75S.D.
- 4) ปรับช่วงที่มากกว่า 0.75 ของ Mean ไปจนถึงค่า 1S.D. แสดงผลเป็น 1S.D.
- 5) ปรับช่วงที่ต่ำกว่า Mean ไปจนถึงค่า -0.25 ของ Mean แสดงผลเป็น -0.25S.D.
- 6) ปรับช่วงที่ต่ำกว่า -0.25 ของ Mean ไปจนถึงค่า -0.50 ของ Mean แสดงผลเป็น -0.50S.D.
- 7) ปรับช่วงที่ต่ำกว่า -0.50 ของ Mean ไปจนถึงค่า -0.75 ของ Mean แสดงผลเป็น -0.75S.D.
- 8) ปรับช่วงที่ต่ำกว่า -0.75 ของ Mean ไปจนถึงค่า -1S.D. แสดงผลเป็น -1S.D.

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วง -1S.D. ถึง 1S.D. ทางผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วงของค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงเพิ่มเติม โดยจะปรับช่วงค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงเป็นช่วงที่กว้างขึ้น เพื่อทำการทดสอบในการหาช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมมากขึ้น โดยผู้วิจัยปรับช่วงเพิ่มเติมดังนี้

- 1) ช่วงที่เท่ากับค่า Mean แสดงผลเป็น Mean
- 2) ช่วงที่อยู่ระหว่างค่า -0.25S.D. ไปจนถึงค่า 0.25S.D. แสดงผลเป็น  $\pm 0.25S.D.$
- 3) ช่วงที่อยู่ระหว่างค่า -0.50S.D. ไปจนถึงค่า 0.50S.D. แสดงผลเป็น  $\pm 0.50S.D.$
- 4) ช่วงที่อยู่ระหว่างค่า -0.75S.D. ไปจนถึงค่า 0.75S.D. แสดงผลเป็น  $\pm 0.75S.D.$
- 5) ช่วงที่อยู่ระหว่างค่า -1S.D. ไปจนถึงค่า 1S.D. แสดงผลเป็น  $\pm 1S.D.$

6) ช่วงที่อยู่ระหว่างค่า  $-2S.D.$  ไปจนถึงค่า  $2S.D.$  แสดงผลเป็น  $\pm 2S.D.$

7) ช่วงที่น้อยกว่า  $-2S.D.$  และมากกว่า  $2S.D.$  แสดงผลเป็นมากกว่า  $2S.D.$  หรือน้อยกว่า  $-2S.D.$

หลังจากที่ลองปรับช่วงของค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลของค่าพื้นฐานไปประเมินค่าความแม่นยำเพื่อหาค่าพื้นฐานที่เหมาะสม

ในส่วนของการประเมินค่าความแม่นยำ ผู้วิจัยได้ประเมินค่าความแม่นยำด้วยวิธีการ Confusion matrix โดยจะประเมินค่าความถูกต้องของข้อมูลที่เก็บมาใหม่กับค่าพื้นฐาน มีความถูกต้องหรือใกล้เคียงกันทั้งหมดก็เปอร์เซ็นต์ ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดใน Confusion Matrix สามารถประเมินค่าความแม่นยำได้ เพราะว่า เมื่อค่าความถูกต้องมีเปอร์เซ็นต์สูง และค่าความผิดพลาดมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ แสดงว่าข้อมูลที่น่ามา มีความถูกต้อง และแม่นยำ แต่ถ้าหากค่าความถูกต้องมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ และค่าความผิดพลาดมีเปอร์เซ็นต์ที่สูง แสดงว่าข้อมูลที่น่ามา มีความผิดพลาดสูง และไม่มี ความถูกต้องเลย

### 3.5 การประเมินผล

หลังจากที่ได้คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อให้ได้มาค่าพื้นฐาน (Baseline) ผู้วิจัยจะต้องทำการประเมินผล โดยการประเมินผลจะแบ่งออกเป็น การประเมินผล 2 แบบ ประกอบด้วย การประเมินผลความถี่ที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล และการประเมินค่าความถูกต้องโดยใช้ Confusion Matrix ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.5.1 การประเมินความถี่ที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บจากนาฬิกาอัจฉริยะไปตรวจสอบกับค่าพื้นฐาน เพื่อดูว่าข้อมูลที่เก็บเข้ามาใหม่กับข้อมูลค่าพื้นฐาน ณ ช่วงเวลานั้น ๆ อยู่ช่วงไหนของค่าพื้นฐาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการประเมินค่าความถี่ที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล

ในเรื่องของการประเมินค่าความถี่ที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ประเมินค่าความถี่ที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Confusion Matrix จากที่ผู้วิจัยเคยกล่าวไว้ในข้างต้น ส่วนประกอบของ Confusion Matrix มีทั้งหมด 4 ส่วน ดังนี้ True Positive (TP) False Positive (FP) True Negative (TN) False Negative (FN)

โดยจะใช้ Confusion Matrix เป็นการประเมินค่าความถูกต้อง ว่าข้อมูลที่เก็บเข้ามาใหม่กับค่าพื้นฐาน มีความถูกต้องหรือใกล้เคียงกันทั้งหมดก็เปอร์เซ็นต์ และ Confusion Matrix



ยังสามารถประเมินค่าความผิดพลาด ว่าข้อมูลที่เก็บมาใหม่มีความผิดพลาดทั้งหมดกี่เปอร์เซ็นต์จากค่าพื้นฐาน

ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดใน Confusion Matrix สามารถนำมาใช้ประเมินค่าความถี่ที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลได้ เพราะว่า เมื่อค่าความถูกต้องมีเปอร์เซ็นต์สูง และค่าความผิดพลาดมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ แสดงว่าข้อมูลที่นำมามีความถูกต้อง และแม่นยำ แต่ถ้าหากค่าความถูกต้องมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ และค่าความผิดพลาดมีเปอร์เซ็นต์ที่สูง แสดงว่าข้อมูลที่นำมามีความผิดพลาดสูง และไม่มีค่าความถูกต้องเลย

### 3.5.2 การประเมินค่าความถูกต้องโดยใช้ Confusion Matrix

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บจากนาฬิกาอัจฉริยะไปตรวจสอบกับค่าพื้นฐานเพื่อดูว่าข้อมูลที่เก็บเข้ามาใหม่กับข้อมูลค่าพื้นฐาน ณ ช่วงเวลานั้น ๆ อยู่ช่วงใดของค่าพื้นฐาน หลังจากนั้นผู้วิจัยจะทำการประเมินค่าความแม่นยำ

ในส่วนของการทดสอบกับค่าพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากที่ได้คำนวณค่าพื้นฐานของข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้มีการนำข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะจำนวน 3 วัน มาใช้เพื่อทดสอบค่าพื้นฐานที่สร้างขึ้นมา โดยผู้วิจัยจะแบ่งการทดสอบค่าพื้นฐานเป็น 2 ส่วน ดังนี้

#### 1. การทดสอบค่าพื้นฐานกับข้อมูลของเจ้าของค่าพื้นฐาน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้คำนวณค่าพื้นฐานของข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้มีการนำข้อมูลจำนวนก้าวของบุคคลนั้นจากกลุ่มตัวอย่าง 11 คน จำนวน 3 วัน มาใช้เพื่อทดสอบค่าพื้นฐานที่สร้างขึ้นมา

โดยเริ่มจากนำข้อมูลที่ใช้ทดสอบมาทดสอบกับค่าพื้นฐานของบุคคลนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น นำข้อมูลจำนวนก้าวที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 3 วันของ A (Data A) มาทดสอบกับค่าพื้นฐานของ A เอง (Baseline A) เป็นต้น ซึ่งจะทำการทดสอบคนละ 54 ครั้ง รวมทั้งหมด 594 ครั้ง

หลังจากที่นำกลุ่มตัวอย่างกลุ่มแต่ละกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบกับค่าพื้นฐานของตนเองแล้ว ผู้วิจัยจะทราบถึง True Positive (TP) False Positive (FP) ของ Confusion Matrix และจะใช้ข้อมูลดังกล่าวไปประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของข้อมูลต่อไป

## 2. การทดสอบค่าพื้นฐานกับข้อมูลของบุคคลอื่น

นอกจากที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บเข้ามา ไปทดสอบกับค่าพื้นฐานของเจ้าของค่าพื้นฐานแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ใช้ทดสอบของคนอื่นจำนวน 10 คน มาทดสอบกับค่าพื้นฐานของอีกคนหนึ่งด้วย ยกตัวอย่างเช่น นำข้อมูลจำนวนก้าวที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 3 วันของ B (Data B) มาทดสอบกับค่าพื้นฐานของ A (Baseline A) เป็นต้น ซึ่งจะทำการทดสอบคนละ 540 ครั้ง รวมทั้งหมด 5940 ครั้ง

หลังจากที่นำกลุ่มตัวอย่างกลุ่มแต่ละกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบกับค่าพื้นฐานของตนเองแล้ว ผู้วิจัยจะทราบถึง True Negative (TN) False Negative (FN) ของ Confusion Matrix และจะใช้ข้อมูลดังกล่าวไปประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของข้อมูลต่อไป

### 3.6 การพัฒนาต้นแบบการเข้าสู่ระบบ (Prototype)

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปพัฒนาต่อเป็นระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบ (Prototype) เพื่อทดสอบการเข้าสู่ระบบด้วยจำนวนก้าว โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.6.1 ส่วนประกอบการเข้าสู่ระบบ

ระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบจะเป็นระบบที่มีการเข้าสู่ระบบ โดยข้อมูลที่ใช้การเข้าสู่ระบบ จะประกอบด้วย ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และจำนวนก้าวการเดินของผู้ใช้คนนั้น ๆ ในส่วนของ การพัฒนาระบบต้นแบบผู้วิจัยได้ใช้ภาษา PHP (Version 8.0.25) ในการพัฒนา และใช้ฐานข้อมูล MySQL ในการเก็บข้อมูล โดยใช้ Macbook Pro 14 นิ้ว CPU แบบ 8-core GPU แบบ 14-core Neural Engine แบบ 16-core แบนด์วิดท์หน่วยความจำ 200GB/s

ในส่วนของระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบผู้วิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วน Admin ในส่วนนี้ผู้วิจัยออกแบบให้ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลของผู้ใช้ได้
2. ส่วน User ในส่วนนี้ผู้ใช้จะต้องทำการสมัครสมาชิกซึ่งประกอบด้วย ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน จำนวนก้าวในแต่ละช่วงเวลาเพื่อเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นระบบจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้กรอกเข้ามา ไปสร้างค่าพื้นฐาน และผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบโดยใส่ข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และจำนวนก้าว ณ ช่วงเวลานั้น ๆ โดยจะแสดงดังรูปที่ 3.4 เพื่อเข้าสู่กระบวนการการเข้าสู่ระบบ

**การออกแบบหน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบ**

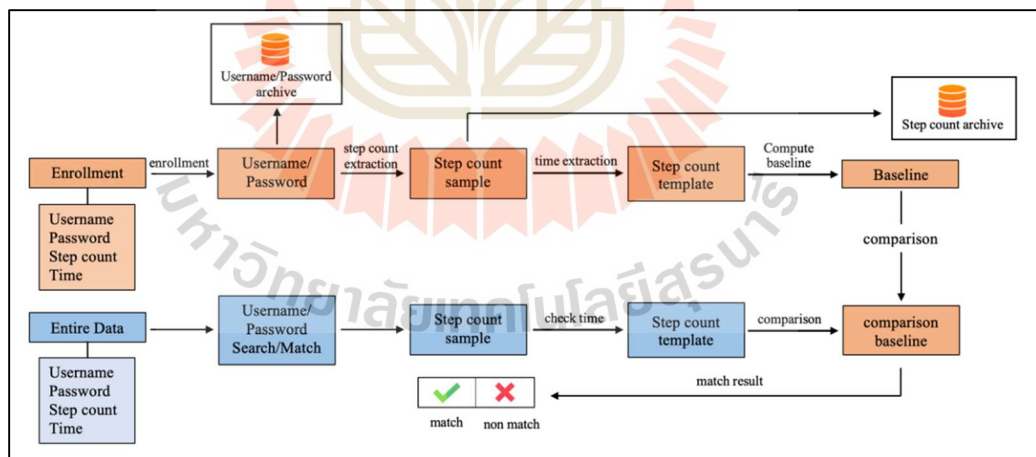
Username:

Password:

Step counts:

รูปที่ 3.4 การออกแบบหน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ

### 3.6.2 กระบวนการการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ



รูปที่ 3.5 กระบวนการเข้าสู่ระบบ

จากรูปที่ 3.5 จะแสดงถึงกระบวนการการเข้าสู่ระบบของแบบจำลองดังกล่าว โดยจะเริ่มจากการนำข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และจำนวนก้าว ณ ช่วงเวลา นั้น ๆ ของผู้เข้ามาแสดงตัวตน ระบบจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้นำมาแสดงไปประมวลผลกับฐานข้อมูล ว่าผู้ใช้ชื่อผู้ใช้ใด รหัสผ่านถูกต้องหรือไม่ และ

ผู้ใช้งานจำนวนก้าวที่นำมาแสดงตัวตน ณ ช่วงเวลาใด หลังจากนั้นระบบจะนำข้อมูลจำนวนก้าวที่ผู้ใช้งานมาแสดงไปตรวจสอบกับค่าพื้นฐาน ณ ช่วงเวลานั้น ๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล และระบบจะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลจำนวนก้าวที่ผู้ใช้งานมาพิสูจน์ตัวตนสามารถเข้ากันกับข้อมูลค่าพื้นฐานที่อยู่ในระบบหรือไม่ ซึ่งในส่วนของการทดสอบการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม Test dataset ที่มีกลุ่มตัวอย่างอยู่ 4 คน มาทดสอบ การทดสอบการเข้าสู่ระบบผู้วิจัยจะทดสอบ 2 ส่วน คือ ทดสอบค่าพื้นฐานกับข้อมูลของเจ้าของค่าพื้นฐาน เพื่อทราบค่า TP และ FP ซึ่งจะทำการทดสอบคนละ 3 ครั้ง รวมทั้งหมด 12 ครั้ง และ ทดสอบค่าพื้นฐานกับข้อมูลของบุคคลอื่น เพื่อทราบค่า TN และ FN ซึ่งจะทำการทดสอบคนละ 9 ครั้ง รวมทั้งหมด 36 ครั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะประเมินผลด้วย Confusion Matrix



## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน ในส่วนของผลการวิจัยและการอภิปรายผล ผู้วิจัยจะอธิบายถึงผลการดำเนินงานการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน ดังนี้

4.1 ผลการประเมินจำนวนวันในการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการสร้างค่าพื้นฐาน

4.2 ผลการประเมินช่วงที่เหมาะสม

4.3 ผลการพัฒนาระบบต้นแบบ

โดยมีเนื้อหา และรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.1 ผลการประเมินจำนวนวันในการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการสร้างค่าพื้นฐาน

งานวิจัยนี้จะเริ่มจากเก็บข้อมูลที่ได้จากนาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) เช่น จำนวนก้าว การเดิน เป็นต้น ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมงต่อ 1 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. เป็นเวลา 33 วัน จากกลุ่มตัวอย่าง 15 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม Training dataset และ Test dataset หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณและกำหนดค่าพื้นฐาน (Baseline) โดยค่าพื้นฐานจะถูกแบ่งตามวันได้แก่ ค่าพื้นฐานของ 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน และนำข้อมูลที่เก็บมาอีก 3 วันของกลุ่มตัวอย่างทุก ๆ คนมาใช้สำหรับการทดสอบ เมื่อได้ค่าพื้นฐานตามวันที่กำหนดแล้วจะทำการประเมินผล

การนำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะมาทดสอบเพื่อหาจำนวนวันที่เหมาะสมจากค่าพื้นฐานโดยใช้ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดในส่วนของ Confusion matrix

ซึ่ง Confusion matrix จะประกอบด้วย True Positive (TP) False Positive (FP) True Negative (TN) False Negative (FN) โดย TP กับ FP จะเป็นการทดสอบค่าพื้นฐานกับข้อมูลของเจ้าของค่าพื้นฐาน ซึ่งทำการทดสอบคนละ 54 ครั้ง รวมทั้งหมด 594 ครั้ง และ TN กับ FN จะเป็นการทดสอบค่าพื้นฐานกับข้อมูลของบุคคลอื่น ซึ่งทำการทดสอบคนละ 540 ครั้ง รวมทั้งหมด 5940 ครั้ง โดยจะแสดงดังตารางที่ 4.1 - 4.6 ส่วนตารางที่ 4.7 จะแสดงค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดในส่วนของ Confusion matrix



ตารางที่ 4.1 Confusion Matrix ของช่วง Mean

Days/Baseline	Mean			
	TP	FP	TN	FN
7	64	530	5753	187
10	63	531	5752	188
14	63	531	5753	187
20	64	530	5753	187
30	64	530	5753	187

จากตารางที่ 4.1 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง Mean ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน โดยค่า TP FP TN FN ช่วง Mean ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 20 และ 30 วันจะมีค่าเท่ากันอยู่ที่ 64 530 5753 และ 187 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.77 89.23 96.85 และ 3.15 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง Mean ของค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน จะอยู่ที่ 63 531 5752 และ 188 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.61 89.39 96.84 และ 3.16 ตามลำดับ และค่า TP FP TN FN ช่วง Mean ของค่าพื้นฐานจำนวน 14 วัน จะอยู่ที่ 63 531 5753 และ 187 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.61 89.39 96.85 และ 3.15 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 Confusion Matrix ของช่วง 1S.D.

Days/Baseline	1S.D.			
	TP	FP	TN	FN
7	379	215	4748	1192
10	364	230	4771	1169
14	360	234	4730	1210
20	356	238	4711	1229
30	370	224	4658	1282

จากตารางที่ 4.2 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน โดยค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7 วันจะมีค่าอยู่ที่ 379 215 4748 และ 1192 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 63.80 36.20 79.93 และ 20.07 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน จะอยู่ที่ร้อยละ 364 230 4771 และ 1169 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 61.28 38.72 80.32 และ 19.68 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 14 วัน จะมีค่าอยู่ที่ 360 234 4730 และ 1210 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 60.60 39.40 79.63 และ 20.37 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน มีค่าอยู่ที่ 356 238 4711 และ 1229 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 59.93 40.07 79.31 และ 20.69 ตามลำดับ และ ค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน มีค่าอยู่ที่ 370 224 4658 และ 1282 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 62.29 37.71 78.42 และ 21.58 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 Confusion Matrix ของช่วง -1S.D.

Days/Baseline	-1S.D.			
	TP	FP	TN	FN
7	81	513	5514	426
10	92	502	5490	450
14	95	499	5526	414
20	91	503	5540	400
30	82	512	5480	460

จากตารางที่ 4.3 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง -1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน โดยค่า TP FP TN FN ช่วง -1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7 วันจะมีค่าอยู่ที่ 81 513 5514 และ 426 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 13.64 86.36 92.83 และ 7.17 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง -1S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน จะอยู่ที่ 92 502 5490 และ 450 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 15.49 84.51 92.42 และ

7.58 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง  $-1S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 14 วัน จะอยู่ที่ 95 499 5526 และ 414 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 15.99 84.01 93.03 และ 6.97 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง  $-1S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน จะอยู่ที่ 91 503 5540 และ 400 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 15.32 84.68 93.27 และ 6.73 ตามลำดับ และค่า TP FP TN FN ช่วง  $-1S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน จะอยู่ที่ 82 512 5480 และ 460 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 13.80 86.20 92.26 และ 7.74 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 Confusion Matrix ของช่วง 2S.D.

Days/Baseline	2S.D.			
	TP	FP	TN	FN
7	56	538	5722	218
10	60	534	5707	233
14	62	532	5673	267
20	61	533	5632	308
30	63	531	5657	283

จากตารางที่ 4.4 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน โดยค่า TP FP TN FN ช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7 วันจะมีค่าอยู่ที่ 56 538 5722 และ 218 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 9.43 90.57 96.33 และ 3.67 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน จะอยู่ที่ 60 534 5707 และ 233 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.10 89.90 96.08 และ 3.92 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 14 วัน จะอยู่ที่ 62 532 5673 และ 267 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.43 89.57 95.51 และ 4.49 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน จะอยู่ที่ 61 533 5632 และ 308 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.27 89.78 94.81 และ 5.19 ตามลำดับ และค่า TP FP TN FN ช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน จะอยู่ที่ร้อยละ 63 531 5657 และ 283

ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.60 89.40 94.81 และ 5.19 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 Confusion Matrix ของช่วง -2S.D.

Days/Baseline	-2S.D.			
	TP	FP	TN	FN
7	8	586	4059	1881
10	9	585	4063	1877
14	7	587	4063	1877
20	5	589	4077	1863
30	11	583	4156	1784

จากตารางที่ 4.5 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน โดยค่า TP FP TN FN ช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7 วันจะมีค่าอยู่ที่ 8 586 4059 และ 1881 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.35 98.65 68.33 และ 32.67 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน จะอยู่ที่ 9 585 4063 และ 1877 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.51 98.49 68.40 และ 31.60 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 14 วัน จะอยู่ที่ 7 587 4063 และ 1877 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.19 98.81 68.40 และ 31.20 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน จะอยู่ที่ 5 589 4077 และ 1863 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 0.84 99.16 68.64 และ 31.36 ตามลำดับ และค่า TP FP TN FN ช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน จะอยู่ที่ร้อยละ 11 583 4156 และ 1784 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.85 98.15 69.97 และ 31.03 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 Confusion Matrix ของช่วง น้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$

Days/Baseline	Greater than and less than $\pm 2S.D.$			
	TP	FP	TN	FN
7	6	588	3904	2036
10	6	588	3917	2023
14	7	587	3955	1985
20	13	581	4069	1871
30	12	582	4026	1914

จากตารางที่ 4.6 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง น้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน โดยค่า TP FP TN FN ช่วง น้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 7 วันจะมีค่าอยู่ที่ 6 588 3904 และ 2036 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.01 98.99 65.72 และ 34.28 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง น้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน จะอยู่ที่ 6 588 3917 และ 2023 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.01 98.99 65.94 และ 34.06 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง น้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 14 วัน จะอยู่ที่ 7 587 3955 และ 1985 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.18 98.82 66.58 และ 33.42 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วงน้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน จะอยู่ที่ 13 581 4069 และ 1871 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 2.19 97.81 68.50 และ 31.50 ตามลำดับ และ ค่า TP FP TN FN ช่วงน้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  ของค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน จะอยู่ที่ 12 582 4026 และ 1914 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 2.02 97.98 67.78 และ 34.28 ตามลำดับ



ตารางที่ 4.7 การประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของค่าพื้นฐาน

Days/Baseline	Mean		1S.D.		-1S.D.		2S.D.		-2S.D.		Greater than and less than $\pm 2S.D.$	
	Accuracy	Error rate	Accuracy	Error rate	Accuracy	Error rate	Accuracy	Error rate	Accuracy	Error rate	Accuracy	Error rate
7	89.03	10.97	78.47	21.53	85.63	14.37	88.43	11.57	62.24	37.76	59.84	40.16
10	89.00	11.00	78.59	21.41	85.43	14.57	88.26	11.74	62.32	37.68	60.04	39.96
14	89.01	10.99	77.90	22.10	86.03	13.97	87.77	12.23	62.29	37.71	60.64	39.36
20	89.03	10.97	77.55	22.45	86.18	13.82	87.13	12.87	62.47	37.53	62.47	37.53
30	89.03	10.97	76.95	23.05	85.12	14.88	87.54	12.46	63.77	36.23	61.80	38.20

จากตารางที่ 4.7 จะเป็นตารางแสดงการประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดจากการคำนวณค่า Confusion Matrix ในแต่ละส่วนของค่าพื้นฐาน กล่าวคือ ผู้วิจัยได้นำค่า TP FP TN FN ของตารางที่ 4.1 ไปจนถึงตารางที่ 4.6 ไปคำนวณหาค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด จะเห็นได้ว่า ค่าความถูกต้องของช่วง Mean ของค่าพื้นฐานที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดและค่าความผิดพลาดต่ำสุดจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 7, 20 และ 30 วัน โดยอยู่ที่ร้อยละ 89.03 และ 10.97 ตามลำดับ และรองลงมาในช่วง Mean จะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 14 วันซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 86.01 และ 10.99 ตามลำดับ และค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน ในช่วงของ Mean จะมีค่าความถูกต้องต่ำที่สุดและค่าความผิดพลาดสูงที่สุดอยู่ที่ 89.00 และ 11.00 ตามลำดับ

ในส่วน of ค่าความถูกต้องของช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐานที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดและค่าความผิดพลาดต่ำสุดจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน โดยอยู่ที่ร้อยละ 78.59 และ 21.41 ตามลำดับ รองลงมาจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 7 วัน โดยอยู่ที่ร้อยละ 78.47 และ 21.53 ตามลำดับ และค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน ในช่วงของ 1S.D. จะมีค่าความถูกต้องต่ำที่สุดและค่าความผิดพลาดสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 76.95 และ 23.05 ตามลำดับ

ค่าความถูกต้องของช่วง -1S.D. ของค่าพื้นฐานที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดและค่าความผิดพลาดต่ำสุดจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน โดยอยู่ที่ร้อยละ 86.18 และ 13.82 ตามลำดับ รองลงมาจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 14 วัน อยู่ที่ร้อยละ 86.03 และ 13.97 ตามลำดับ และ ค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน ในช่วงของ -1S.D. จะมีค่าความถูกต้องต่ำที่สุดและค่าความผิดพลาดสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 85.12 และ 14.88 ตามลำดับ

ค่าความถูกต้องของช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐานที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดและค่าความผิดพลาดต่ำสุดจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 7 วัน โดยอยู่ที่ร้อยละ 88.43 และ 11.57 ตามลำดับ รองลงมาจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน อยู่ที่ร้อยละ 88.26 และ 11.74 ตามลำดับ และ ค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน

ในช่วงของ 2S.D. จะมีค่าความถูกต้องต่ำที่สุดและค่าความผิดพลาดสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 87.13 และ 12.87 ตามลำดับ

ค่าความถูกต้องของช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐานที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดและค่าความผิดพลาดต่ำสุดจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน โดยอยู่ที่ร้อยละ 63.77 และ 36.23 ตามลำดับ รองลงมาจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน อยู่ที่ร้อยละ 62.47 และ 37.53 ตามลำดับ และ ค่าพื้นฐานจำนวน 7 วัน ในช่วงของ -2S.D. จะมีค่าความถูกต้องต่ำที่สุดและค่าความผิดพลาดสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 62.24 และ 37.76 ตามลำดับ

และค่าความถูกต้องของช่วง น้อยกว่า -2S.D. หรือมากกว่า 2S.D. ของค่าพื้นฐานที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดและค่าความผิดพลาดต่ำสุดจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 20 วัน อยู่ที่ร้อยละ 62.47 และ 37.53 ตามลำดับ รองลงมาจะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน โดยอยู่ที่ร้อยละ 61.80 และ 38.20 ตามลำดับ และ ค่าพื้นฐานจำนวน 7 วัน ในช่วงของ น้อยกว่า -2S.D. หรือมากกว่า 2S.D. จะมีค่าความถูกต้องต่ำที่สุดและค่าความผิดพลาดสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 59.84 และ 40.16 ตามลำดับ

หลังจากนั้นผู้วิจัยจะทำการเลือกจำนวนวันในการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการสร้างค่าพื้นฐาน จะเห็นได้ว่าช่วง Mean ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 20 และ 30 วัน มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด และมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ในส่วนของตาราง Confusion Matrix ค่า TP ของช่วง Mean มีค่าน้อยกว่าช่วง 1S.D. และ -1S.D. และ FP มีค่ามากกว่าช่วง 1S.D. และ -1S.D. นั้นหมายความว่าความสามารถในการคัดแยกผู้มีสิทธิในการเข้าสู่ระบบของ 1S.D. และ -1S.D. สูงกว่าช่วง Mean ถึงแม้ว่าในส่วนของ TN ที่เป็นการจำแนกผู้ที่ไม่สิทธิในการเข้าสู่ระบบหรือการยืนยันตัวตน ค่า TN ของ Mean จะสูงกว่าช่วง 1S.D. และ -1S.D. และ FN ที่หมายความว่า ระบบจะอนุญาตคนที่ไม่มีสิทธิเข้าสู่ระบบ ค่า FN ของ Mean จะต่ำกว่า 1S.D. และ -1S.D. ก็ตาม แต่มีปัญหา คือ ผู้ที่มีสิทธินั้นไม่สามารถผ่านการยืนยันตัวตนในสัดส่วนที่สูงพอที่จะนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

สาเหตุที่ค่าความถูกต้องของช่วง Mean มีค่าสูงกว่าช่วงอื่น ๆ นั้นเกี่ยวข้องกับสมการการคำนวณหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่ปรากฏอยู่ในสมการที่ (2-3) ที่มีการใช้ TP และ TN มาคำนวณ โดยไม่ได้ใช้ FP และ FN จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ช่วง Mean สูงกว่าช่วงอื่น ๆ

ดังนั้นในส่วนของการคัดเลือกวันที่เหมาะสม ผู้วิจัยเริ่มจากดูค่าความถูกต้องที่มากกว่าร้อยละ 75 และค่าความผิดพลาดต่ำกว่าร้อยละ 25 ซึ่งช่วงของค่าพื้นฐานที่มีค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดดังกล่าว ได้แก่ ช่วง 1S.D. -1S.D. และ 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของจำนวนวันในแต่ละช่วงของค่าพื้นฐานมาเฉลี่ยกัน โดย ช่วง 1S.D. -1S.D. และ 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 7 วัน จะมีค่าเฉลี่ย

ของค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดอยู่ที่ร้อยละ 84.18 และ 15.82 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดช่วง 1S.D. -1S.D. และ 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 10 วัน จะอยู่ที่ร้อยละ 84.09 และ 15.19 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดช่วง 1S.D. -1S.D. และ 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 14 วันจะอยู่ที่ร้อยละ 83.90 และ 16.10 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดช่วง 1S.D. -1S.D. และ 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 20 วันจะอยู่ที่ร้อยละ 83.62 และ 16.38 ตามลำดับ และค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของช่วง 1S.D. -1S.D. และ 2S.D. ของค่าพื้นฐานจำนวน 30 วัน อยู่ที่ร้อยละ 83.21 และ 16.79 ตามลำดับ

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการเลือกจำนวนวันที่เหมาะสมในการสร้างค่าพื้นฐานจากจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะอยู่ที่ค่าพื้นฐานจำนวน 7 วัน เนื่องจากมีค่าความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 84.18 และมีค่าความผิดพลาดค่าน้อยที่สุดกว่าช่วงอื่น ๆ โดยอยู่ที่ร้อยละ 15.82

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทดสอบจำนวนวันที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยพบว่าเนื่องจากปริมาณข้อมูลที่ใช้ในตาราง Confusion Matrix ของงานวิจัยนี้ไม่สมดุล (Balance) กัน กล่าวคือ ปริมาณข้อมูลในส่วน of Actually Positive ไม่เท่ากับกับปริมาณข้อมูลในส่วน of Actually Negative ดังนั้นในส่วนของการประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของค่าพื้นฐาน จึงไม่สามารถบอกผลในภาพรวมได้ดีเลย ดังนั้นผู้วิจัยจะอธิบายและสรุปผลจากตาราง Confusion Matrix เพียงอย่างเดียว

## 4.2 ผลการประเมินช่วงที่เหมาะสม

การนำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะมาทดสอบเพื่อหาช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมโดยใช้ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดในส่วน of Confusion matrix ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้จำนวนวันของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมคือ 7 วัน ดังนั้นผลการทดสอบในการหาจำนวนช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่าพื้นฐานจำนวน 7 วัน

### 4.2.1 การประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะจากกลุ่มตัวอย่าง 15 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะเก็บข้อมูลจำนวนก้าวเป็นเวลา 33 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. ผู้วิจัยจะนำข้อมูลจำนวนก้าวทั้งหมด 30 วันของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างมาสร้างเป็นค่าพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ หลังจากทำการสร้างค่าพื้นฐานเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะนำข้อมูลจำนวนก้าวของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตัวอย่างจากนาฬิกาอัจฉริยะ จำนวน 3 วัน มาใช้ในการทดสอบข้อมูลกับค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงเวลาเพื่อดูว่าข้อมูลในแต่ละช่วงเวลานั้น ๆ อยู่ในช่วงใดของ

ค่าพื้นฐาน ซึ่งช่วงของค่าพื้นฐานประกอบด้วย Mean 1S.D. -1S.D. 2S.D. -2S.D. และช่วงที่น้อยกว่า -2S.D. และมากกว่า 2S.D.

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะมาทดสอบเพื่อเลือกใช้จำนวนวันของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมคือ 7 วัน หลังจากนั้นผู้วิจัยหาช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมโดยใช้ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดในส่วนของ Confusion matrix โดยจะแสดงค่า TP FP TN และ FN จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐาน ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 Confusion Matrix จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐาน

	TP	FP	TN	FN
Mean	64	530	5753	187
1S.D.	379	215	4748	1192
-1S.D.	81	513	5514	426
2S.D.	56	538	5722	218
-2S.D.	8	586	4059	1881
Greater than and less than $\pm 2S.D.$	6	588	3904	2036

จากตารางที่ 4.8 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง Mean ของค่าพื้นฐาน โดยค่า TP FP TN FN มีค่าอยู่ที่ 64 530 5753 และ 187 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.77 89.23 96.85 และ 3.15 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 379 215 4748 และ 1192 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 63.80 36.20 79.93 และ 20.07 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง -1S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 81 513 5514 และ 426 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 13.64 86.36 92.83 และ 7.17 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง 2S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 56 538 5722 และ 218 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 9.43 90.57 96.33 และ 3.67 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง -2S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 8 586 4059 และ 1881 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.35 98.65 68.33 และ 31.67 ตามลำดับ และค่า TP FP TN FN ช่วงน้อยกว่า -2S.D. หรือมากกว่า 2S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่

6 588 3904 และ 2036 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 1.01 98.99 65.72 และ 34.28 ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าช่วง 1S.D. มีค่า TP สูงกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งมีค่า TP อยู่ที่ 379 ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมด จะอยู่ที่ร้อยละ 63.80 และมีค่า FP ต่ำกว่าช่วง อื่น ๆ ซึ่งมีค่า FP อยู่ที่ 215 ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมด จะอยู่ที่ร้อยละ 36.20 นั้นหมายความว่าความสามารถในการคัดแยกผู้มีสิทธิในการเข้าสู่ระบบของ 1S.D. สูงกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ในส่วนของ TN ที่เป็นการจำแนกผู้ที่ไม่สิทธิในการเข้าสู่ระบบหรือการยืนยันตัวตน ค่า TN ของ 1S.D. มีค่าต่ำกว่า ช่วง Mean -1S.D. และ -2S.D. นั้นหมายความว่า ความสามารถในการคัดแยกผู้ไม่มีสิทธิของ Mean -1S.D. และ -2S.D. นั้นมีค่าสูงกว่า 1S.D.

นอกจากนั้นในส่วนของ FN ที่หมายความว่า ระบบจะอนุญาตคนที่ไม่มีสิทธิเข้าสู่ระบบของ Mean -1S.D. และ -2S.D. มีค่าต่ำกว่า ของ 1S.D. จึงหมายความว่า ช่วง Mean -1S.D. และ -2S.D. มีความปลอดภัยมากกว่า ในบริบทของการตรวจสอบบุคคลที่ไม่มีสิทธิ

ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วงของค่าพื้นฐานเพิ่มเติม เนื่องจาก ช่วง 1S.D. มีความสามารถในการคัดแยกผู้มีสิทธิในการเข้าสู่ระบบ สูงกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ในบริบทของการตรวจสอบบุคคลที่ไม่มีสิทธิ Mean -1S.D. และ -2S.D. มีความปลอดภัยมากกว่า 1S.D.

โดยช่วงที่ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มขึ้นมา คือช่วงของค่าพื้นฐานที่อยู่ในช่วงระหว่าง -1S.D. ไปจนถึง 1S.D. เนื่องจากมีค่า TP จากตาราง Confusion Matrix ที่มีค่ามากที่สุด และค่าความผิดพลาดที่ต่ำที่สุด 2 อันดับแรก อยู่ในช่วง -1S.D. และ 1S.D. ตามลำดับ

#### 4.2.2 การประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 2

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 1 เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วงของค่าพื้นฐานเพิ่มเติม โดยเพิ่มช่วงที่อยู่ระหว่าง -1S.D. – 1S.D. เนื่องจากการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 1 ช่วงค่าความถูกต้องที่มีค่ามากที่สุด และค่าความผิดพลาดที่ต่ำที่สุด 2 อันดับแรก อยู่ในช่วง -1S.D. และ 1S.D. ช่วงที่มีการปรับเพิ่มเติมดังนี้ Mean 0.25S.D. -0.25S.D. 0.5S.D. -0.5S.D. 0.75S.D. -0.75S.D. 1S.D. และ -1S.D.

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะมาทดสอบเพื่อเลือกใช้จำนวนวันของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมคือ 7 วัน หลังจากนั้นผู้วิจัยหาช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมโดยใช้ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดในส่วนของ Confusion matrix โดยจะแสดงค่า TP FP TN และ FN จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐาน ดังตารางที่ 4.9



ตารางที่ 4.9 Confusion Matrix จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐานที่มีการปรับช่วง

	TP	FP	TN	FN
Mean	49	545	5746	194
0.25S.D.	48	546	5917	23
-0.25S.D.	48	546	5716	224
0.50S.D.	32	562	5779	161
-0.50S.D.	61	533	5671	269
0.75S.D.	45	549	5785	155
-0.75S.D.	61	533	5643	297
1S.D.	2	592	5923	17
-1S.D.	63	531	5642	298

จากตารางที่ 4.9 จะแสดงถึงค่า TP FP TN FN ช่วง Mean ของค่าพื้นฐาน โดยค่า TP FP TN FN มีจำนวนอยู่ที่ 49 545 5746 และ 194 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 8.25 91.75 96.73 และ 3.27 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง 0.25S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 48 546 5917 และ 23 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 8.08 91.92 99.61 และ 0.39 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง -0.25S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 48 546 5716 และ 224 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 8.08 91.92 96.23 และ 3.77 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง 0.50S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 32 562 5779 และ 161 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 5.39 94.61 97.29 และ 2.71 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง -0.50S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 61 533 5671 และ 269 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.27 89.73 95.47 และ 4.53 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง 0.75S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 45 549 5785 และ 155 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 7.58 92.42 97.28 และ 2.72 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง -0.75S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 61 533 5643 และ 297 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.27 89.73 95.00 และ 5.00



ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง 1S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 2 592 5923 และ 17 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 0.34 99.66 99.71 และ 0.29 ตามลำดับ และ ค่า TP FP TN FN ช่วง -1S.D. ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 63 531 5642 และ 298 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 10.61 78.29 94.98 และ 5.02 ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าช่วงของ -0.5S.D. และ -0.75S.D. มีค่า TP สูงกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งมีค่า TP เท่ากันอยู่ที่ 61 ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมด จะอยู่ที่ร้อยละ 10.27 และ FP ต่ำกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งมีค่า FP เท่ากันอยู่ที่ 533 ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมด จะอยู่ที่ร้อยละ 89.73 นั้นหมายความว่าความสามารถในการคัดแยกผู้มีสิทธิในการเข้าสู่ระบบของ -0.5S.D. และ -0.75S.D. สูงกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ในส่วนของ TN ที่เป็นการจำแนกผู้ที่ไม่สิทธิในการเข้าสู่ระบบหรือการยืนยันตัวตน ค่า TN ของ -0.50S.D. มีค่าสูงกว่า ช่วง -0.75S.D. นั้นหมายความว่า ความสามารถในการคัดแยกผู้ไม่มีสิทธิของ -0.50S.D. นั้นมีค่าสูงกว่า -0.75S.D. แต่เมื่อเทียบในส่วนของ TN กับช่วงอื่น ๆ ค่า TN ของ -0.50S.D. มีค่าต่ำกว่าช่วง Mean 0.25S.D. -0.25S.D. 0.50S.D. 0.75S.D. และ 1S.D. ซึ่งหมายความว่า ความสามารถในการคัดแยกผู้ไม่มีสิทธิของ -0.50S.D. นั้นมีค่าต่ำกว่าช่วงเหล่านั้น

นอกจากนั้นในส่วนของ FN ที่หมายความว่า ระบบจะอนุญาตคนที่ไม่มีสิทธิเข้าสู่ระบบของ Mean 0.25S.D. -0.25S.D. 0.50S.D. 0.75S.D. และ 1S.D. มีค่าต่ำกว่า ของ -0.50S.D. จึงหมายความว่า ช่วง Mean 0.25S.D. -0.25S.D. 0.50S.D. 0.75S.D. และ 1S.D. มีความปลอดภัยมากกว่า ในบริบทของการตรวจสอบบุคคลที่ไม่มีสิทธิ

ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วงของค่าพื้นฐานเพิ่มเติม เนื่องจาก ช่วง -0.50S.D. มีความสามารถในการคัดแยกผู้มีสิทธิในการเข้าสู่ระบบ สูงกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ในบริบทของการตรวจสอบบุคคลที่ไม่มีสิทธิ 0.25S.D. -0.25S.D. 0.50S.D. 0.75S.D. และ 1S.D. มีความปลอดภัยมากกว่า และ ค่า TP และ FP ในแต่ละช่วง มีความใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงปรับช่วงค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงเป็นช่วงที่กว้างขึ้น เพื่อทำการทดสอบในการหาช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมมากขึ้น

#### 4.2.3 การประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 3

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 2 เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วงของค่าพื้นฐานเพิ่มเติม โดยปรับช่วงค่าพื้นฐานในแต่ละช่วงเป็นช่วงที่กว้างขึ้น เนื่องจากการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 2 มีค่าความถูกต้อง และค่าความผิดพลาดในแต่ละช่วงมีความใกล้เคียงกัน ช่วงที่มีการปรับเพิ่มเติมดังนี้ Mean  $\pm 0.25S.D.$   $\pm 0.5S.D.$   $\pm 0.75S.D.$   $\pm 1S.D.$   $\pm 2S.D.$  และ ช่วงน้อยกว่า -2S.D. หรือมากกว่า 2S.D. ดังเช่นที่ได้ระบุไว้ในหัวข้อที่ 3.4.2

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะมาทดสอบเพื่อเลือกใช้จำนวนวันของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมคือ 7 วัน หลังจากนั้นผู้วิจัยหาช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมโดยใช้ค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดในส่วนของ Confusion matrix โดยจะแสดงค่า TP FP TN และ FN จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐาน ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 Confusion Matrix จำนวน 7 วันของค่าพื้นฐานที่มีการปรับช่วงกว้าง

	TP	FP	TN	FN
Mean	49	545	5748	192
$\pm 0.25S.D.$	96	498	5417	523
$\pm 0.50S.D.$	172	422	4974	966
$\pm 0.75S.D.$	299	295	4533	1407
$\pm 1S.D.$	397	197	5530	1817
$\pm 2S.D.$	521	73	3563	2377
Greater than and less than $\pm 2S.D.$	16	578	4259	1681

จากตารางที่ 4.10 จะแสดงถึงค่า TP TN FP FN ช่วง Mean ของค่าพื้นฐาน โดยค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 49 545 5748 และ 192 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 8.25 91.75 96.77 และ 3.23 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง  $\pm 0.25S.D.$  ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 96 498 5417 และ 523 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 16.16 83.84 91.20 และ 8.80 ตามลำดับ ส่วนค่า TP FP TN FN ช่วง  $\pm 0.5S.D.$  ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 172 422 4974 และ 966 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 28.96 71.04 83.74 และ 16.26 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง  $\pm 0.75S.D.$  ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 299 295 4533 และ 1407 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 50.34 49.66 76.31 และ 23.69 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง  $\pm 1S.D.$  ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 397 197 5530 และ 1817 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 66.84 33.16 93.10 และ 6.90 ตามลำดับ ค่า TP FP TN FN ช่วง  $\pm 2S.D.$

ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 521 73 3563 และ 2377 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 87.71 12.29 59.98 และ 40.02 ตามลำดับ และค่า TP FP TN FN ช่วงน้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  ของค่าพื้นฐาน มีค่าอยู่ที่ 16 578 4259 และ 1681 ตามลำดับ ถ้าหากคิดเป็นร้อยละของจำนวนทั้งหมดในแต่ละส่วน จะมีค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 2.69 97.31 71.70 และ 28.30 ตามลำดับ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการประเมินช่วงที่เหมาะสมทั้งหมด 3 ครั้ง จะเห็นได้ว่า ในการประเมินช่วงที่เหมาะสม ครั้งที่ 3 ในส่วนของตาราง Confusion Matrix ช่วง  $\pm 2S.D.$  มีค่า TP มีค่าสูงกว่าช่วงอื่น ๆ และ FP มีค่าน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ TN ที่เป็นการจำแนกผู้ที่ไม่สิทธิในการเข้าสู่ระบบหรือการยืนยันตัวตน ค่า TN ของ  $\pm 1S.D.$  มีค่าสูงกว่า  $\pm 2S.D.$  นั้นหมายความว่า ความสามารถในการคัดแยกผู้ไม่มีสิทธิของ  $\pm 1S.D.$  นั้นสูงกว่า  $\pm 2S.D.$

นอกจากนั้นในส่วนของ FN ที่หมายความว่า ระบบจะอนุญาตคนที่ไม่มีสิทธิเข้าสู่ระบบของ  $\pm 1S.D.$  มีค่าต่ำกว่า ของ  $\pm 2S.D.$  จึงหมายความว่า ช่วง  $\pm 1S.D.$  มีความปลอดภัยมากกว่าในบริบทของการตรวจสอบบุคคลที่ไม่มีสิทธิ

ถึงแม้ว่า ในส่วนของ TN ของช่วง  $\pm 1S.D.$  จะมีค่าต่ำกว่า ช่วง Mean และ FN ของช่วง  $\pm 1S.D.$  จะมีค่าสูงกว่า ช่วง Mean แต่ในส่วนของค่า TP ที่หมายถึง ระบบอนุญาตคนที่สิทธิเข้าสู่ระบบเท่านั้น ของ  $\pm 1S.D.$  จะมีค่าสูงกว่า ช่วง Mean นั้นหมายความว่า ช่วง  $\pm 1S.D.$  มีความปลอดภัยมากกว่าในบริบทการตรวจสอบสิทธิของบุคคลที่มีสิทธิเข้าถึงระบบ

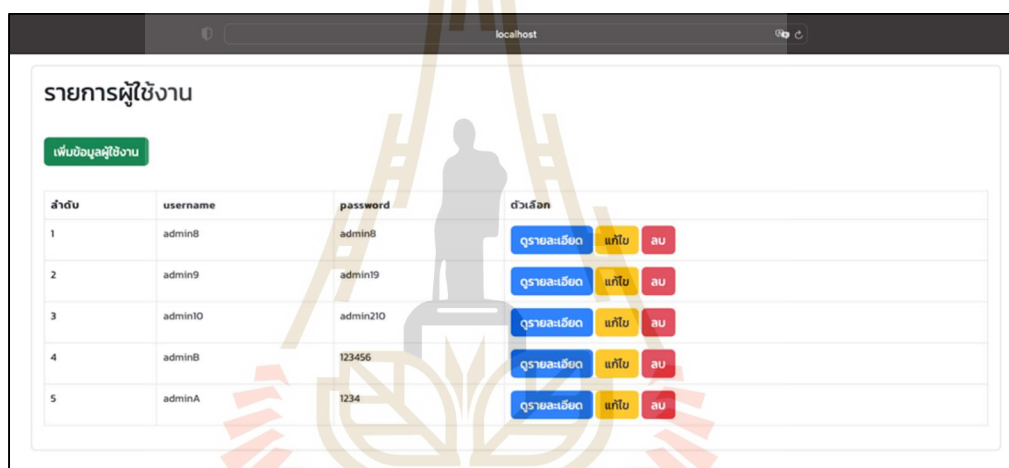
สำหรับช่วงที่การประเมินช่วงที่เหมาะสมในครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ถึงแม้ว่า TN และ FN จะมีค่าสูงและต่ำ ตามลำดับ แต่มีปัญหาคือ ผู้ที่มีสิทธินั้นไม่สามารถผ่านการยืนยันตัวตนในสัดส่วนที่สูงพอที่จะนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการเลือกช่วงที่เหมาะสมจากค่าพื้นฐานเป็นช่วง  $\pm 1S.D.$

### 4.3 ผลการพัฒนาระบบต้นแบบ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะมาทดสอบเพื่อเลือกใช้จำนวนวันของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมคือ 7 วัน และช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสม คือ ช่วง  $\pm 1S.D.$  ผู้วิจัยได้นำไปพัฒนาต่อเป็นระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบ (Prototype) เพื่อทดสอบการเข้าสู่ระบบด้วยจำนวนก้าว ระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบจะเป็นระบบที่มีการเข้าสู่ระบบ โดยข้อมูลที่ใช้การเข้าสู่ระบบ จะประกอบด้วย ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และจำนวนก้าวการเดินทางของผู้ใช้คนนั้น ๆ

ในส่วนของแบบระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบผู้วิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วน Admin ซึ่งในส่วนนี้ Admin จะสามารถเพิ่มข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลจำนวนก้าวไปยังฐานข้อมูลเพื่อนำไปสร้างค่า

พื้นฐาน โดยรูปที่ 4.1 จะแสดงหน้าจอการเพิ่มข้อมูลของผู้ใช้ และรูปที่ 4.2 จะเป็นหน้าจอแสดงจำนวนก้าวของผู้ใช้ ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบต้นแบบให้ Admin สามารถกรอกข้อมูลของผู้ใช้และจำนวนก้าวของผู้ใช้ได้ หลังจากนั้นระบบจะทำการคำนวณสร้างค่าพื้นฐานจากจำนวนก้าวของผู้ใช้ในแต่ละคนที่ Admin ได้กรอกเข้ามา และส่วน User โดยรูปที่ 4.3 จะแสดงถึงการเพิ่มข้อมูลของผู้ใช้ รูปที่ 4.4 จะแสดงถึงการกรอกข้อมูลจำนวนก้าวของผู้ใช้ และรูปที่ 4.5 จะแสดงหน้าจอของระบบต้นแบบในส่วนนี้ ซึ่งในส่วนนี้ของ User ผู้ใช้จะต้องทำการสมัครสมาชิกโดยการลงทะเบียนด้วยชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน หลังจากนั้นผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลจำนวนก้าวในแต่ละช่วงเวลา จึงจะสามารถเข้าสู่ระบบได้ โดยข้อมูลที่ผู้ใช้งานจะต้องใช้เข้าสู่ระบบคือ ข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และจำนวนก้าว ณ ช่วงเวลานั้น ๆ



รูปที่ 4.1 หน้าจอเพิ่มผู้ใช้ของระบบต้นแบบ

ครั้งที่	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	ตัวเลข
1	0	0	0	439	424	117	362	286	0	528	192	510	245	228	88	55	87	0	แก้ไขลบ
2	0	0	246	100	246	127	427	148	0	110	140	336	27	0	353	41	47	0	แก้ไขลบ
3	0	0	0	0	0	25	314	278	28	236	12	117	0	692	133	0	34	0	แก้ไขลบ
4	0	0	0	394	263	98	147	259	39	225	133	0	132	0	188	0	27	0	แก้ไขลบ
5	0	0	244	304	160	351	70	325	16	0	62	53	352	362	17	12	0	0	แก้ไขลบ
6	0	0	0	0	270	433	300	302	1598	558	172	41	65	117	149	0	0	0	แก้ไขลบ
7	0	0	0	141	230	411	150	140	431	390	123	104	154	196	63	12	0	0	แก้ไขลบ
mean	0.00	0.00	70.00	196.86	227.57	250.29	224.29	248.29	301.71	292.43	262.00	165.86	139.29	227.86	141.57	17.14	27.86	0.00	
SD	0.00	0.00	110.68	168.60	118.53	134.57	115.91	68.63	548.34	193.49	382.91	172.97	116.02	223.79	101.10	20.48	29.83	0.00	

รูปที่ 4.2 หน้าจอเพิ่มจำนวนก้าวของระบบต้นแบบ

เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน

username:

password:

รูปที่ 4.3 หน้าจอการเพิ่มข้อมูลผู้ใช้

**เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน**

ครั้งที่ :  
1

06.00 - 06.59 :	07.00 - 07.59 :	08.00 - 08.59 :
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
09.00 - 09.59 :	10.00 - 10.59 :	11.00 - 11.59 :
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
12.00 - 12.59 :	13.00 - 13.59 :	14.00 - 14.59 :
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
15.00 - 15.59 :	16.00 - 16.59 :	17.00 - 17.59 :
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
18.00 - 18.59 :	19.00 - 19.59 :	20.00 - 20.59 :
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
21.00 - 21.59 :	22.00 - 22.59 :	23.00 - 23.59 :
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

รูปที่ 4.4 หน้าจอการเพิ่มข้อมูลจำนวนกั้วในแต่ละช่วงเวลาของผู้ใช้

**ยินดีต้อนรับเข้าสู่ระบบ**

Username

Password

Number

รูปที่ 4.5 หน้าจอเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ



หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างระบบต้นแบบสำหรับการเข้าสู่ระบบแล้วผู้วิจัยได้นำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม Test dataset มาทดสอบการเข้าสู่ระบบด้วยระบบต้นแบบ จากที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการเลือกจำนวนวันของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมคือ 7 วัน และช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสม คือ ช่วง  $\pm 1S.D.$  ดังนั้นระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบนี้ จึงใช้จำนวนวันและช่วงของค่าพื้นฐานดังกล่าวในการเข้าสู่ระบบ ซึ่งผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลของกลุ่ม Test Data Set มาทดสอบการเข้าสู่ระบบ ผู้วิจัยได้ใช้ Confusion Matrix มาใช้ประเมินในการทดสอบการเข้าสู่ระบบ โดย TP และ FP จะเป็นการทดสอบการเข้าสู่ระบบของเจ้าของค่าพื้นฐานกับค่าพื้นฐานของตนเอง ซึ่งจะทำการทดสอบคนละ 3 ครั้ง รวมทั้งหมด 12 ครั้ง และ TN กับ FN จะเป็นการทดสอบการเข้าสู่ระบบของเจ้าของค่าพื้นฐานกับข้อมูลของบุคคลอื่น ซึ่งจะทำการทดสอบกับข้อมูลบุคคลอื่นคนละ 9 ครั้ง รวมทั้งหมด 36 ครั้ง โดยตารางที่ 4.14 จะแสดงค่า TP FP TN และ FN ของการทดสอบการเข้าสู่ระบบ ส่วนตารางที่ 4.15 จะแสดงค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด

ตารางที่ 4.11 Confusion Matrix ของการทดสอบการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ

	TP	FP	TN	FN
$\pm 1S.D.$	9	3	30	6

จากตารางที่ 4.11 จะแสดงถึงค่า TP TN FP FN ของการทดสอบการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ ซึ่งอยู่ในช่วง  $\pm 1S.D.$  ของค่าพื้นฐาน โดยค่า TP FP TN FN อยู่ที่ร้อยละ 9 3 30 และ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 การประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของการทดสอบการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบ

	Accuracy	Error rate
$\pm 1S.D.$	81.25	18.87

จากตารางที่ 4.12 จะเป็นตารางแสดงการประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดจากการคำนวณค่า Confusion Matrix ของการทดสอบการเข้าสู่ระบบของระบบต้นแบบกล่าวคือ ผู้วิจัยได้นำค่า TP FP TN FN ในตารางที่ 4.11 ไปคำนวณหาค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด จะเห็นได้ว่า มีค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด อยู่ที่ร้อยละ 81.25 และ 18.87 ตามลำดับ

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน ในส่วนของสรุปและข้อเสนอแนะ มีดังนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผล

5.2 ข้อเสนอแนะ

โดยมีเนื้อหา และรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 5.1 สรุปและอภิปรายผล

กระบวนการการเข้าสู่ระบบเป็นกระบวนการที่มีการให้บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งกระบวนการการเข้าสู่ระบบ คือหนึ่งในจุดที่เสี่ยงได้รับอันตรายจากผู้ไม่ประสงค์ดี ดังนั้นผู้ให้บริการจึงได้มีการใช้การยืนยันตัวตน (Authentication) เพื่อเพิ่มความปลอดภัย โดยกระบวนการการยืนยันตัวตนนั้นมีอยู่ 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) สิ่งที่คุณรู้ (something you know) คือ ข้อมูลที่คุณใช้บริการเท่านั้นที่ทราบ 2) สิ่งที่คุณมี (something you have) คือ สิ่งของคุณที่ใช้บริการเท่านั้นครอบครอง 3) สิ่งที่คุณเป็น (something you are) คือ ข้อมูลทางชีวมิติ (Biometric) ของผู้ใช้บริการ

กระบวนการการยืนยันตัวตนในแต่ละกระบวนการยังพบเจอปัญหาอยู่ ยกตัวอย่างเช่น สิ่งที่คุณรู้ อาจจะถูกเดา หรือ ถูกดักฟังได้ สิ่งที่คุณมี อาจจะถูกขโมยได้ ดังนั้น สิ่งที่คุณเป็น จึงมีความปลอดภัยกว่า 2 กระบวนการข้างต้น เนื่องจากมีการใช้ข้อมูลที่มีความเป็นเอกลักษณ์สูง

เนื่องจากการใช้ข้อมูลทางชีวมิติสำหรับการยืนยันตัวตนยังมีปัญหาอยู่บ้าง เช่น การพิมพ์ปัญหาที่พบคือเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจจับการพิมพ์ขาดความแม่นยำ ลายนิ้วมือ ปัญหาที่พบคือเมื่อนิ้วเปียกหรือเย็นจะทำให้ประสิทธิภาพการจดจำลายนิ้วมือลดลง เป็นต้น จากปัญหาของข้อมูลทางชีวมิติในแต่ละประเภท ทำให้ผู้วิจัยเกิดคำถามในการวิจัยที่ว่า ข้อมูลทางชีวมิติที่เก็บไว้บนนาฬิกาอัจฉริยะนั้น จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการยืนยันตัวตนได้หรือไม่

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลชีวมิติจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบวิธีการการยืนยันตัวตนจากข้อมูลที่เก็บโดย นาฬิกาอัจฉริยะ เพื่อพัฒนากระบวนการยืนยันตัวตนจากข้อมูลที่เก็บโดยนาฬิกาอัจฉริยะ และเพื่อประเมินประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านความถูกต้องของการยืนยันตัวตนจาก

ข้อมูลที่เก็บโดย นาฬิกาอัจฉริยะ งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแรกที่น่าำจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะมาใช้เป็นการยืนยันตัวตนแบบชีวมิติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยที่ศึกษาความเป็นไปได้ในเบื้องต้นเท่านั้น ว่าจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกระบวนการยืนยันตัวตนหรือไม่ สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมงต่อ 1 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. เป็นเวลา 33 วัน จากกลุ่มตัวอย่าง 15 คน ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม Training dataset และกลุ่ม Test dataset หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ออกไปคำนวณและกำหนดค่าพื้นฐาน (Baseline) ซึ่งก่อนที่จะได้ค่าพื้นฐานมานั้น ผู้วิจัยทำการคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วย  $\pm 1S.D.$  และ  $\pm 2S.D.$  เพื่อกำหนดค่าพื้นฐานขึ้นมา โดยค่าพื้นฐานจะถูกแบ่งตามวันได้แก่ ค่าพื้นฐานของ 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน และนำข้อมูลที่เก็บมาอีก 3 วันของกลุ่มตัวอย่างทุกๆ คนมาใช้สำหรับการทดสอบจำนวนวันที่เหมาะสมในการสร้างค่าพื้นฐาน และช่วงที่เหมาะสมจากจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะด้วย Confusion Matrix ที่ประกอบด้วย TP FP TN และ FN

ในส่วนของการประเมินช่วงที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ประเมินช่วงที่เหมาะสมทั้งหมด 3 ครั้ง โดยการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 1 มีช่วงของค่าพื้นฐาน ดังนี้ Mean  $1S.D.$   $-1S.D.$   $2S.D.$   $-2S.D.$  และช่วงที่น้อยกว่า  $-2S.D.$  และมากกว่า  $2S.D.$  ในส่วนของการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการปรับช่วงค่ามาตรฐาน เนื่องจากค่าความถูกต้องที่มีค่ามากที่สุด และค่าความผิดพลาดที่ต่ำที่สุด 2 อันดับแรก อยู่ในช่วง  $-1S.D.$  และ  $1S.D.$  ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการเพิ่มช่วงที่อยู่ระหว่าง  $-1S.D.$  และ  $1S.D.$  ซึ่งช่วงที่ผู้วิจัยเพิ่มมีดังนี้  $\pm 0.25S.D.$   $\pm 0.50S.D.$  และ  $\pm 0.75S.D.$  ดังนั้นการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 2 จึงประกอบด้วย Mean  $0.25S.D.$   $-0.25S.D.$   $0.5S.D.$   $-0.5S.D.$   $0.75S.D.$   $-0.75S.D.$   $1S.D.$  และ  $-1S.D.$  และในการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 3 ผู้วิจัยได้ปรับจากการประเมินช่วงที่เหมาะสมครั้งที่ 1 และ 2 โดยปรับให้เป็นช่วงกว้าง เนื่องจาก ค่าความถูกต้อง และค่าความผิดพลาดในแต่ละช่วงมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งช่วงที่มีการปรับเพิ่มเติมดังนี้ Mean  $\pm 0.25S.D.$   $\pm 0.5S.D.$   $\pm 0.75S.D.$   $\pm 1S.D.$   $\pm 2S.D.$  และ ช่วงน้อยกว่า  $-2S.D.$  หรือมากกว่า  $2S.D.$  หลังจากทีประเมินจำนวนวันในการเก็บข้อมูล และช่วงที่เหมาะสม ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้ไปพัฒนาเป็นระบบต้นแบบ และทดสอบการเข้าระบบด้วยจำนวนก้าวกับระบบต้นแบบ

เมื่อผู้วิจัยนำข้อมูลมาทดสอบกับค่าพื้นฐานพบว่าจำนวนวันที่เหมาะสมในการสร้างค่าพื้นฐานจากจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะคือจำนวน 7 วัน เนื่องจากมีค่าความถูกต้องเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อเทียบกับค่าพื้นฐานจำนวน 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน ซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 84.18 และมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ร้อยละ 15.82 ซึ่งถือว่าเป็นค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดกว่าช่วงอื่น ๆ

นอกจากนั้นผู้วิจัยยังพบอีกว่าเนื่องจากปริมาณข้อมูลที่ใช้ ของงานวิจัยนี้ไม่สมดุลกัน ดังนั้นในส่วนของการประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของค่าพื้นฐาน จึงไม่สามารถบอกผลในภาพรวมได้ดี ดังนั้นผู้วิจัยจะสรุปและอภิปรายผลจากตาราง Confusion Matrix เพียงอย่างเดียว และการประเมินช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสม ช่วงที่เหมาะสม คือ ช่วง  $\pm 1S.D.$  เนื่องจาก การตรวจสอบสิทธิ์ของบุคคลที่มีสิทธิ์เข้าถึงระบบดีกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งมีค่า TP อยู่ที่ 397 และ ค่า FP น้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งอยู่ที่ 197 และ มีการตรวจสอบบุคคลที่ไม่มีสิทธิ์ดีกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งมีค่า TN อยู่ที่ 5530 และ ค่า FN อยู่ที่ 1817 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบนี้ไปพัฒนาเป็นระบบต้นแบบ

ในส่วนของการทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์สวมใส่ มีงานวิจัยที่ให้กลุ่มตัวอย่างใส่อุปกรณ์สวมใส่เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Jingzhen Li และคณะ, 2017) ซึ่งพบปัญหาคืออุปกรณ์สวมใส่มีขนาดใหญ่ ทำให้กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวไม่สะดวกที่นำอุปกรณ์สวมใส่ไปใช้ในการเก็บข้อมูลบริเวณอื่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า ถ้าหากนำนาฬิกาอัจฉริยะมาใช้ในการเก็บข้อมูลจะมีความสะดวกมากกว่า

การเก็บข้อมูลจำพวกข้อมูลทางชีวมิติ มีงานวิจัยได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตและได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 คน ใช้เวลาเก็บ 6 ครั้งต่อ 1 วัน ซึ่งใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทั้งหมด 5 วัน (Jingzhen Li และคณะ, 2017) แต่งานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 15 คน ใช้ความถี่ในการเก็บข้อมูลมากกว่า งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมงต่อ 1 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. และใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลมากกว่า ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เวลาเก็บข้อมูลทั้งหมด 33 วัน เพื่อลดปัญหา Overfitting ที่จะเกิดขึ้น

ในส่วนของการประเมินผลด้วย Confusion Matrix งานวิจัยนี้ไม่สามารถประเมินผลด้วยค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดได้ เนื่องจาก ปริมาณข้อมูลในส่วนของ Actually Positive ไม่เท่ากับปริมาณข้อมูลในส่วนของ Actually Negative ดังนั้นในส่วนของการประเมินค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดของค่าพื้นฐาน จึงไม่สามารถบอกผลในภาพรวมได้ดี ผู้วิจัยจึงอธิบายและสรุปผลจากตาราง Confusion Matrix เพียงอย่างเดียว แต่หลังจากที่ผู้วิจัยได้เลือกในส่วนของจำนวนวันที่เหมาะสมในการสร้างค่าพื้นฐานจากจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะที่เหมาะสม และช่วงที่เหมาะสมจากจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะแล้ว ผู้วิจัยได้นำค่า TP FP TN และ FN ของช่วงที่เหมาะสม ไปคำนวณหาค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด พบว่ามีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 90.71 และมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ร้อยละ 9.29 และเมื่อเทียบกับงานวิจัยที่ทำการทดลองเกี่ยวกับการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลทางชีวมิติลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม ซึ่งเป็นการทดลองเกี่ยวกับการยืนยันตัวตนด้วยคลื่นไฟฟ้าของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งผลของการทดลองนี้มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95 (Di และคณะ, 2018)(Sugondo และคณะ, 2019)(Firas and Gursel, 2020)

ถ้าเทียบกับงานวิจัยนี้ งานวิจัยนี้มีค่าความถูกต้องต่ำกว่า เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแรกที่ศึกษาความเหมาะสมของการนำจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะมาใช้เป็นการยืนยันตัวตนแบบชีวมิติ และอาจจะแตกต่างในส่วนในเรื่องการเก็บข้อมูลหรือ Algorithm ที่ใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเพิ่มความถี่เก็บข้อมูลจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะ เพื่อที่จะได้ทดสอบค่าความถูกต้องในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

5.2.2 ควรเพิ่ม Algorithm มาใช้ในการคำนวณการยืนยันตัวตนด้วยจำนวนก้าวจากนาฬิกาอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยืนยันตัวตน

5.2.3 ในส่วนของการเข้าสู่ระบบควรเชื่อมต่อนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อเข้าสู่ระบบ เพื่อที่จะได้วัดความถูกต้องที่แน่ชัดในการยืนยันตัวตน



## รายการอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ ตรีประพิณ ภัคภัทร นาอุดม และไพชยนต์ คงไชย. (2561). การพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้า. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. 20(2), 92-105.
- นฤป รังงาม และชัยพร เขมะภาคะพันธ์. (2562). ออกแบบและพัฒนากระบวนการยืนยันการทำธุรกรรม ด้วยการเข้ารหัส OTP ด้วยลายนิ้วมือ. ในเอกสารการสัมมนาวิชาการเรื่อง **DIGITAL TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE WELLBEING AND SMART SOCIETY** (หน้า 1285 – 1296). กรุงเทพฯ ฯ: วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ร่วมกับ เครือข่ายวิจัยประชาชน.
- พงศ์พัฒน์ หังสพฤกษ์. (2551). การยืนยันตัวตนผู้ใช้ ณ จุดเดียวผ่านเว็บโดยปราศจากการปรับเปลี่ยนเครื่องผู้ใช้บริการ (Server-Side Web Single Sign-On without Client Enhancement). ปรินญามหาบัณฑิตวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- พรคิต อ้นขาว. (2556). การพัฒนาระบบการยืนยันตัวตนโดยใช้เทคโนโลยีฟริแวร์. วิทยานิพนธ์ ปรินญามหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). **พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ ฯ : นามมีบุ๊คพับลิเคชัน.
- วิชริณี สวัสดิ์ และ ณรงค์ฤทธิ์ วังคีรี. (2562). การวิเคราะห์หาค่าเทรซโฮลด์ที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับการยืนยันตัวตนผ่านม่านตา. **วารสารมหาวิทยาลัยสารคาม**, 1, 40-49.
- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2565). **การพิสูจน์และยืนยันตัวตนด้วยระบบไบโอเมตริก**. กรุงเทพฯ ฯ : กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
- สำรวน เวียงสมุทร. (2554). การระบุบุคคลด้วยไบโอเมตริกซ์. *Identification by Biometrics* 31(4): 426-435.



- ศักดิ์ เพิ่มพูนพร. (2558). การจำแนกบุคคลด้วยเทคนิคการรวมข้อมูลลายนิ้วมือและภาพใบหน้า. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ศุภกานต์ พิมพ์เรศ. (2553). เทคโนโลยีไบโอเมตริกส์บนโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks-based Biometrics Technology). **วารสารหอการค้าไทย**. 30 (1): 90–103
- Aleksandra, B. (2012). **Biometric Authentication. Types of biometric identifiers**. M.S. Thesis, University of Applied Sciences.
- Anil, K. J. (2004). Biometric Recognition: How Do I Know Who You Are?. In **Proceedings of the IEEE 12th Signal Processing and Communications Applications Conference**. 2004, 3-5. doi: 10.1109/SIU.2004.1338241
- Aware, Inc. (2014). **What Are Biometrics?** [On-line]. Available: <https://www.aware.com/portfolio-items/what-are-biometricswhite-paper/>
- Batta, M. (2018), Machine Learning Algorithms - A Review. **International Journal of Science and Research** (pp. 381 - 386). IJSR.
- David, Z., Zhenhua, G. and Yazhuo, G. (2015). Multispectral Biometrics : Systems and Applications. doi: 10.1007/978-3-319-22485-5
- Delac, K., and Grgic, M. (2004). A Survey of Biometric Recognition Methods. **In Proceedings of the 46th International Symposium on Electronics in Marine** (pp. 184-193). Zadar: IEEE.
- D., Krishna, Fazal, a., T. and Rabul, L. (2013). Study on Biometric Authentication Systems, Challenges and Future Trends: A Review. **In Proceedings of International Conference on Computational Intelligence and Computing Research**. IEEE.
- Di, W., Yujian, S., Weiyi, Y., Gong, Z. and Tong, L. (2018). A Novel Heart Rate Robust Method for Short-Term Electrocardiogram Biometric Identification. **In Proceedings Of International Journal of Scientific & Technology Research** (pp. 1 – 20). MDPI.

- Druva, K. L. and Goutham, R. A.. (2016). Biometric authentication using near infrared hand vein pattern with adaptive threshold technique. **International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology**. 2016(2), 229-234.  
doi: 10.1109/ICATCCT.2016.7911998
- Federica, L. (2022). **Number of connected wearable devices worldwide from 2016 to 2022** [Online]. Available:  
<https://www.statista.com/statistics/487291/global-connected-wearable-devices/>
- Firas, A. and Gursel, S.. (2020). Evaluation of biometric user authentication using an ensemble classifier with face and voice recognition. **J. of Information Assurance and Security**. 2020, 1-8.  
doi : 10.48550/arXiv.2006.00548
- Israa M. A., (2012). Physiological Biometric Authentication Systems, Advantages, Disadvantages and Future Development : A Review. **In Proceedings of International Journal of Scientific & Technology Research**. IJSTR
- Jain AK, Ross A, Prabhakar S. (2004). An introduction to biometric recognition **In Proceedings of International Conference on Computational Intelligence and Computing Research** (pp. 4-20). IEEE.
- Jingzhen L., Yuhang L., Zedong N., Wenjian Q., Zengyao P. and Lei W. (2017) An Approach to Biometric Verification Based on Human Body Communication in Wearable Devices. **In Proceedings Of International Journal of Scientific & Technology Research** (pp 1 – 18). MDPI.
- Jyoti M. and Dhiraj G. (2014). Reference Threshold Calculation for Biometric Authentication. **I.J. Image, Graphics and Signal Processing**. 2014(2), 46-53. doi: 10.5815/ijgisp.2014.02.06
- M. Pahwa. (2018). **Identification, Authentication, Authorization, and Accountability**. [On-line]. Available: <https://www.mayurpahwa.com/2018/06/identification-authentication.html>

- Miller B. (1994). Vital signs of identity [biometrics]. In **Proceedings of International Conference on Computational Intelligence and Computing Research** (pp. 22-30). IEEE.
- Mohammed, F. (2016). A Review Of Authentication Methods. In **Proceedings of International Journal of Scientific & Technology Research** (pp. 245-249). University of Fiji: IEEE.
- P. Padma and S. Srinivasan. (2016). A survey on biometric based authentication in cloud computing. In **Proceedings of International Conference on Inventive Computation Technologies**. IEEE
- Pradeep, N. R. and Ravi, J. (2022). An Efficient Machine Learning Approach for Fingerprint Authentication Using Artificial Neural Networks. **International Conference on Smart Systems and Inventive Technology**. 2022(1), 852-859. doi: 10.1109/ICSSIT53264.2022.9716271
- Sugondo, H., Suci A. and Achmad R.. (2019). One-Lead Electrocardiogram for Biometric Authentication using Time Series Analysis and Support Vector Machine. In **Proceedings of International Journal of Advanced Computer Science and Applications** (pp. 276-283). IJACSA
- Vaibhav, B. J. and Mehul, S. R.. (2020). Adaptive Threshold for Fingerprint Recognition System Based on Threat Level and System Load. **Procedia Computer Science**. 2020(1), 498-507. doi: 10.1016/j.procs.2020.04.053



ภาคผนวก ก

การบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่มตัวอย่าง

การประยุกต์ใช้ข้อมูลชีวมิติจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน เริ่มจากเก็บข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมงต่อ 1 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. เป็นเวลา 33 วัน จากกลุ่มตัวอย่าง 15 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม Training dataset และ Test dataset หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณและกำหนดค่าพื้นฐาน (Baseline) โดยค่าพื้นฐานจะถูกแบ่งตามวันได้แก่ ค่าพื้นฐานของ 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน และนำข้อมูลที่เก็บมาอีก 3 วันของกลุ่มตัวอย่างทุก ๆ คนมาใช้สำหรับการทดสอบ เมื่อได้ค่าพื้นฐานตามวันที่กำหนดแล้วจะทำการประเมินผล โดยตารางที่ ก.1 ถึง ตารางที่ ก.11 จะแสดงตัวอย่างข้อมูลจำนวนก้าวการเดินของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม Training dataset ทุกคน

โดย	วันที่ 1 – 30	จะแสดงถึง	ข้อมูลจำนวน 30 วันที่จะนำไปสร้างค่าพื้นฐาน
	วันที่ 31 – 33	จะแสดงถึง	ข้อมูลจำนวนก้าว 3 วันที่ผู้วิจัยนำมาทดสอบ

และตารางที่ ก.12 ถึง ตารางที่ ก.15 จะแสดงตัวอย่างข้อมูลจำนวนก้าวการเดินของกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม Test dataset ทุกคน

โดย	วันที่ 1 – 7	จะแสดงถึง	ข้อมูลจำนวน 7 วันที่จะนำไปสร้างค่าพื้นฐาน
	วันที่ 8 – 10	จะแสดงถึง	ข้อมูลจำนวนก้าว 3 วันที่ผู้วิจัยนำมาทดสอบ

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 1

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
07.00 น.	0	0	0	40	0	...	...	...	0	0	58	0	0	250	0	18
08.00 น.	0	1811	481	46	1623	...	...	...	32	14	41	651	23	427	0	0
09.00 น.	392	3027	112	0	761	...	...	...	337	21	168	174	94	240	365	0
10.00 น.	312	36	193	30	147	...	...	...	651	178	94	37	291	125	399	45
11.00 น.	103	82	70	242	1970	...	...	...	372	0	451	1654	72	85	37	286
12.00 น.	447	84	1519	2369	1321	...	...	...	92	159	416	614	409	373	608	462
13.00 น.	117	0	446	0	562	...	...	...	428	41	1271	517	261	211	68	406
14.00 น.	646	12	254	179	210	...	...	...	145	278	361	15	271	0	407	622
15.00 น.	409	1878	75	793	607	...	...	...	251	1891	264	279	548	230	124	217
16.00 น.	468	1552	98	1035	739	...	...	...	461	459	326	661	712	1002	172	761
17.00 น.	138	146	36	3243	430	...	...	...	431	75	231	652	452	123	186	873
18.00 น.	467	258	387	62	1555	...	...	...	472	672	396	372	1892	482	1167	608
19.00 น.	195	106	171	28	272	...	...	...	1982	571	364	167	527	285	1314	17
20.00 น.	419	86	31	0	487	...	...	...	27	42	647	21	42	162	294	45
21.00 น.	544	2729	1413	0	864	...	...	...	262	476	352	0	15	664	16	17
22.00 น.	540	1000	42	0	13	...	...	...	141	126	231	21	121	527	341	481
23.00 น.	92	73	739	228	24	...	...	...	32	196	1121	213	0	75	0	243



ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 2

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
07.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
08.00 น.	224	198	230	256	278	...	...	...	14	245	165	185	220	17	214	225
09.00 น.	276	288	210	320	210	...	...	...	295	293	312	331	345	250	260	320
10.00 น.	890	834	825	903	798	...	...	...	1036	415	674	751	994	725	854	882
11.00 น.	789	894	856	854	843	...	...	...	476	821	884	914	674	830	768	680
12.00 น.	443	447	460	511	509	...	...	...	415	609	904	441	594	445	465	447
13.00 น.	1233	1178	1290	1165	1102	...	...	...	1540	1824	1103	1185	1254	1234	1159	1145
14.00 น.	1102	665	887	659	890	...	...	...	742	647	824	1021	711	667	821	1101
15.00 น.	778	745	780	739	776	...	...	...	645	971	452	641	728	767	760	710
16.00 น.	668	789	665	640	779	...	...	...	642	692	715	714	617	676	882	712
17.00 น.	734	790	774	739	834	...	...	...	903	678	615	942	681	760	776	742
18.00 น.	554	509	909	956	556	...	...	...	713	596	814	813	885	555	540	648
19.00 น.	445	665	448	665	710	...	...	...	416	341	325	331	419	760	428	689
20.00 น.	110	367	355	340	326	...	...	...	356	152	178	328	302	145	378	324
21.00 น.	101	324	332	356	332	...	...	...	51	82	136	115	108	150	321	429
22.00 น.	0	119	104	102	109	...	...	...	0	0	0	0	0	0	145	102
23.00 น.	0	0	34	0	12	...	...	...	0	0	42	0	0	0	0	14

ตารางที่ ก.3 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 3

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	216	267	213	290	289	...	...	...	268	301	284	228	294	198	270	220
07.00 น.	314	332	376	354	356	...	...	...	332	354	392	314	382	260	319	333
08.00 น.	367	321	345	332	256	...	...	...	362	274	367	325	293	230	324	335
09.00 น.	769	754	465	789	812	...	...	...	435	703	663	468	446	720	445	659
10.00 น.	678	693	743	778	689	...	...	...	719	922	823	876	834	880	687	779
11.00 น.	254	225	213	267	345	...	...	...	466	266	252	233	492	265	325	324
12.00 น.	1187	1097	1154	1078	1543	...	...	...	1135	1162	1520	1233	1356	1160	1189	1546
13.00 น.	1587	1476	1498	1504	1643	...	...	...	1493	1368	1290	1365	1067	1540	1435	1675
14.00 น.	897	812	720	856	824	...	...	...	776	756	827	691	866	850	888	798
15.00 น.	809	873	898	845	883	...	...	...	824	869	901	664	612	890	865	812
16.00 น.	465	443	354	276	212	...	...	...	394	293	214	265	361	340	440	230
17.00 น.	1572	1456	1298	1189	1134	...	...	...	1178	1237	1252	1409	1086	1160	1324	1560
18.00 น.	312	465	345	401	512	...	...	...	249	364	409	536	432	320	333	489
19.00 น.	591	501	487	432	587	...	...	...	685	492	365	471	593	500	567	445
20.00 น.	254	275	282	216	279	...	...	...	214	146	265	136	164	278	282	219
21.00 น.	90	0	15	0	0	...	...	...	0	18	11	25	0	0	91	17
22.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
23.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 4

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
07.00 น.	22	29	30	18	12	...	...	...	35	61	28	32	36	19	28	13
08.00 น.	204	223	241	285	211	...	...	...	265	267	293	264	214	234	224	267
09.00 น.	312	336	301	379	381	...	...	...	354	382	316	326	322	305	335	378
10.00 น.	614	625	623	687	694	...	...	...	614	620	609	614	709	690	658	621
11.00 น.	714	795	771	713	786	...	...	...	813	691	694	669	723	705	773	798
12.00 น.	1642	1589	1354	1450	1521	...	...	...	1493	1369	1374	1367	1465	1568	1640	1379
13.00 น.	1356	1398	1451	1259	1469	...	...	...	1325	1298	1465	1214	1209	1456	1237	1325
14.00 น.	694	732	674	682	612	...	...	...	714	772	732	719	703	687	664	701
15.00 น.	723	721	691	731	763	...	...	...	714	634	636	694	714	776	712	698
16.00 น.	692	691	664	638	659	...	...	...	632	685	654	706	726	667	654	687
17.00 น.	554	569	591	571	582	...	...	...	563	521	522	582	549	554	567	598
18.00 น.	1365	1396	1421	1298	1137	...	...	...	1250	1360	1395	1341	1250	1123	1345	1265
19.00 น.	314	512	521	547	381	...	...	...	552	423	428	418	391	578	345	469
20.00 น.	429	372	591	587	582	...	...	...	523	492	314	301	393	567	532	456
21.00 น.	614	591	583	559	557	...	...	...	424	365	393	421	503	564	555	521
22.00 น.	223	218	220	209	261	...	...	...	101	135	124	236	127	234	221	267
23.00 น.	114	11	138	139	109	...	...	...	42	17	51	19	25	134	109	115

ตารางที่ ก.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 5

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
07.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
08.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
09.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
10.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
12.00 น.	14	0	26	13	27	...	...	...	16	32	19	39	0	13	0	25
13.00 น.	74	78	81	64	73	...	...	...	83	65	63	105	78	75	73	69
14.00 น.	332	348	314	324	341	...	...	...	328	394	245	269	325	315	333	289
15.00 น.	421	381	412	471	446	...	...	...	462	419	486	329	311	443	410	378
16.00 น.	614	667	692	683	661	...	...	...	691	537	571	651	699	665	640	689
17.00 น.	1450	1542	1384	1356	1145	...	...	...	1532	1201	1096	1364	1250	1325	1365	1402
18.00 น.	716	772	794	703	781	...	...	...	754	671	779	632	714	702	718	777
19.00 น.	154	146	167	154	127	...	...	...	127	135	140	146	127	145	165	147
20.00 น.	82	72	69	91	70	...	...	...	89	92	94	74	69	80	71	69
21.00 น.	13	18	14	12	11	...	...	...	41	26	27	19	34	14	13	19
22.00 น.	10	9	14	18	14	...	...	...	18	32	29	0	0	12	11	10
23.00 น.	0	20	0	14	18	...	...	...	0	17	0	24	17	0	12	0

ตารางที่ ก.6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 6

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	25	62	21	18	26	...	...	...	31	38	69	73	75	0	0	0
07.00 น.	132	114	101	131	122	...	...	...	122	140	137	131	126	250	0	18
08.00 น.	618	665	678	698	634	...	...	...	634	658	678	631	618	427	0	0
09.00 น.	887	825	863	872	819	...	...	...	835	814	879	825	827	240	365	0
10.00 น.	155	172	132	158	182	...	...	...	117	181	127	132	126	125	399	45
11.00 น.	760	781	772	709	759	...	...	...	778	783	701	718	726	85	37	286
12.00 น.	892	826	848	873	859	...	...	...	834	819	867	835	825	373	608	462
13.00 น.	779	724	710	719	749	...	...	...	726	743	728	754	729	211	68	406
14.00 น.	397	304	332	306	309	...	...	...	301	298	315	327	326	0	407	622
15.00 น.	110	128	114	106	102	...	...	...	124	127	118	126	111	230	124	217
16.00 น.	713	704	729	715	707	...	...	...	729	713	724	739	720	1002	172	761
17.00 น.	834	817	803	841	831	...	...	...	841	803	811	842	823	123	186	873
18.00 น.	785	792	783	792	732	...	...	...	801	732	793	721	703	482	1167	608
19.00 น.	104	0	0	94	0	...	...	...	102	0	0	0	0	285	1314	17
20.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	162	294	45
21.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	664	16	17
22.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	527	341	481
23.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	75	0	243

ตารางที่ ก.7 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 7

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	34	28	35	39	27	...	...	...	41	39	27	24	31	32	21	24
07.00 น.	124	165	128	136	141	...	...	...	126	141	152	148	135	142	124	156
08.00 น.	371	598	584	514	525	...	...	...	342	427	415	422	354	321	563	543
09.00 น.	771	765	798	364	367	...	...	...	367	364	765	574	369	742	362	683
10.00 น.	492	482	414	396	374	...	...	...	468	492	468	395	489	486	453	376
11.00 น.	42	54	58	96	184	...	...	...	68	95	267	241	221	32	43	212
12.00 น.	1485	1741	1365	824	796	...	...	...	1395	1547	1365	1254	1456	1251	1421	764
13.00 น.	1536	1541	1486	1489	1482	...	...	...	1747	1369	2017	1223	1411	1433	1458	1573
14.00 น.	341	421	503	119	146	...	...	...	454	448	563	514	174	453	215	143
15.00 น.	41	426	145	441	369	...	...	...	469	38	485	526	74	23	421	452
16.00 น.	796	743	416	196	495	...	...	...	714	658	696	644	146	146	736	732
17.00 น.	839	836	814	852	901	...	...	...	694	824	625	758	869	878	846	894
18.00 น.	1463	1524	1236	1745	2103	...	...	...	1536	1543	1453	1745	1547	1435	2142	1875
19.00 น.	1146	1125	1178	1562	1365	...	...	...	1579	1458	1756	1574	1769	1261	1421	1162
20.00 น.	139	192	174	152	241	...	...	...	295	265	224	274	168	203	214	250
21.00 น.	242	196	174	121	126	...	...	...	169	361	252	254	269	143	231	154
22.00 น.	113	141	124	146	152	...	...	...	157	141	95	152	78	153	178	98
23.00 น.	0	0	24	35	21	...	...	...	0	35	0	0	18	13	21	0



ตารางที่ ก.8 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 8

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	1523	1547	1745	1542	1654	...	...	...	1423	1352	1511	1574	1526	1432	1543	1536
07.00 น.	2154	2365	2413	2521	2256	...	...	...	2174	2269	2245	2652	2412	2316	2214	2153
08.00 น.	264	241	252	259	241	...	...	...	241	314	362	354	274	253	265	283
09.00 น.	63	48	43	67	39	...	...	...	64	75	71	49	52	42	45	62
10.00 น.	136	169	356	365	341	...	...	...	296	361	236	209	308	114	143	325
11.00 น.	186	176	435	485	435	...	...	...	193	187	198	182	385	145	432	173
12.00 น.	1236	1256	1284	1136	1154	...	...	...	1396	1354	1285	1347	1375	1231	1251	1154
13.00 น.	756	744	654	715	756	...	...	...	882	814	693	691	826	785	736	832
14.00 น.	365	368	326	328	336	...	...	...	417	425	374	381	372	342	354	325
15.00 น.	439	396	176	136	367	...	...	...	486	152	433	173	393	421	326	164
16.00 น.	296	245	365	257	253	...	...	...	342	358	485	474	385	244	316	259
17.00 น.	854	924	817	823	869	...	...	...	834	829	885	715	711	894	821	815
18.00 น.	756	757	469	751	758	...	...	...	526	493	471	439	485	735	753	476
19.00 น.	152	159	148	242	256	...	...	...	265	271	282	235	238	125	214	157
20.00 น.	186	157	274	256	252	...	...	...	168	296	274	288	296	251	264	196
21.00 น.	75	77	69	64	82	...	...	...	75	71	59	38	32	43	76	38
22.00 น.	15	26	18	35	27	...	...	...	29	37	33	29	35	14	21	0
23.00 น.	0	14	0	16	0	...	...	...	0	0	0	17	0	0	0	14

ตารางที่ ก.9 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของ Training Dataset คนที่ 9

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	26	15	0	63	27	...	...	...	46	0	52	0	16	23	24	28
07.00 น.	49	0	46	59	61	...	...	...	59	32	17	91	54	39	45	51
08.00 น.	254	265	217	208	184	...	...	...	268	324	332	93	88	265	214	195
09.00 น.	342	332	359	358	335	...	...	...	317	431	337	292	373	365	314	384
10.00 น.	143	126	438	378	146	...	...	...	217	439	396	419	330	112	325	419
11.00 น.	235	241	45	93	154	...	...	...	227	198	226	306	355	214	41	112
12.00 น.	1213	1265	1376	954	904	...	...	...	1332	1326	1458	1426	1399	1156	1254	1145
13.00 น.	1564	1214	1287	1546	1643	...	...	...	1455	1545	1466	1567	1543	1354	1210	1541
14.00 น.	154	34	167	217	56	...	...	...	224	398	332	355	325	41	47	136
15.00 น.	523	254	154	97	145	...	...	...	320	309	391	376	356	214	512	124
16.00 น.	97	87	84	69	17	...	...	...	115	187	231	225	365	32	15	92
17.00 น.	1145	1231	1432	1567	1289	...	...	...	1538	1290	1399	1549	1266	1214	1541	1342
18.00 น.	721	693	594	512	784	...	...	...	459	769	656	559	657	710	703	826
19.00 น.	45	62	47	83	57	...	...	...	45	165	270	57	44	45	51	69
20.00 น.	132	165	208	227	154	...	...	...	191	144	94	86	90	175	195	179
21.00 น.	98	83	195	157	147	...	...	...	126	122	87	48	37	152	143	194
22.00 น.	0	16	0	22	0	...	...	...	0	0	47	39	0	0	14	0
23.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.10 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 10

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
07.00 น.	56	74	53	49	72	...	...	...	85	48	39	99	31	61	52	49
08.00 น.	954	983	1125	1209	971	...	...	...	711	528	685	812	832	941	985	1135
09.00 น.	557	542	539	498	399	...	...	...	633	692	378	423	703	541	528	536
10.00 น.	743	785	696	594	716	...	...	...	779	801	763	493	236	791	780	653
11.00 น.	932	995	917	547	448	...	...	...	827	809	836	811	503	941	812	452
12.00 น.	1673	1463	1596	2095	1870	...	...	...	1478	1792	1933	2036	1993	1521	2034	1962
13.00 น.	435	768	837	459	396	...	...	...	436	396	822	716	566	741	462	814
14.00 น.	554	564	701	487	427	...	...	...	733	689	856	745	552	452	441	580
15.00 น.	443	547	569	573	436	...	...	...	536	552	396	385	415	501	452	351
16.00 น.	185	203	271	174	140	...	...	...	218	236	225	174	196	179	251	103
17.00 น.	2088	1893	1565	1763	1894	...	...	...	2017	1776	1693	1520	1336	1782	1961	2019
18.00 น.	943	874	846	863	729	...	...	...	903	822	836	714	769	941	814	721
19.00 น.	87	115	154	136	98	...	...	...	69	47	144	169	36	113	141	94
20.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	14	0	0	0	0	0
21.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
22.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0
23.00 น.	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ก.11 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลจำนวนก้าวการเดินทางจากนาฬิกาอัจฉริยะของกลุ่ม Training Dataset คนที่ 11

วัน เวลา	1	2	3	4	5	...	...	...	26	27	28	29	30	31	32	33
06.00 น.	532	485	536	517	596	...	...	...	552	576	596	552	512	524	519	492
07.00 น.	332	369	374	469	324	...	...	...	339	352	395	385	338	324	332	409
08.00 น.	552	701	811	512	574	...	...	...	802	690	636	522	633	725	714	803
09.00 น.	196	901	168	116	913	...	...	...	719	803	985	715	142	135	142	914
10.00 น.	732	195	269	194	703	...	...	...	499	595	492	397	378	714	168	249
11.00 น.	1136	1690	1263	1061	1503	...	...	...	1259	1067	1139	1309	1267	1021	1384	1425
12.00 น.	832	914	613	882	765	...	...	...	958	967	729	768	739	947	821	869
13.00 น.	196	992	143	203	436	...	...	...	704	728	765	154	113	478	954	284
14.00 น.	136	154	91	41	0	...	...	...	419	499	47	320	169	145	113	208
15.00 น.	532	169	223	521	503	...	...	...	302	119	328	351	214	514	145	201
16.00 น.	947	1036	711	910	523	...	...	...	662	422	414	810	921	944	935	801
17.00 น.	815	735	832	701	914	...	...	...	108	761	745	785	321	814	947	802
18.00 น.	139	365	442	392	385	...	...	...	196	197	174	302	114	435	445	487
19.00 น.	512	103	441	425	501	...	...	...	415	632	146	415	503	413	542	413
20.00 น.	113	93	102	109	221	...	...	...	52	136	158	91	77	135	142	108
21.00 น.	312	203	112	55	32	...	...	...	206	285	265	154	301	214	236	217
22.00 น.	112	0	85	142	136	...	...	...	76	71	35	41	110	113	145	0
23.00 น.	56	0	91	0	14	...	...	...	0	12	0	0	45	17	0	21













การประยุกต์ใช้ข้อมูลชีวมิติจากนาฬิกาอัจฉริยะเพื่อการยืนยันตัวตน เริ่มจากเก็บข้อมูลจำนวนก้าวการเดินจากนาฬิกาอัจฉริยะ (Smart Watch) ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมงต่อ 1 วัน โดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 06.00 น. ไปจนถึงเวลา 23.00 น. เป็นเวลา 33 วัน จากกลุ่มตัวอย่าง 15 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม Training dataset และ Test dataset หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณและกำหนดค่าพื้นฐาน (Baseline) โดยค่าพื้นฐานจะถูกแบ่งตามวันได้แก่ ค่าพื้นฐานของ 7, 10, 14, 20 และ 30 วัน และนำข้อมูลที่เก็บมาอีก 3 วันของกลุ่มตัวอย่างทุก ๆ คนมาใช้สำหรับการทดสอบ เมื่อได้ค่าพื้นฐานตามวันที่กำหนดแล้วจะทำการประเมินผล หลังจากนั้นผู้วิจัยจะพัฒนาเป็นระบบต้นแบบสำหรับการเข้าสู่ระบบด้วยจำนวนก้าว

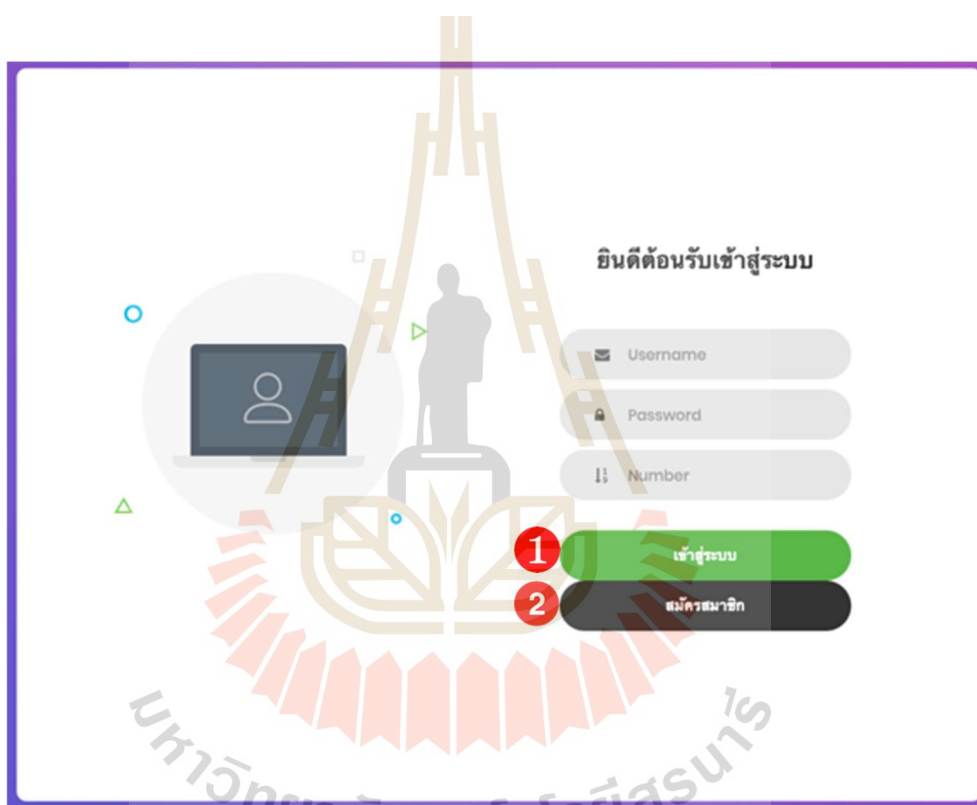
หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนก้าวที่เก็บได้จากนาฬิกาอัจฉริยะมาทดสอบและประเมินผลเพื่อเลือกใช้จำนวนวันของค่าพื้นฐานที่เหมาะสมคือ 7 วัน และช่วงของค่าพื้นฐานที่เหมาะสม คือ ช่วง  $\pm 1S.D.$  ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ทำการทดสอบดังกล่าวไปพัฒนาเป็นระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบ (Prototype) เพื่อทดสอบการเข้าสู่ระบบด้วยจำนวนก้าว โดยผู้วิจัยได้แบ่งระบบต้นแบบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- ส่วนที่ 1 คือ การใช้งานระบบต้นแบบของผู้ใช้
- ส่วนที่ 2 คือ การใช้งานระบบต้นแบบของผู้ดูแลระบบ

## ส่วนที่ 1 การใช้งานระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบด้วยจำนวนก้าวของผู้ใช้

ในส่วนการใช้งานระบบต้นแบบของผู้ใช้ ผู้ใช้จะต้องทำการสมัครสมาชิกซึ่งประกอบด้วย ชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน จำนวนก้าวในแต่ละช่วงเวลาเพื่อเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นระบบจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้กรอกเข้ามา ไปสร้างค่าพื้นฐาน และผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบโดยใส่ข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และจำนวนก้าว ณ ช่วงเวลานั้น ๆ โดยส่วนประกอบของระบบต้นแบบในส่วนของผู้ใช้มีดังนี้

### 1.1 หน้าหลัก



รูปที่ ข.1 หน้าหลักของระบบต้นแบบ

ส่วนประกอบของหน้าหลัก มีดังนี้

1. หมายเลข 1 ปุ่มเข้าสู่ระบบ กรณีที่ผู้ใช้ได้สมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถกดปุ่มเพื่อเข้าสู่ระบบ โดยผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และจำนวนก้าว ณ ช่วงเวลานั้น ๆ
2. หมายเลข 2 ปุ่มสมัครสมาชิก กรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้เป็นสมาชิก ผู้ใช้จะต้องกดปุ่มสมัครสมาชิก เมื่อกดปุ่มจะแสดงดังรูปที่ ข.2

## 1.2 หน้าสมัครสมาชิก

เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน

username:  
username

password:  
Enter password

เพิ่มจำนวนก้าว ย้อนกลับ

รูปที่ ข.2 หน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้

เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน

ครั้งที่ 1:

06.00 - 06.59 : 07.00 - 07.59 : 08.00 - 08.59 :

09.00 - 09.59 : 10.00 - 10.59 : 11.00 - 11.59 :

12.00 - 12.59 : 13.00 - 13.59 : 14.00 - 14.59 :

15.00 - 15.59 : 16.00 - 16.59 : 17.00 - 17.59 :

18.00 - 18.59 : 19.00 - 19.59 : 20.00 - 20.59 :

21.00 - 21.59 : 22.00 - 22.59 : 23.00 - 23.59 :

บันทึก ย้อนกลับ

รูปที่ ข.3 หน้าเพิ่มจำนวนก้าวของผู้ใช้

ขั้นตอนการสมัครสมาชิกมีดังนี้

1. ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลรหัสผ่าน ในช่องหมายเลข 1
  2. หมายเลข 2 ปุ่มเพิ่มจำนวนก้าว
- หลังจากที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลรหัสผ่านเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะต้องกดปุ่มเพิ่มจำนวนก้าว



- เพื่อเพิ่มจำนวนก้าวในแต่ละช่วงเวลา เมื่อกดปุ่มเพิ่มจำนวนก้าวจะแสดงดังรูปที่ ข.3
3. หมายเลข 3 ปุ่มย้อนกลับ ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ต้องการสมัครสมาชิกสามารถกดปุ่มย้อนกลับ เพื่อกลับไปสู่หน้าหลัก
4. หมายเลข 4 ปุ่มบันทึกข้อมูลจำนวนก้าว ผู้ใช้จะต้องเพิ่มข้อมูลจำนวนก้าวในแต่ละช่วงเวลา หลังจากนั้นจะต้องกดปุ่มบันทึก เพื่อบันทึกข้อมูลจำนวนก้าว ในกรณีที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลครั้งที่ 1 เรียบร้อย ระบบจะแสดงให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลครั้งที่ 2 ไปจนถึงข้อมูลจำนวนก้าวครั้งที่ 7 หลังจากนั้นระบบจะพากลับไปสู่นำหน้าหลักเพื่อให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบ
5. หมายเลข 5 ปุ่มย้อนกลับ ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการที่จะแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน ผู้ใช้สามารถกดปุ่มย้อนกลับ เพื่อกลับไปสู่หน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้

## ส่วนที่ 2 การใช้งานระบบต้นแบบการเข้าสู่ระบบด้วยจำนวนก้าวของผู้ดูแลระบบ

ในส่วนของผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และดูรายละเอียดข้อมูลของผู้ใช้ทุกคนได้

## 1.1 หน้าหลักของผู้ดูแลระบบ

รายการผู้ใช้งาน

1  
เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน

ลำดับ	username	password	ดู	2	3	4
1	admin8	admin8	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
2	admin9	admin19	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
3	admin10	admin210	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
4	admin8	123456	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
5	adminA	1234	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
6	User1	123456	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
7	User2	123456	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
8	User3	123456	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
9	User4	123456	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	
10	admin3	123455	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ	

รูปที่ ข.4 หน้าจัดการข้อมูลผู้ใช้

ส่วนประกอบของหน้าหลักของผู้ดูแลระบบ มีดังนี้

1. หมายเลข 1 ปุ่มเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มข้อมูลของผู้ใช้งาน เมื่อกดปุ่มจะแสดงดังรูปที่ ข.5
2. หมายเลข 2 ปุ่มดูรายละเอียด ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการที่จะดูข้อมูลจำนวนก้าวของผู้ใช้ ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มดูรายละเอียด เมื่อกดปุ่มถ้าหากผู้ใช้ไม่มีข้อมูลจำนวนก้าวอยู่ในระบบ จะแสดงดังรูปที่ ข.6 และถ้าหากผู้ใช้มีข้อมูลจำนวนก้าวจะแสดงดังรูปที่ ข.7
3. หมายเลข 3 ปุ่มแก้ไข ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มแก้ไข เมื่อกดปุ่มจะแสดงดังรูปที่ ข.9
4. หมายเลข 4 ปุ่มลบ ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการลบข้อมูลของผู้ใช้ ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มลบข้อมูล

## 1.2 หน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน

เพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน

username:  
username

password:  
Enter password

บันทึก ย้อนกลับ 3

รูปที่ ข.5 หน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งานมีดังนี้

1. ผู้ดูแลระบบต้องกรอกข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลรหัสผ่าน ในช่องหมายเลข 1
2. หมายเลข 2 ปุ่มบันทึกข้อมูล หลังจาก that ผู้ดูแลระบบป้อนข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลรหัสผ่านเรียบร้อยแล้ว ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มบันทึกข้อมูลของผู้ใช้ เพื่อบันทึกข้อมูล
3. หมายเลข 3 ปุ่มย้อนกลับ ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบไม่ต้องการเพิ่มข้อมูลของผู้ใช้ สามารถกดปุ่มย้อนกลับ เพื่อกลับไปสู่หน้าหลักของผู้ดูแลระบบ

### 1.3 หน้าแสดงข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน

รายการผู้ใช้งาน

ย้อนกลับ **1**

ครั้งที่	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	ตัวเลือก
1	216	314	367	769	678	254	1187	1587	897	809	465	1572	312	591	254	90	0	0	แก้ไข <b>2</b> ลบ <b>3</b>
2	267	332	321	754	693	225	1097	1476	812	873	443	1456	465	501	275	0	0	0	แก้ไข ลบ
3	213	376	345	465	743	213	1154	1498	720	898	354	1298	345	487	282	15	0	0	แก้ไข ลบ
4	290	354	332	789	778	267	1078	1504	856	845	276	1189	401	432	216	0	0	0	แก้ไข ลบ
5	289	356	256	812	689	345	1543	1643	824	883	212	1134	512	587	279	0	0	0	แก้ไข ลบ
6	224	267	387	889	813	332	1476	1278	890	872	309	1276	507	552	282	21	0	0	แก้ไข ลบ
7	230	398	398	743	743	365	1387	1574	880	815	443	1429	314	490	219	0	0	0	แก้ไข ลบ
mean	247.00	342.43	343.71	745.86	733.86	285.86	1274.57	1508.57	839.86	856.43	357.43	1336.29	408.00	520.00	258.14	18.00	0.00	0.00	
SD	3151	3989	4426	12318	4657	56.41	17633	108.80	5738	3173	8972	14452	8101	5431	27.21	30.47	0.00	0.00	
SD1	278.51	382.32	387.97	869.04	780.43	342.26	1450.90	1,617.37	897.23	888.16	447.15	1,480.81	489.01	574.31	285.35	48.47	0.00	0.00	
SD-1	215.49	302.54	299.46	622.68	687.29	229.45	1,098.24	1,399.77	782.48	824.70	267.70	1,191.77	326.99	465.69	230.93	-12.47	0.00	0.00	
SD2	310.01	422.21	432.23	992.22	827.00	398.67	1,627.23	1,726.17	954.61	919.89	536.88	1,625.32	570.02	628.62	312.56	78.94	0.00	0.00	

**4**

รูปที่ ข.6 หน้าแสดงข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน

รายการผู้ใช้งาน

**5** **6**

เพิ่มจำนวนแต่ละเวลา ย้อนกลับ

ครั้งที่	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	ตัวเลือก	
mean																				

รูปที่ ข.7 หน้าแสดงข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน (ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่มีข้อมูลจำนวนก้าว)

ส่วนประกอบของหน้าแสดงข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน มีดังนี้

1. หมายเลข 1 แสดงรายละเอียดจำนวนก้าวของผู้ใช้คนนั้น ๆ

2. หมายเลข 2 ปุ่มแก้ไข ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มแก้ไข เมื่อกดปุ่มจะแสดงดังรูปที่ ข.8
3. หมายเลข 3 ปุ่มลบ ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการลบข้อมูลจำนวนก้าวของผู้ใช้ ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มลบข้อมูล
4. หมายเลข 4 แสดงรายละเอียดค่าพื้นฐานของผู้ใช้คนนั้น ๆ
5. หมายเลข 5 ปุ่มเพิ่มจำนวนก้าว ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบต้องการเพิ่มข้อมูลจำนวนก้าวในแต่ละช่วงเวลา ผู้ดูแลระบบต้องกดปุ่มเพิ่มจำนวนก้าวเพื่อเพิ่มจำนวนก้าวของผู้ใช้ เมื่อกดปุ่มจะแสดงดังรูปที่ ข.3

### แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน 1

ครั้งที่ 1:

06.00 - 06.59 :	07.00 - 07.59 :	08.00 - 08.59 :
269	425	536
09.00 - 09.59 :	10.00 - 10.59 :	11.00 - 11.59 :
933	111	836
12.00 - 12.59 :	13.00 - 13.59 :	14.00 - 14.59 :
1723	1036	836
15.00 - 15.59 :	16.00 - 16.59 :	17.00 - 17.59 :
102	206	802
18.00 - 18.59 :	19.00 - 19.59 :	20.00 - 20.59 :
779	411	146
21.00 - 21.59 :	22.00 - 22.59 :	23.00 - 23.59 :
0	0	0

2
3

**รูปที่ ข.8** หน้าแก้ไขข้อมูลจำนวนก้าวผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานมีดังนี้

1. หมายเลข 1 แสดงรายละเอียดจำนวนก้าวของผู้ใช้คนนั้น ๆ และผู้ดูแลระบบสามารถป้อนจำนวนก้าวใหม่ของผู้ใช้คนนั้น ๆ เข้าไปได้เลย

2. หมายเลข 2 ปุ่มบันทึก      ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบแก้ไขข้อมูลจำนวนก้าวของผู้ใช้ ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มบันทึก เพื่อบันทึกข้อมูลจำนวนก้าว
3. หมายเลข 3 ปุ่มบันทึก      ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบไม่ต้องการแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ สามารถกดปุ่มย้อนกลับ เพื่อกลับไปสู่หน้าหลักของผู้ดูแลระบบ

#### 1.4 หน้าแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้งาน

รูปที่ ข.8 หน้าแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานมีดังนี้

1. ผู้ดูแลระบบแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลรหัสผ่าน ในช่องหมายเลข 1
2. หมายเลข 2 ปุ่มบันทึกข้อมูล      หลังจากผู้ดูแลระบบแก้ไขข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลรหัสผ่านเรียบร้อยแล้ว ผู้ดูแลระบบจะต้องกดปุ่มบันทึกข้อมูลของผู้ใช้ เพื่อบันทึกข้อมูล
3. หมายเลข 3 ปุ่มย้อนกลับ      ในกรณีที่ผู้ดูแลระบบไม่ต้องการแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้สามารถกดปุ่มย้อนกลับ เพื่อกลับไปสู่หน้าหลักของผู้ดูแลระบบ



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล                      นางสาววภูมิ กาญจนพุดผิงค์  
 วัน เดือน ปีเกิด                    6 เมษายน พ.ศ. 2540  
 สถานที่ทำงาน                      สำนักวิทยาศาสตร์และศิลปดิจิทัล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย

ตำบลสุรนารี

อำเภอเมือง

จังหวัดนครราชสีมา

30000

ประวัติการศึกษา                    พ.ศ. 2562 วิทยาการสารสนเทศบัณฑิต  
    สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
    มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2562 - ปัจจุบัน ผู้ช่วยสอน

สำนักวิทยาศาสตร์และศิลปดิจิทัล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี