



รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง ภาษาไทย การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วย

โรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้

สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก

ภาษาอังกฤษ ABNORMAL GAIT PATTERN RECOGNITION
OF STROKE PATIENT IN INITIAL STAGE
USING SMARTPHONE AND HYBRID
CLASSIFICATION METHODS

คณะผู้วิจัย

อาจารย์ ดร. อรสา พัสตุ

อาจารย์มนรดา ศิริมงคล

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณรายได้ ปี พ.ศ. 2563

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะ
เริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก



คณะผู้วิจัย
อาจารย์ ดร. อรสา พัสตุ
อาจารย์มนรดา ศิริมงคล

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณรายได้ ปี พ.ศ. 2563

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

คำนำ

โรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) เป็นสาเหตุสำคัญของความพิการและการเสียชีวิต ก่อให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาจำนวนมาก หากได้รับการตรวจพบและสามารถได้รับการรักษาอย่างทันถ่วงทีก็สามารถช่วยรักษาชีวิตและสามารถฟื้นฟูร่างกายให้กลับมาเป็นปกติหรือใกล้เคียงคนปกติมากที่สุด การเฝ้าระวังติดตามอาการของโรคก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิต โดยเฉพาะการเฝ้าติดตามอาการชาหรืออ่อนแรงที่แขนขาซีกใดซีกหนึ่งอย่างฉับพลันและสูญเสียการทรงตัวซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งอาการสำคัญที่บ่งบอกถึงการเกิดโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาวิธีการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์สำหรับผู้สนใจมากที่สุด หากพบข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ โอกาสนี้



คณะผู้วิจัย

เมษายน 2564

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน จนงานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



คณะผู้วิจัย

เมษายน 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น โดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก ซึ่งเก็บข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟน จากนั้นทำการปรับช่วงของข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินและทำการเลือกคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่เรานำเสนอในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกมีความถูกต้องสูงสุดร้อยละ 99.40 เมื่อระบบตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดิน ระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลหรือบุคลากรทางการแพทย์เพื่อลดความเสี่ยงต่อการล้มและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้ป่วยอาศัยอยู่บ้านเพียงลำพัง

คำสำคัญ ความผิดปกติของท่าทางการเดิน โรคหลอดเลือดสมอง สมาร์ทโฟน วิธีผสมผสานหลักการจำแนก การแจ้งเตือน



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทคัดย่อ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนางานวิจัย	2
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	3
ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
โรคหลอดเลือดสมอง	4
ทฤษฎีเกี่ยวกับท่าทางการเดิน	5
เทคโนโลยีสมาร์ทโฟน	6
ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	8
เทคนิคเหมืองข้อมูล	9
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	14
ภาพรวมของระบบ	14
การติดตั้งการทดลองและกลุ่มตัวอย่าง	16
การสร้างโมเดล	17
การพัฒนาระบบต้นแบบ	24
การประเมินประสิทธิภาพของโมเดล	29
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานระบบ	43



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ชุดข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง	17
2 คุณลักษณะทั้งหมดของชุดข้อมูล	19
3 คุณลักษณะของชุดข้อมูลที่ถูกเลือกเพื่อใช้ในการสร้างโมเดล	20
4 ตารางคอนฟิวชันเมทริกซ์	29
5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลโดยใช้แต่ละหลักการจำแนก ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	30
6 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติ ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก	31



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 วงจรการเดิน	5
2 ระยะของ stance	6
3 Accelerometer Sensor	7
4 Gyroscope Sensor	8
5 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล	9
6 ภาพรวมของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก	14
7 ภาพรวมการทำงานของ การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก	15
8 การติดตั้งสมาร์ทโฟนเพื่อเก็บข้อมูล	16
9 ขั้นตอนการดำเนินงานของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก	17
10 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่า accelerometer ของท่าทางการเดินของคนปกติและไม่ปกติ	20
11 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่า gyroscope ของท่าทางการเดินของคนปกติและไม่ปกติ	20
12 การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก	21
13 โมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม	22
14 การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกด้วยเทคนิค Vote Ensemble	24
15 หน้าจอบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง	25
16 หน้าจอบันทึกท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง	26
17 หน้าจอการแจ้งเตือนการตรวจจับท่าทางการเดินผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	27
18 หน้าจอรายงานผลการตรวจจับท่าทางการเดินผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	27

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
19 หน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก	33
20 หน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลและญาติ	34
21 หน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนไปยังบุคลากรทางการแพทย์	35
ก-1 หน้าจอหลักของระบบ	44
ก-2 ลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบ	45
ก-3 หน้าจอแสดงตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันของผู้ใช้งาน	46
ก-4 หน้าจอลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ	47
ก-5 หน้าจอแจ้งเตือนสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ	48
ก-6 หน้าจอแสดงข้อความแจ้งเตือนสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ	49
ก-7 หน้าจอแสดงรายละเอียดของการแจ้งเตือนสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ	50
ก-8 หน้าจอรายงานสรุปผลการแจ้งเตือน	51
ก-9 หน้าจอลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบสำหรับบุคลากรทางการแพทย์	52
ก-10 หน้าจอแจ้งเตือนสำหรับบุคลากรทางการแพทย์	53
ก-11 หน้าจอแสดงข้อความแจ้งเตือนสำหรับบุคลากรทางการแพทย์	54
ก-12 หน้าจอแสดงรายละเอียดของการแจ้งเตือนสำหรับบุคลากรทางการแพทย์	55

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

โรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) “เป็นปัญหาทางสุขภาพและเป็นสาเหตุของความพิการและการเสียชีวิต ก่อให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาจำนวนมาก เนื่องจากเป็นปัญหาสุขภาพเรื้อรัง พบว่าอุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดสมอง มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยทุก ๆ 2 นาที จะเกิดผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรายใหม่ หรือประมาณร้อยละ 16 ของประชากรทั่วโลก และในทุก ๆ 4 นาที จะมีบุคคลเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดสมอง” [1] ซึ่งอาการสำคัญของการเกิดโรคหลอดเลือดในสมองคือการขาดครึ่งซีกและเดินเอียงผิดปกติ “ถ้ามีอาการเหล่านี้ให้รีบไปโรงพยาบาลโดยด่วน ภายใน 4 ชั่วโมงหรือเร็วกว่านั้น รวมถึงหากได้รับการรักษาอย่างทันถ่วงทีก็สามารถช่วยรักษาชีวิตและสามารถฟื้นฟูร่างกายให้กลับมาเป็นปกติหรือใกล้เคียงคนปกติมากที่สุด” [2] การเฝ้าระวังติดตามอาการของโรคก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิต โดยเฉพาะการเฝ้าติดตามอาการขาหรืออ่อนแรงที่แขนขาซีกใดซีกหนึ่งอย่างฉับพลันและสูญเสียการทรงตัวที่ถือว่าเป็นหนึ่งอาการสำคัญที่บ่งบอกถึงการเกิดโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น เพื่อลดความพิการและการเสียชีวิต ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือต้องการระบบที่สามารถตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติซึ่งแสดงอาการเบื้องต้นของโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นที่มีความแม่นยำรวมถึงสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลให้รับทราบในทันที

ปัจจุบันเทคนิคการตรวจจับอาการของโรคหลอดเลือดสมองแบ่งออกเป็น 4 เทคนิค คือ 1) video based 2) sensor based 3) brain microwave based, และ 4) integrated techniques based [3] แต่ละเทคนิคมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เลือกใช้เซ็นเซอร์ของสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อตรวจจับท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการใช้งาน มีความน่าเชื่อถือและราคาถูก ที่ผ่านมามีงานวิจัยจำนวนมากนำเสนอวิธีการตรวจจับความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองโดยใช้สมาร์ทโฟนร่วมกับเซ็นเซอร์อื่น ๆ [22-24] ยิ่งไปกว่านั้นมีการพัฒนาแอปพลิเคชัน Stroke fast track [4] เพื่อใช้ในการเรียกรถพยาบาลและให้ความรู้เรื่อง stroke กับประชาชนซึ่งแอปพลิเคชันนี้มีการผูกไว้กับศูนย์สั่งการ 1669 เมื่อเกิดอาการของโรคหลอดเลือดสมองผู้ใช้สามารถกดเรียกรถพยาบาล แต่อย่างไรก็ตามระบบยังคงไม่สามารถติดตามพฤติกรรมและอาการของผู้ป่วยและแจ้งเตือนอาการไปยังผู้ดูแลแบบทันทีทันใด เหตุผลเหล่านี้จึงกลายมาเป็นแรงจูงใจในงานวิจัยนี้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก ซึ่งเก็บข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟน จากนั้นทำการปรับช่วงของข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินและทำการเลือกคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น เมื่อระบบตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดินระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลหรือบุคลากรทางการแพทย์เพื่อลดความเสี่ยงต่อการล้มและอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้ป่วยอาศัยอยู่บ้านเพียงลำพัง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 สามารถตรวจจับความผิดปกติของท่าทางการเดินในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.3.2 สามารถแจ้งเตือนไปยังผู้เกี่ยวข้องได้แก่ ผู้ดูแลหรือบุคลากรทางการแพทย์ เมื่อผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองมีท่าทางการเดินที่ผิดปกติ

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนางานวิจัย

1.4.1 เซ็นเซอร์ของสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ใช้ในการเก็บข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2 Python ใช้สำหรับสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

1.4.3 Java ใช้สำหรับพัฒนาระบบ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการตรวจจัดทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

1.5.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

1.5.3 สร้างโมเดลตรวจจัดทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

1.5.4 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจจัดทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

1.5.5 ประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ได้โปรแกรมประยุกต์ (ระบบต้นแบบ) สำหรับตรวจจัดทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคหลอดเลือดในสมอง

“โรคหลอดเลือดสมอง คือ ภาวะที่เซลล์สมองถูกทำลาย เนื่องจากหลอดเลือดสมองตีบ อุดตันหรือแตก ซึ่งขัดขวางต่อการลำเลียงเลือดไปเลี้ยงเซลล์สมอง ทำให้เกิดอัมพฤกษ์ อัมพาต และเสียชีวิต ส่วนใหญ่ผู้สูงอายุมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดโรคหลอดเลือดในสมองได้มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ เช่น เด็กและวัยรุ่น ยิ่งไปกว่านั้นเพศชายมีโอกาสเกิดมากกว่าเพศหญิง” [5]

โรคหลอดเลือดสมองแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ [6]

1. Ischemic Stroke เป็น “ภาวะหลอดเลือดสมองตีบตัน” หรือ “ภาวะสมองขาดเลือด” ซึ่งเกิดจากการเสื่อมสภาพของหลอดเลือดเนื่องจากการสะสมของสิ่งต่าง ๆ ที่ผนังหลอดเลือด ทำให้เกิดการตีบตันจนเกิดเป็นโรคหลอดเลือดในสมอง [6]

2. Hemorrhagic Stroke เป็น “ภาวะหลอดเลือดสมองแตก” หรือ “ภาวะเลือดออกในสมอง” ซึ่งเกิดจากภาวะโป่งพองของหลอดเลือดสมอง เนื่องจากโรคประจำตัว ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเลือด โรคตับ ยารักษาโรค และ สารเสพติด [6]

3. Transient ischemic attack (TIA) เป็น “ภาวะสมองขาดเลือดชั่วคราว” ซึ่งเกิดจากสมองขาดเลือดชั่วคราว หากเกิดอาการควรรีบไปโรงพยาบาลเพื่อทำการรักษา เพื่อลดโอกาสเกิดอัมพฤกษ์ อัมพาต [6]

สาเหตุของโรคหลอดเลือดสมองเกิดจากหลายสาเหตุ [5] ได้แก่ “โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน คอเลสเตอรอลในเลือดสูง โรคอ้วน ขาดการออกกำลังกาย สูบบุหรี่และดื่มสุรา สารเสพติด หยุดหายใจขณะหลับ และหัวใจเต้นผิดปกติ”

ยิ่งไปกว่านั้นสัญญาณเตือนของการเกิดโรคหลอดเลือดสมองซึ่งสามารถพิจารณาจาก F.A.S.T [5] ประกอบด้วย 4 อาการ ดังนี้

1. สังเกตจากใบหน้าของผู้ป่วยจะมีอาการกล้มเนื้อใบหน้าอ่อนแรงทำให้มุมปากตก
2. สังเกตจากอาการแขนและขาอ่อนแรง
3. สังเกตจากการพูดซึ่งผู้ป่วยจะพูดไม่ชัด

4. สังเกตจากเวลา เมื่อเกิดอาการควรรีบไปโรงพยาบาลให้ทันภายใน 4-5 ชั่วโมง เพื่อลดโอกาสของความพิการและเพิ่มอัตราการรอดชีวิต

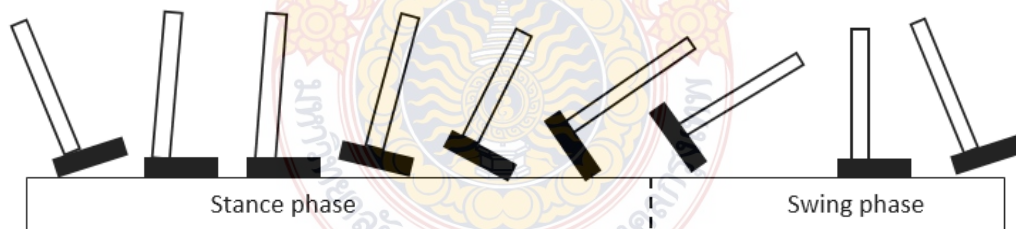
จากการพิจารณาจาก F.A.S.T สรุปว่าอาการหลัก ๆ ของการเกิดโรคหลอดเลือดสมองได้แก่ “มึนปากตก สูญเสียการทรงตัว พูดไม่ชัด มีปัญหาเรื่องของการมองเห็น และ มีอาการปวดศีรษะรุนแรง” [5]

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับท่าทางการเดิน

“การเดิน (walking) คือการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยการก้าวเท้าทีละก้าวซึ่งเท้าข้างหนึ่งจะอยู่บนพื้นเสมอ” [7]

2.2.1 ลักษณะท่าทางการเดินปกติ

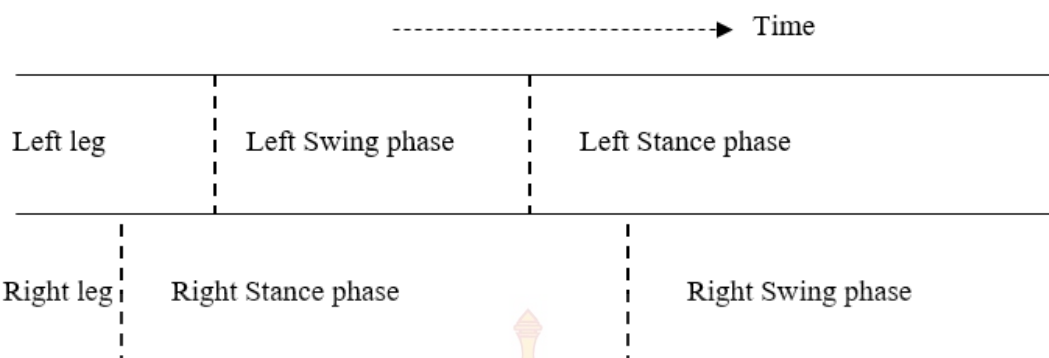
“ลักษณะของท่าทางการเดินแบบปกติซึ่งท่าทางการเดินจะต้องมีความสัมพันธ์กันของร่างกายได้แก่ สะโพก เข่า ข้อเท้าและเท้า ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ขณะเดินขาข้างหนึ่งจะรับน้ำหนัก ส่วนขาอีกข้างหนึ่งจะก้าวไปข้างหน้าสลับกันไป ซึ่งเรียกว่า วงจรการเดิน” [8] ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรการเดิน [9]

จากภาพที่ 1 วงจรการเดินแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ stance phase และ swing phase ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ [8-9]

1. Stance phase คือระยะที่เท้าสัมผัสพื้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 60 ของวงจรการเดินทั้งหมด [8] ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระยะของ stance [8]

จากภาพที่ 2 ระยะของ stance แบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ 1. ระยะเริ่มต้นเป็นช่วงเริ่มต้นของวงจรการเดินซึ่งเท้าทั้ง 2 ข้าง มีการสัมผัสพื้นพร้อมกัน 2. ระยะเริ่มก้าวเป็นช่วงที่เท้าของขาข้างหนึ่งยกพ้นพื้นและขาอีกข้างหนึ่งรับน้ำหนักตัวทั้งหมด 3. ระยะสิ้นสุดเป็นช่วงที่เท้าเริ่มกลับมาสัมผัสพื้นอีกครั้ง [8]

2. Swing phase คือระยะที่ยกเท้าขึ้นพ้นจากพื้นซึ่งคิดเป็นร้อยละ 40 ของวงจรการเดินทั้งหมด [8]

2.1.2 ลักษณะท่าทางการเดินที่ผิดปกติ

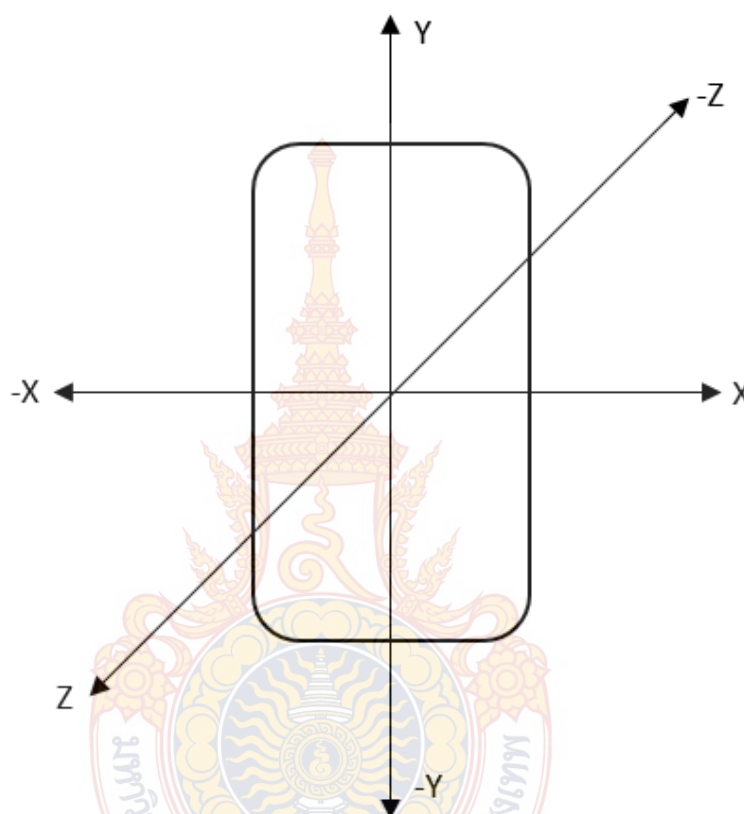
“ลักษณะท่าทางการเดินที่ผิดปกติคือ ท่าทางการเดินที่ผิดปกติซึ่งเกิดจากอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น กระดูก ข้อ กล้ามเนื้อ และโรคทางระบบประสาท ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ระบบประสาทรับรู้สัมผัสผิดปกติ และการมองเห็นผิดปกติ” [10-12]

2.3 เทคโนโลยีสมาร์ทโฟน

“สมาร์ทโฟน (Smartphone) หมายถึง โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งถือว่าเป็นคอมพิวเตอร์พกพาที่เชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสามารถของโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น” [13-15]

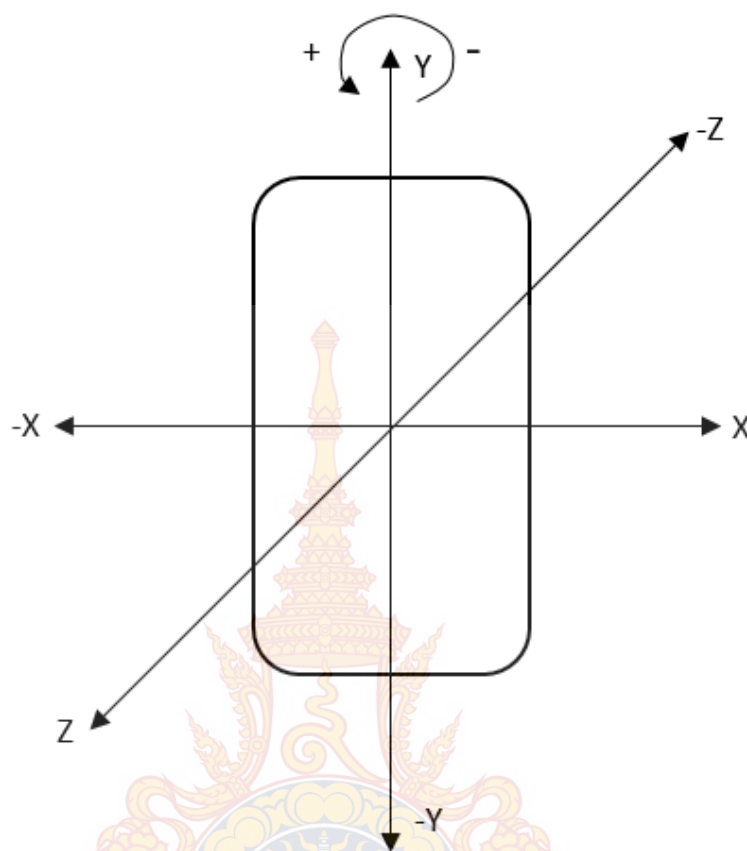
องค์ประกอบของเซ็นเซอร์ (Sensor) บนสมาร์ทโฟน ประกอบด้วย 9 รูปแบบ คือ Accelerometer Sensor, Light Sensor, Orientation Sensor, Proximity Sensor, Temperature Sensor, Gyroscope Sensor, Sound Sensor, Magnetic Sensor, และ Pressure Sensor [16] ซึ่งแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

1. Accelerometer Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจวัดการเคลื่อนไหวและการเอียงของสมาร์ทโฟน ซึ่งตรวจจับ 3 แกน ได้แก่ แกน X,Y,Z ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 Accelerometer Sensor [16]

2. Light Sensor เป็นเซ็นเซอร์วัดความเข้มของแสงของหน้าจอ
3. Orientation Sensor เป็นเซ็นเซอร์สำหรับปรับมุมมองของหน้าจอ
4. Proximity Sensor เป็นเซ็นเซอร์วัดระยะห่างระหว่างผู้ใช้กับสมาร์ทโฟน
5. Temperature Sensor เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
6. Gyroscope Sensor เป็นเซ็นเซอร์วัดการหมุนของสมาร์ทโฟน ซึ่งตรวจจับ 3 แกน ได้แก่ แกน X,Y,Z ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 Gyroscope Sensor [16]

7. Sound Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับเสียงของสมาร์ทโฟน
8. Magnetic Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
9. Pressure Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงกด

2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

“ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถูกพัฒนาโดย Andy Rubin เมื่อปี พ.ศ 2546 ต่อมาบริษัทกูเกิ้ลเข้ามาซื้อกิจการ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อนำมาใช้เป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพาซึ่งมีถือคือเครื่องแรกที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์คือ T-Mobile G1 โดยใช้แอนดรอยด์รุ่น 1.1” [17]

โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

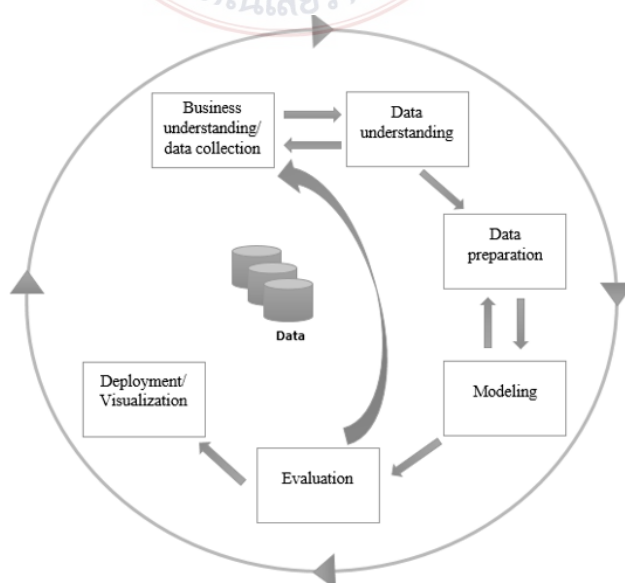
โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [18] ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ Applications, Application Framework, Libraries, Android Runtime, และ Linux Kernel ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. Applications คือส่วนของโปรแกรมสำหรับใช้งาน
2. Application Framework คือส่วนของ Framework สำหรับพัฒนาโปรแกรม
3. Libraries คือส่วนของชุดคำสั่ง
4. Android Runtime คือส่วนของ Dalvik Virtual Machine ซึ่งใช้สำหรับแปลงไฟล์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และ core libraries ซึ่งรวบรวมคำสั่งที่สำคัญของโปรแกรม
5. Linux Kernel คือส่วนของการจัดการ driver ต่าง ๆ ของระบบปฏิบัติการ

2.5 เทคนิคเหมืองข้อมูล

“เหมืองข้อมูล คือ การค้นพบองค์ความรู้ (Knowledge) จากข้อมูลที่มีขนาดใหญ่โดยการสกัดเอาสิ่งที่น่าสนใจออกมา (Insight) หรือการวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาเป็นองค์ความรู้หรือรูปแบบ (Pattern) เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา” [19, 35]

ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล [20, 35] ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ Data collection, Data understanding, Data preparation, Modeling, Evaluation, และ Visualization ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล [19]

จากภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1) Data collection เป็นวิธีการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง
- 2) Data understanding เป็นส่วนของการเข้าใจลักษณะของข้อมูล
- 3) Data preparation เป็นส่วนของการเตรียมข้อมูลก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์
- 4) Modeling เป็นส่วนของการสร้างโมเดล
- 5) Evaluation เป็นส่วนของการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล
- 6) Visualization เป็นส่วนของการนำเสนอผลลัพธ์ของโมเดล

เทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

รูปแบบของหลักการจำแนกมีหลากหลายประเภทดังนี้

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) [19, 35-37] “เป็นการเน้นให้คอมพิวเตอร์ทำงานเลียนแบบสมองมนุษย์ด้วยการประมวลผลข้อมูลจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นโครงสร้างขึ้นมา โครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการสร้างโมเดลเพื่อการแก้ไขปัญหา เนื่องจากมีความทนทานต่อชุดข้อมูลที่มีค่าผิดพลาด และมีความแม่นยำสูง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับหลายปัญหาเช่น การรู้จำเสียง การจดจำลายมือ และการรู้จำใบหน้า เป็นต้น”

ซับพอตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) [21, 35-37] “เป็นหลักการใหม่ซึ่งใช้ในการจำแนกข้อมูลแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นพื้นฐานการคำนวณของซับพอตเวกเตอร์แมชชีนเป็นการคำนวณเส้นแบ่งไฮเปอร์เพลนในการแบ่งแยกคลาสซึ่งใช้มาร์จินระหว่าง 2 คลาสที่สูงในการแบ่ง”

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree: DT) [19, 35-37] “เป็นการสร้างต้นไม้ตัดสินใจที่มีพื้นฐานมาจากวิธีการเลือกคุณลักษณะว่าคุณลักษณะไหนที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดจะถูกเลือกมาเป็นโหนดรากเริ่มต้นซึ่งตัวนี้เรียกว่าจินีเอนเด็กซ์จากนั้นทำการหาคุณลักษณะถัดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเมื่อทุกข้อมูลในโหนดนั้นเป็นคลาสเดียวกัน หรือ ทุกข้อมูลในโหนดนั้นมีค่าของคุณลักษณะเหมือนกัน การสร้างต้นไม้ก็จะหยุดลง ในการหาความสัมพันธ์ของคุณลักษณะนี้จะใช้ตัววัด ที่เรียกว่าอินฟอร์เมชันเกน”

ยิ่งไปกว่านั้นวิธีผสมผสานหลักการจำแนกแบ่งออกเป็น 3 เทคนิค [19] ดังนี้

1. Vote Ensemble “เป็นการใช้เทรนนิ่ง ดาต้า (training data) ชุดเดียวกันแต่สร้างโมเดลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลต่าง ๆ กัน เช่น การสร้างโมเดลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ชับพอตเว็กเตอร์แมชชีน และ ต้นไม้ตัดสินใจกับชุดข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด” [19]
2. Bootstrap Aggregating (Bagging) “เป็นการสุ่มเทรนนิ่ง ดาต้า (training data) ให้เป็นหลายชุด แต่สร้างโมเดลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเดียวกันทั้งหมด เช่น การสร้างโมเดลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมทุกโมเดลกับชุดข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด” [19]
3. Random Forest “เป็นเทคนิคที่คล้าย ๆ กับ Bagging แต่แทนที่จะสุ่มข้อมูลอย่างเดียวก็ทำการสุ่มเลือกแอตทริบิวต์หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ออกมาเป็นหลายๆ ชุด และสร้างโมเดลด้วยเทคนิค Decision Tree หลาย ๆ ต้น” [19]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยจำนวนมากที่นำเสนอวิธีการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมอง Majumder et al. [22] นำเสนอระบบตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองโดยใช้หลักการ IoT ซึ่งใช้เซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟนและเซ็นเซอร์ที่ติดไว้ที่รองเท้า โดยตรวจจับจากแรงกดของส้นเท้าเวลาเดิน หากระบบตรวจพบท่าทางการเดินที่ผิดปกติ ระบบจะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบเพื่อป้องกันการล้มที่อาจจะเกิดขึ้นตามมา เช่นเดียวกัน Snehasri and Swamy [23] นำเสนอระบบวิเคราะห์ท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองโดยใช้หลักการ IoT ซึ่งใช้เซ็นเซอร์ของสมาร์ทโฟนและเซ็นเซอร์ที่ติดไว้ที่รองเท้า หากระบบตรวจพบท่าทางการเดินที่ผิดปกติระบบจะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบซึ่งระบบมีประโยชน์ในการช่วยฟื้นฟูท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมอง

Capela et al. [24] นำเสนอระบบติดตามการดำเนินกิจกรรมของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองโดยใช้เซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟนได้แก่ accelerometer และ gyroscope ซึ่งข้อมูลจะถูกนำมาใช้สร้างโมเดลโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจในการจำแนกกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองได้แก่ การยืน การนั่ง การนอน และการเดิน ระบบสามารถตรวจจับกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องร้อยละ 94

ยิ่งไปกว่านั้นมีการนำเสนอวิธีการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก Huan et al. [25] นำเสนอวิธีการตรวจจับท่าทางการเดินด้วยวิธีการแบบใหม่โดยใช้

ข้อมูล accelerometer ของสมาร์ทโฟนซึ่งใช้ feature ที่มีอยู่เดิม และ feature ใหม่ที่นำเสนอโดยใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงของ velocity และ acceleration มาใช้ในการสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติโดยใช้ Multiple Scale Voting” [25] ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอมีความถูกต้องร้อยละ 98.54

Sebastian et al. [26] นำเสนอวิธีการตรวจจับการเดินที่ไม่สมดุลของโรคชราวัยไม่เท่ากัน โดยใช้ wireless เซ็นเซอร์เพื่อวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นดินของเซ็นเซอร์วัดความดันที่สวมใส่ไว้ในพื้นรองเท้าจากการเดิน ซึ่ง 13 metrics ถูกสกัดจาก 9 กลุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์ linear discriminant เพื่อนำมาใช้ในการสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกซึ่งใช้เทคนิค AdaBoost Tree เพื่อจำแนกระหว่างการเดินปกติและโรคชราวัยไม่เท่ากัน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถตรวจจับได้อย่างถูกต้องถึงร้อยละ 89.9 และมีค่า false positive rate และ sensitivity ร้อยละ 3.9 และ 83.6 ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ท่าทางการเดินที่ผิดปกติเพื่อฟื้นฟูอาการของท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองแบบ post-stroke Khoo et al. [27] นำเสนอระบบตรวจสอบท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองแบบ post stroke โดยใช้เซ็นเซอร์ติดที่รองเท้า ระบบจะคำนวณพารามิเตอร์ของท่าทางการเดิน ได้แก่ gait time, swing time, and stance time ของแต่ละขา เพื่อตรวจสอบท่าทางการเดินของผู้ป่วย จากการทดลองผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจจับท่าทางการเดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Mannini et al. [28] นำเสนอวิธีการตรวจจับท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองแบบ post stroke โดยใช้เซ็นเซอร์ accelerometer และ gyroscope ที่ติดไว้ที่หน้าแข้งและเอวของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งทำการสกัดข้อมูลโดยใช้ HMM และใช้เวลาและความถี่ของการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณข้อมูลเพื่อนำมาสร้างโมเดลโดยใช้ SVM ซึ่งใช้ majority vote เพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุดจากการทดลองผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถตรวจจับได้อย่างถูกต้องร้อยละ 90.5

Zhang et al. [29] นำเสนอวิธีการประเมินท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองแบบ post stroke โดยใช้ 3D accelerometer ติดไว้ที่กึ่งกลางของหลัง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถประเมินท่าทางการเดินได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการฟื้นฟูท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองแบบ post stroke

Qiu et al. [30] นำเสนอวิธีการตรวจจับท่าทางการเดินเพื่อฟื้นฟูท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองโดยให้ผู้ผู้ป่วยสวมใส่เซ็นเซอร์ จากการทดลองผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพสำหรับนำมาใช้งาน

Li et al. [31] นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองแบบ Hemiparetic โดยการเปรียบเทียบหลากหลายวิธีการจำแนกได้แก่ SVM, DT, KNN, และ MLP เพื่อจำแนกท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมองแบบ Hemiparetic และคนปกติ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า KNN สามารถวิเคราะห์ท่าทางการเดินได้อย่างถูกต้องถึงร้อยละ 94



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

บทนี้อธิบายถึงวิธีการดำเนินงานของงานวิจัยการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกซึ่งประกอบด้วย ภาพรวมของระบบ การติดตั้งการทดลองและกลุ่มตัวอย่าง การสร้างโมเดล การพัฒนาระบบต้นแบบ และการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลดังนี้

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก ดังแสดงในภาพที่ 6



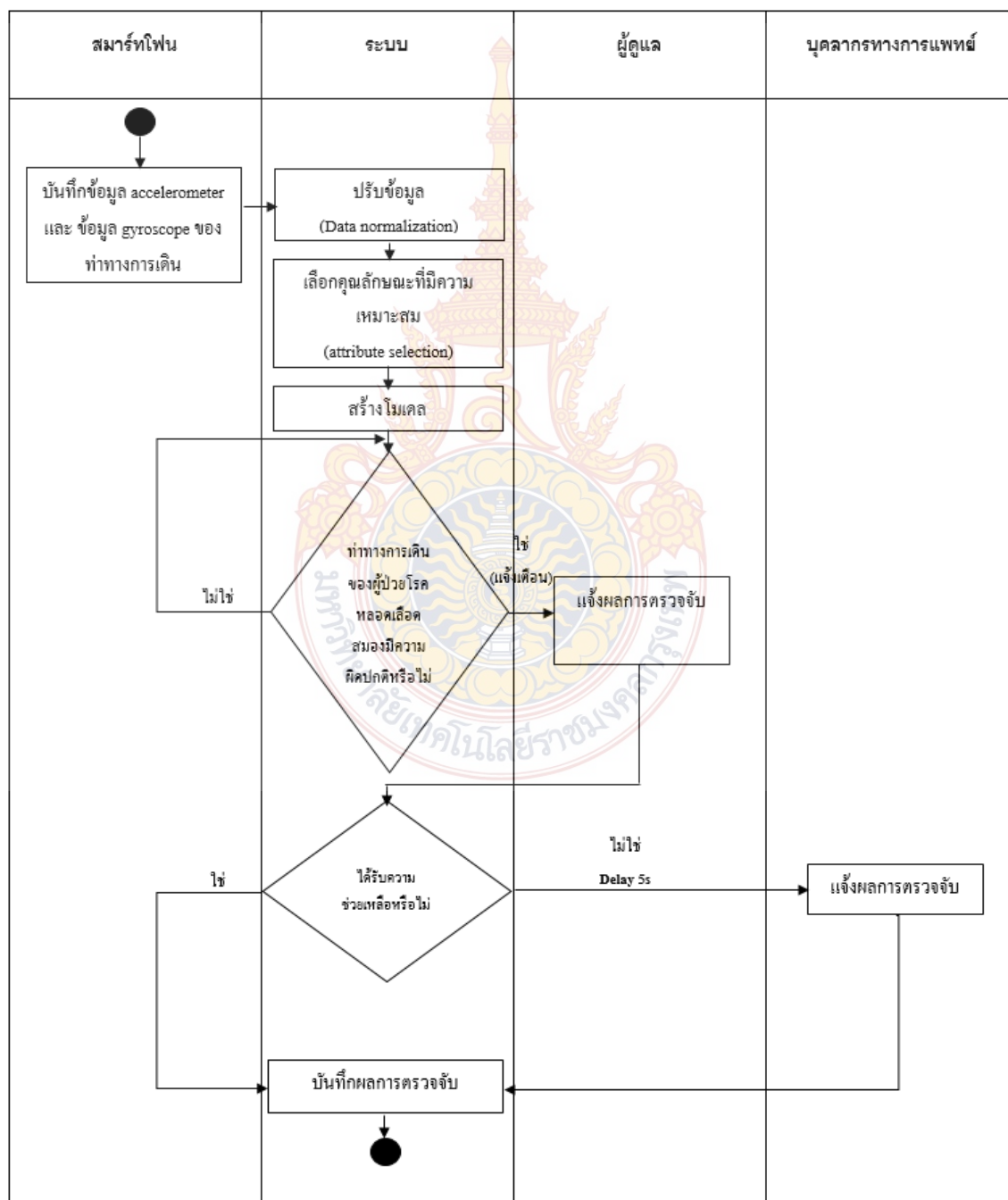
ภาพที่ 6 ภาพรวมของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก

จากภาพที่ 6 แสดงภาพรวมของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก เริ่มต้นเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟนทำการอ่านและบันทึกข้อมูล accelerometer และ ข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินที่มีการสวมใส่สมาร์ทโฟนบนต้นขาของกลุ่มตัวอย่าง หากระบบตรวจพบท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น ระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้เกี่ยวข้องได้แก่ ผู้ดูแล

หรือบุคลากรทางการแพทย์ เพื่อรับรู้ถึงความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยที่เกิดขึ้นเพื่อให้ความช่วยเหลือเบื้องต้นและนำตัวส่งโรงพยาบาลได้ทันเวลา ถึงแม้ว่าผู้ดูแลจะไม่ได้อยู่ใกล้ชิดกับผู้ป่วย

ยิ่งไปกว่านั้นภาพรวมการทำงานของการทำงานของตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก ดังแสดงในภาพที่

7



ภาพที่ 7 ภาพรวมการทำงานของการทำงานของตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก

จากภาพที่ 7 แสดงภาพรวมการทำงานของ การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก เริ่มต้นบันทึกข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินโดยใช้เซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟน จากนั้นข้อมูลถูกนำมาปรับช่วงของข้อมูล (Data transformation) และทำการเลือกคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมเพื่อนำมาสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น เมื่อระบบตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดิน ระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลหรือญาติ หากผู้ป่วยไม่ได้รับความช่วยเหลือจากผู้ดูแล ระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยังบุคลากรทางการแพทย์ สุดท้ายผลการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นจะถูกบันทึกเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

3.2 การติดตั้งการทดลองและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยมีจำนวนทั้งหมด 10 คน คือ ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดสมองแบบชั่วคราว (Transient ischemic attack) ที่มีการเดินผิดปกติ และกลุ่มตัวอย่างที่มีการเดินไม่ผิดปกติ อายุ 55 ± 10 ปี (น้ำหนัก 75 ± 35 กิโลกรัม และ ส่วนสูง 165 ± 15 เซนติเมตร) กลุ่มละ 5 คนเท่ากัน โดยทำการเก็บข้อมูลการเดินของกลุ่มตัวอย่างที่เดินปกติ คนละ 5 วินาที/ครั้ง เป็นระยะทางประมาณ 3 เมตร จำนวนทั้งหมด 20 ครั้ง และทำการเก็บข้อมูลการเดินของกลุ่มตัวอย่างที่เดินผิดปกติคนละ 5 วินาที/ครั้ง เป็นระยะทางประมาณ 3 เมตร จำนวนทั้งหมด 5 ครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับนำมาใช้ในการสร้างโมเดลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ซึ่งทำการทดลอง ณ ห้องทดลอง ที่มีการจัดเตรียมสถานที่ให้มีความปลอดภัยต่อกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ไม่มีพื้นลื่นและไม่มีสิ่งกีดขวางเป็นต้น โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่ต้นขาของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การติดตั้งสมาร์ทโฟนเพื่อเก็บข้อมูล

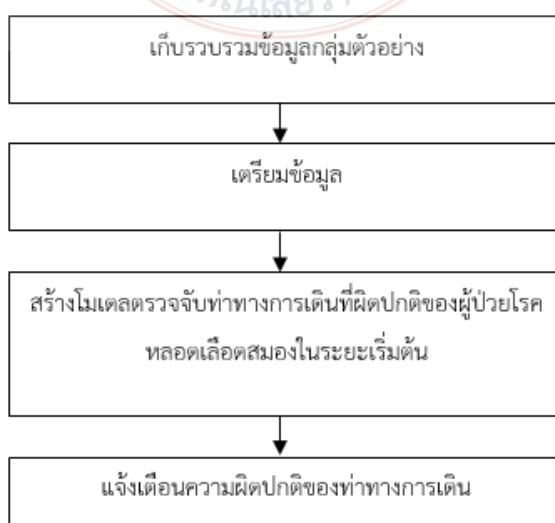
จากภาพที่ 8 แสดงการติดตั้งสมาร์ทโฟนเพื่อเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า accelerometer (แกน X,Y,Z) และข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า gyroscope (แกน X,Y,Z) ของท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 23,316 แถว (ข้อมูลท่าทางการเดินปกติ 16,890 แถว และข้อมูลท่าทางการเดินที่ผิดปกติ 6,426 แถว) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชุดข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลท่าทางการเดินปกติ	ข้อมูลท่าทางการเดินที่ผิดปกติ
(5 คน/20 ครั้ง) 16,890 แถว	(5 คน/3 ครั้ง) 6,426 แถว

3.3 การสร้างโมเดล

การสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือกลุ่มตัวอย่าง การเตรียมข้อมูล และการสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการดำเนินงานของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก

จากภาพที่ 9 ขั้นตอนการดำเนินงานของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ กลุ่มตัวอย่าง การเตรียมข้อมูล และการสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 กลุ่มตัวอย่าง

จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ถูกอธิบายไว้ในหัวข้อ 3.2 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า accelerometer (แกน X,Y,Z) และข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า gyroscope (แกน X,Y,Z) ของท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 23,316 แถว (ข้อมูลท่าทางการเดินปกติ 16,890 แถว และข้อมูลท่าทางการเดินที่ผิดปกติ 6,426 แถว)

3.3.2 การเตรียมข้อมูล

เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการสร้างโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูง ต้องมีการเตรียมข้อมูลซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.2.1 การแปลงข้อมูล (data transformation)

จากการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 10 คน (ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดสมองแบบชั่วคราวที่มีการเดินผิดปกติและกลุ่มตัวอย่างที่มีการเดินไม่ผิดปกติ) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า accelerometer (แกน X,Y,Z) และข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า gyroscope (แกน X,Y,Z) ของท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 23,316 แถว (ข้อมูลท่าทางการเดินปกติ 16,890 แถว และข้อมูลท่าทางการเดินที่ผิดปกติ 6,426 แถว) ข้อมูลที่ได้รับของแต่ละคนมีรูปแบบและ scale ช่วงของข้อมูลที่หลากหลายเพื่อปรับช่วงของข้อมูลให้อยู่ในช่วงเดียวกันเพื่อง่ายต่อการประมวลผล ดังนั้นเราจึงนำข้อมูลมาทำการปรับช่วงขอบเขตของข้อมูลโดยใช้ min-max normalization [19, 35] ให้อยู่ในช่วง [0,1] ดังสมการที่ 1

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

X คือ ข้อมูลของเรคคอร์ดที่สนใจ

$\min(x)$ คือค่าต่ำสุดของข้อมูลทั้งหมด

$\max(x)$ คือค่าสูงสุดของข้อมูลทั้งหมด

3.3.2.2 การคัดเลือกคุณลักษณะ (select attribute)

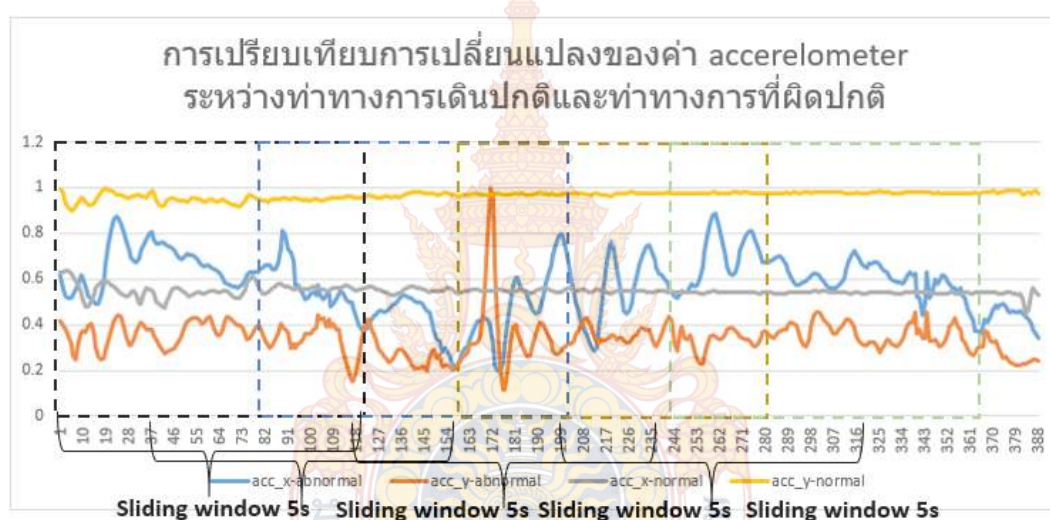
หลังจากทำการปรับช่วงของข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า accelerometer (แกน X,Y,Z) และข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับอ่านค่า gyroscope (แกน X,Y,Z) ของท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ min-max normalization แล้ว จากนั้นเราจะทำการทดลองเพื่อเลือกตัวแทนของคุณลักษณะ (attribute) ที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการสร้างโมเดล โดยใช้หลักการในการเลือกคุณลักษณะ (attribute) ของ InfoGainAttributeEval [32, 37] และเลือกใช้ method คือ Ranker [33] ซึ่งมีการกำหนดคุณลักษณะ (attribute) ทั้งหมด 6 คุณลักษณะ ได้แก่ ข้อมูล Accelerometer (แกน X,Y,Z) และ ข้อมูล Gyroscope (แกน X,Y,Z) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการประมวลผลพบว่า มี 4 คุณลักษณะ ที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของโมเดล ได้แก่ ข้อมูล Accelerometer (แกน X และ Y) และ ข้อมูล Gyroscope (แกน X และ Y) ซึ่งได้รับจำนวนของคุณลักษณะทั้งหมด 4 คุณลักษณะ สำหรับนำไปใช้ในการสร้างโมเดล ดังแสดงในตารางที่ 3 และในการประมวลผลเราทำการ sliding window ทุก ๆ 5 วินาที (โดยมีการเลื่อนไปข้างหน้า 3 วินาทีและเก็บข้อมูลย้อนหลังอีก 2 วินาทีก่อนหน้านี้) เพื่ocalculationค่าการเปลี่ยนแปลงของแกน X และ Y ของ ข้อมูล Accelerometer และ ข้อมูล Gyroscope ของท่าทางการเดินปกติและท่าทางการเดินที่ไม่ปกติจากวงจรการเดิน [8-9] ดังแสดงในภาพที่ 10 และ 11

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทั้งหมดของชุดข้อมูล

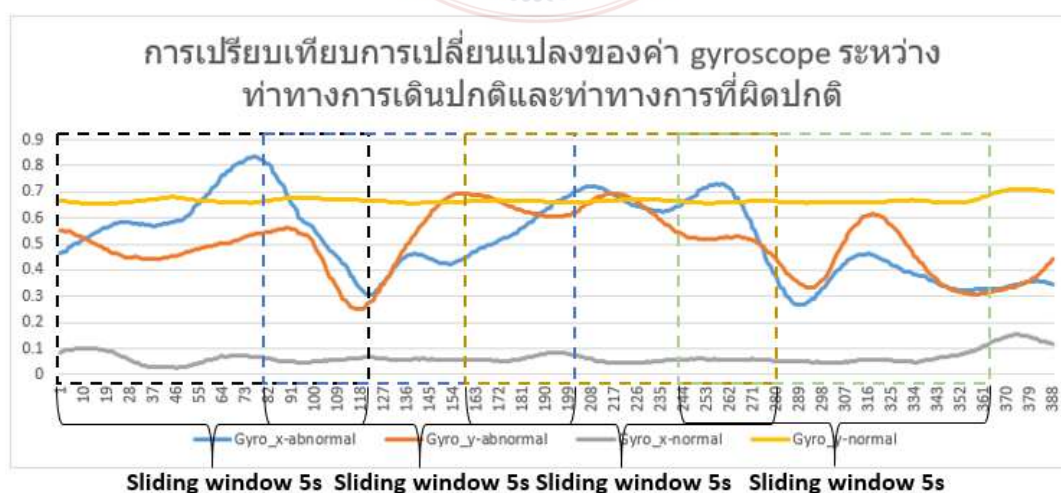
คุณลักษณะ	ความหมาย
Accelerometer_x	ความเร่งแกน x
Accelerometer_y	ความเร่งแกน y
Accelerometer_z	ความเร่งแกน z
Gyroscope_x	การหมุนแกน x
Gyroscope_y	การหมุนแกน y
Gyroscope_z	การหมุนแกน z

ตารางที่ 3 คุณลักษณะของชุดข้อมูลที่ถูกเลือกเพื่อใช้ในการสร้างโมเดล

คุณลักษณะ	ความหมาย
Accelerometer_x	ความเร่งแกน x
Accelerometer_y	ความเร่งแกน y
Gyroscope_x	การหมุนแกน x
Gyroscope_y	การหมุนแกน y



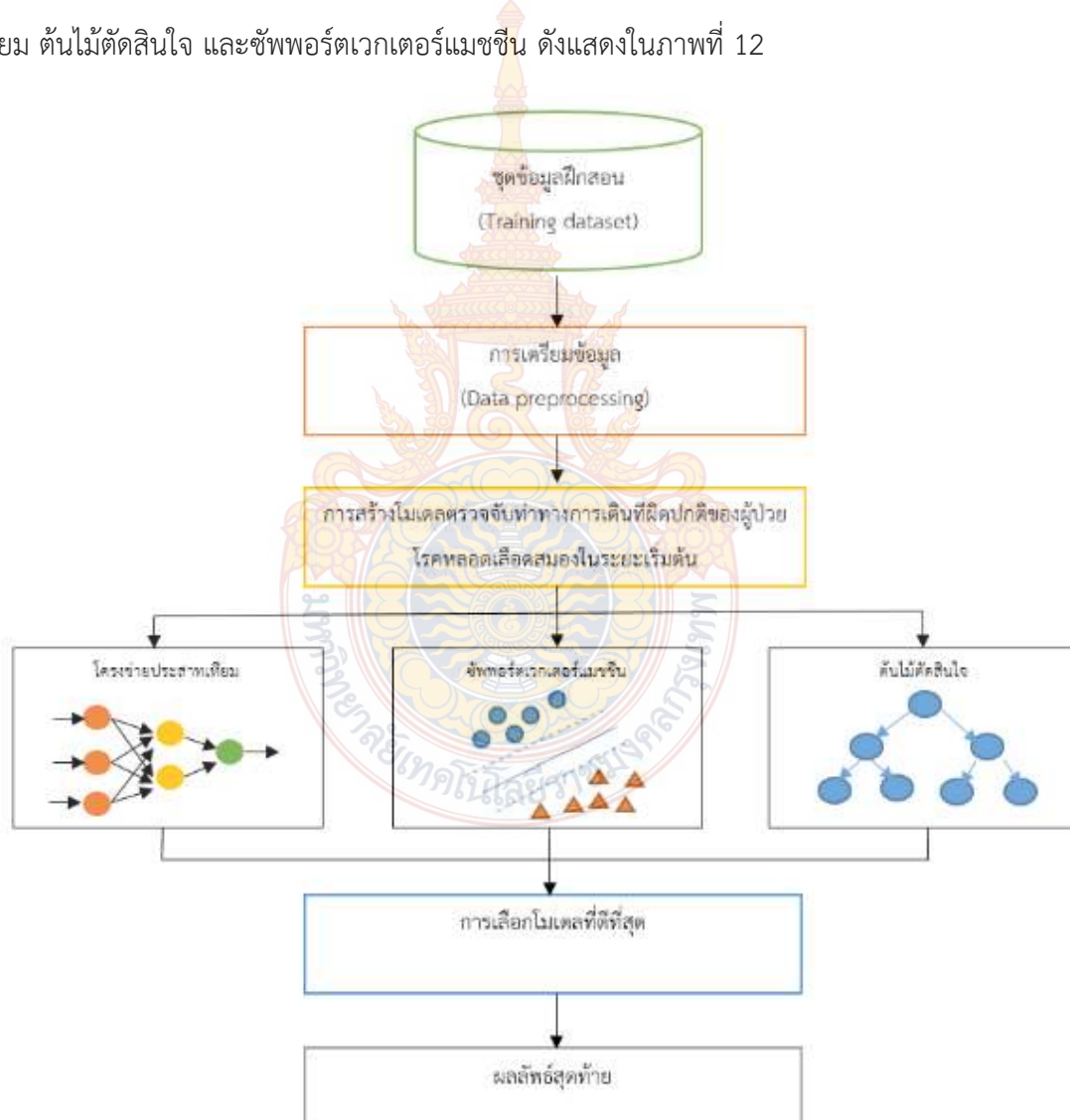
ภาพที่ 10 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่า accelerometer ของท่าทางการเดินของคนปกติและไม่ปกติ



ภาพที่ 11 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่า gyroscope ของท่าทางการเดินของคนปกติและไม่ปกติ

3.2.3 การสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก

หลังจากที่มีการเตรียมข้อมูลซึ่งถูกอธิบายในขั้นตอนที่ 3.2.2 เราจะใช้ข้อมูลจำนวนทั้งหมด 23,316 แถว ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูล accelerometer (แกน X และ Y) และข้อมูล gyroscope (แกน X และ Y) ของท่าทางการเดินปกติ (16,890 แถว) และท่าทางการเดินที่ผิดปกติ (6,426 แถว) มาสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกซึ่งประกอบด้วย 3 หลักการจำแนก ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ดังแสดงในภาพที่ 12

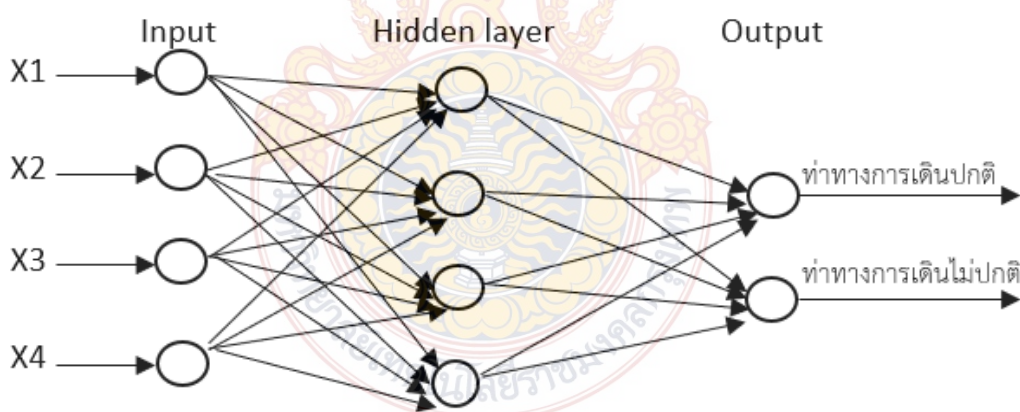


ภาพที่ 12 การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก

จากภาพที่ 12 แสดงขั้นตอนการสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก โดยมีการฝึกสอน

และการทดสอบโมเดลด้วยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation) [37] และมีการกำหนดพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) [19, 35-37] “เป็นการเน้นให้คอมพิวเตอร์ทำงานเลียนแบบสมองมนุษย์ด้วยการประมวลผลข้อมูลจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นโครงสร้างขึ้นมา โครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการสร้างโมเดลเพื่อการแก้ไขปัญหาเนื่องจากมีความทนทานต่อชุดข้อมูลที่มีค่าผิดพลาด และมีความแม่นยำสูง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับหลายปัญหาเช่น การรู้จำเสียง การจดจำลายมือ และการรู้จำใบหน้า เป็นต้น” [19] โดยมีการกำหนดพารามิเตอร์ดังนี้ กำหนดค่าข้อมูลเข้า มีค่าเท่ากับ 4 (อัตราการเร่งของแกน X อัตราการเร่งของแกน Y การหมุนของการเดินของแกน X และ การหมุนของการเดินของแกน Y) ข้อมูลออก มีค่าเท่ากับ 2 (ท่าทางการเดินปกติและท่าทางการเดินไม่ปกติ) เลเยอร์ซ่อนมีค่าเท่ากับ 3 โหนด อัตราการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.3 และ โมเมนตัมมีค่าเท่ากับ 0.2 ดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 โมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

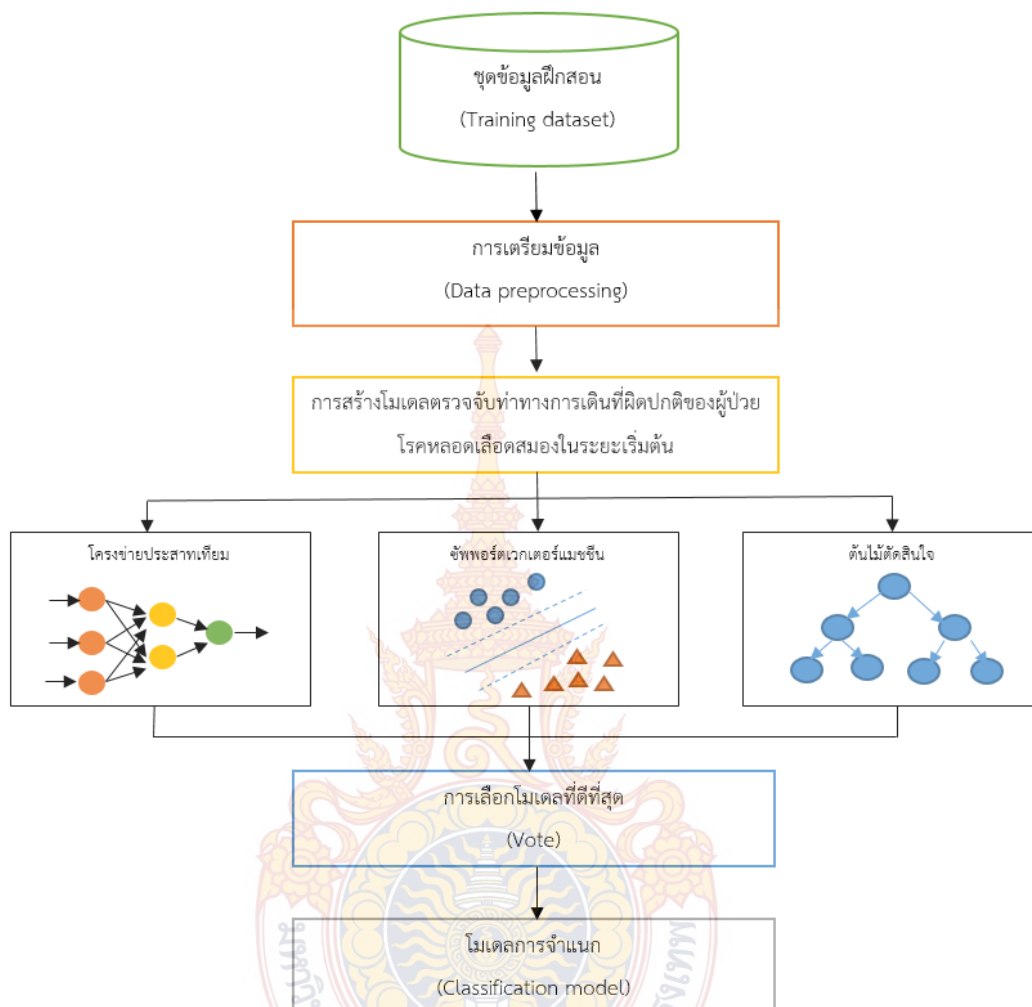
จากภาพที่ 13 แสดงโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยมีการฝึกสอนและการทดสอบโมเดลด้วยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine:SVM) [21, 35-37] “เป็นหลักการใหม่ซึ่งใช้ในการจำแนกข้อมูลแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นพื้นฐานการคำนวณของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเป็นการคำนวณเส้นแบ่งไฮเปอร์เพลนในการแบ่งแยกคลาสซึ่งใช้มาร์จินระหว่าง 2 คลาสที่สูงในการแบ่ง” [21] โดยมีการกำหนดพารามิเตอร์คือกำหนดค่าข้อมูลเข้า มีค่าเท่ากับ 4 (อัตราการเร่งของแกน

X อัตราการเร่งของแกน Y การหมุนของการเดินของแกน X และ การหมุนของการเดินของแกน Y) ข้อมูลออก มีค่าเท่ากับ 2 (ท่าทางการเดินปกติและท่าทางการเดินไม่ปกติ) และกำหนด kernel function เป็น poly kernel โดยมีการฝึกสอนและการทดสอบโมเดลด้วยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation)

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree: DT) [19, 35-37] “เป็นการสร้างต้นไม้ตัดสินใจที่มีพื้นฐานมาจากวิธีการเลือกคุณลักษณะว่าคุณลักษณะไหนที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดจะถูกเลือกมาเป็นโน้ตแรกเริ่มต้นซึ่งตัววัดนี้เรียกว่าจินีเอนเด็กซ์ จากนั้นทำการหาคุณลักษณะถัดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเมื่อทุกข้อมูลในโน้ตนั้นเป็นคลาสเดียวกัน หรือ ทุกข้อมูลในโน้ตนั้นมีค่าของคุณลักษณะเหมือนกัน การสร้างต้นไม้ก็จะหยุดลง ในการหาความสัมพันธ์ของคุณลักษณะนี้จะใช้ตัววัด ที่เรียกว่า อินฟอร์เมชันเกน” [19] โดยมีการกำหนดพารามิเตอร์คือ กำหนดค่าข้อมูลเข้า มีค่าเท่ากับ 4 (อัตราการเร่งของแกน X อัตราการเร่งของแกน Y การหมุนของการเดินของแกน X และ การหมุนของการเดินของแกน Y) ข้อมูลออก มีค่าเท่ากับ 2 (ท่าทางการเดินปกติและท่าทางการเดินไม่ปกติ) โดยมีการฝึกสอนและการทดสอบโมเดลด้วยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation)

วิธีผสมผสานหลักการจำแนก (Hybrid classification method) เป็นเทคนิคที่ใช้หลาย ๆ หลักการจำแนกมาช่วยในการหาคำตอบ เพื่อเพิ่มความถูกต้องและปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้หลักการจำแนกตัวเดียว (individual classifier) ซึ่งเทคนิควิธีผสมผสานหลักการจำแนกแบ่งออกเป็น 3 เทคนิค [19] คือ “1. Vote Ensemble เป็นการใช้เทรนนิ่ง ดาต้า (training data) ชุดเดียวกันแต่สร้างโมเดลด้วยเทคนิคต่าง ๆ กัน 2. Bootstrap Aggregating (Bagging) เป็นการสุ่มเทรนนิ่ง ดาต้า (training data) ให้เป็นหลายชุด แต่สร้างโมเดลด้วยเทคนิคเดียวกันทั้งหมด และ 3. Random Forest เป็นเทคนิคที่คล้าย ๆ กับ Bagging แต่แทนที่จะสุ่มข้อมูลอย่างเดียวกั้ทำการสุ่มเลือกแอตทริบิวต์หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ออกมาเป็นหลายๆ ชุด และสร้างโมเดลด้วยเทคนิค Decision Tree หลาย ๆ ต้น” [19] งานวิจัยนี้ทำการสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกด้วยเทคนิค Vote Ensemble ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกด้วยเทคนิค Vote Ensemble

จากภาพที่ 14 กำหนดพารามิเตอร์ของวิธีผสมผสานหลักการจำแนกด้วยเทคนิค Vote Ensemble คือการใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และต้นไม้ตัดสินใจ และใช้ combination rule เป็น Majority voting โดยมีการฝึกสอนและการทดสอบโมเดลด้วยการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน (10-fold cross validation)

3.4 การพัฒนาระบบต้นแบบ

การพัฒนาระบบต้นแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การออกแบบหน้าจอและการพัฒนาระบบดังนี้

3.4.1 การออกแบบหน้าจอของระบบ

การออกแบบหน้าจอของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการบันทึกทำทางการเดินของกลุ่มตัวอย่างและส่วนของการแจ้งเตือนผลการตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1.1 หน้าจอบันทึกทำทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง

หน้าจอบันทึกทำทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน้าจอบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างและหน้าจอบันทึกทำทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 15-16

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล:

อายุ: ปี

เพศ:

ที่อยู่:

เบอร์โทรศัพท์:

ข้อมูลทางการแพทย์

กรุ๊ปเลือด:

น้ำหนัก:

ส่วนสูง:

BMI:

โรคประจำตัว:

แพทย์:

โรงพยาบาลที่รับการรักษาปัจจุบัน:

ชื่อบุคลากรที่สามารถติดต่อได้สะดวก:

เบอร์โทรของบุคลากรที่สามารถติดต่อได้สะดวก:

ภาพที่ 15 หน้าจอบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

วันที่: 99/99/9999

ชื่อผู้ป่วย: XXX XXX

ข้อมูล accelerometer:

X:

Y:

Z:

ข้อมูล gyroscope:

X:

Y:

Z:

ภาพ

แผนที่

ภาพที่ 16 หน้าจอบันทึกท่าทางการเดินของกลุ่มตัวอย่าง

3.4.1.2 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือน

หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนและรายงานผลการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติผ่าน
สมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ดังแสดงในภาพที่ 17-18

ชื่อผู้ป่วย: XXX XXXX

วันเวลาที่ตรวจพบ: 99/99/9999

จำนวนครั้งที่ตรวจพบ/เดือน:

พบอาการล่าสุดเมื่อ:

ภาพที่ 17 หน้าจอการแจ้งเตือนการตรวจจับทำทางการเดินผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

วันเวลาที่ตรวจพบ	ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วย	ผู้ที่กดรับทราบ	ผู้ให้ความช่วยเหลือ

ภาพที่ 18 หน้าจอรายงานผลการตรวจจับทำทางการเดินผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.4.2 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (ระบบต้นแบบ) สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นสามารถพัฒนาโดยใช้อัลกอริทึมดังนี้

ข้อมูลเข้า: Accelerometer (X, Y, Z) และ Gyroscope (X, Y, Z)
 ข้อมูลออก: ผลการตรวจจับท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น (ปกติ หรือ ไม่ปกติ) เริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 1 รับข้อมูล Accelerometer (X, Y, Z) และ Gyroscope (X, Y, Z) ของท่าทางการเดินจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟน

ขั้นตอนที่ 2 เตรียมข้อมูลก่อนนำไปประมวลผล

ขั้นตอนที่ 2.1 นำข้อมูลมาปรับ (Data normalization)

ขั้นตอนที่ 2.2 เลือกคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการสร้างโมเดล

ขั้นตอนที่ 3 สร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจจับท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นว่ามีความผิดปกติหรือไม่

ขั้นตอนที่ 4.1 หากตรวจพบความผิดปกติ ระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแล

ขั้นตอนที่ 4.2 หากผู้ป่วยยังไม่ได้ได้รับความช่วยเหลือ ระบบจะแจ้งเตือนไปยังบุคลากรทางการแพทย์

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกผลการแจ้งเตือนการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

จบการทำงาน

จากอัลกอริทึมข้างต้นเริ่มต้นระบบรับข้อมูล Accelerometer (X, Y, Z) และ Gyroscope (X, Y, Z) ของท่าทางการเดินจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟน จากนั้นทำการเตรียมข้อมูลโดยการปรับช่วงของข้อมูลและเลือกคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการสร้างโมเดล ถัดมาทำการสร้างโมเดลเพื่อตรวจจับท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก หากระบบตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดิน ระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลทันที จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบว่าผู้ป่วยได้รับการช่วยเหลือหรือยัง หาก

ผู้ป่วยยังไม่ได้ได้รับความช่วยเหลือ โดยมีการหน่วงเวลาทุก ๆ 5 วินาที ระบบจะแจ้งเตือนไปยังบุคลากรทางการแพทย์เพื่อขอความช่วยเหลือในทันที เมื่อจบทุกขั้นตอนระบบจะทำการบันทึกผลการแจ้งเตือนเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

3.5 การประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลคำนวณจากค่าในตารางคอนฟิวชันเมทริกซ์ ดังตารางที่ 4 [19, 37] โดยประเมินประสิทธิภาพของโมเดลด้วย 4 ตัวชี้วัดได้แก่ ความถูกต้อง (accuracy) ความเที่ยงตรง (precision) การเรียกกลับ (recall) และ F-measure ดังสมการที่ 2-5 [19]

ตารางที่ 4 ตารางคอนฟิวชันเมทริกซ์ [19, 37]

	ผลจริง	จริง	เท็จ
ผลทำนาย			
จริง		TP	FP
เท็จ		FN	TN

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FN+TN+FP} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

$$F - measure = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (5)$$

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

คณะผู้วิจัยนำเสนอผลการดำเนินงานของงานวิจัยการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกซึ่งผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

4.2 ผลการดำเนินงานของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

4.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

การสร้างโมเดลตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซึ่งทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละหลักการจำแนกด้วย 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ ความถูกต้อง (accuracy) ความเที่ยงตรง (precision) การเรียกกลับ (recall) และ F-measure ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลโดยใช้แต่ละหลักการจำแนก ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

	วิธีการที่เรานำเสนอ			ข้อมูลท่าทางการเดินที่ผิดปกติของเราและข้อมูลท่าทางการเดินที่ปกติของ Anguita et al. [34] โดยใช้วิธีการที่เรานำเสนอ		
	โครงข่ายประสาทเทียม	ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	ต้นไม้ตัดสินใจ	โครงข่ายประสาทเทียม	ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	ต้นไม้ตัดสินใจ
Accuracy	99.31 %*	99.00 %	99.17%	98.69 %*	98.21%	98.54%
Precision	0.993	0.990	0.992	0.987	0.982	0.985
Recall	0.993	0.990	0.992	0.987	0.982	0.985

F-measure	0.993	0.990	0.992	0.987	0.981	0.985
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

*มีค่าความถูกต้องมากที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้แต่ละหลักการจำแนก พบว่าโมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความถูกต้องมากกว่าเทคนิคอื่น ๆ ถึงร้อยละ 99.31 รองลงมาโมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้องร้อยละ 99.17 และโมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีค่าความถูกต้องร้อยละ 99.00 แต่อย่างไรก็ตามการใช้หลักการจำแนกแบบตัวเดียว (individual classifier) ยังคงมีข้อผิดพลาดในการตรวจจับบางกรณี ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่ผู้ป่วยโน้มตัวไปด้านหน้าหรือด้านข้าง ซึ่งระบบมีการตรวจพบว่ามีค่าความผิดปกติของท่าทางการเดินและมีการส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลเป็นต้น ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาเรื่องของค่าความถูกต้องและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับจากการใช้หลักการจำแนกแบบตัวเดียวที่มีข้อผิดพลาดในการตรวจจับ ดังนั้นเราจึงนำเสนอวิธีการตรวจจับโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก

	Vote Ensemble (โครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และต้นไม้ตัดสินใจ)	ข้อมูลท่าทางการเดินที่ผิดปกติของเราและข้อมูลท่าทางการเดินที่ปกติของ Anguita et al. [34] โดยใช้วิธีการที่เราแนะนำ
Accuracy	99.40 %	98.74 %
Precision	0.994	0.987
Recall	0.994	0.987
F-measure	0.994	0.987

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกของ 3 หลักการจำแนก ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนซึ่งใช้เทคนิคการ Vote Ensemble พบว่า โมเดลตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะ

เริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกด้วยเทคนิค Vote Ensemble (โครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และ ต้นไม้ตัดสินใจ) สามารถตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นด้วยค่าความถูกต้องร้อยละ 99.40 ดังนั้นโมเดลนี้จึงถูกนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

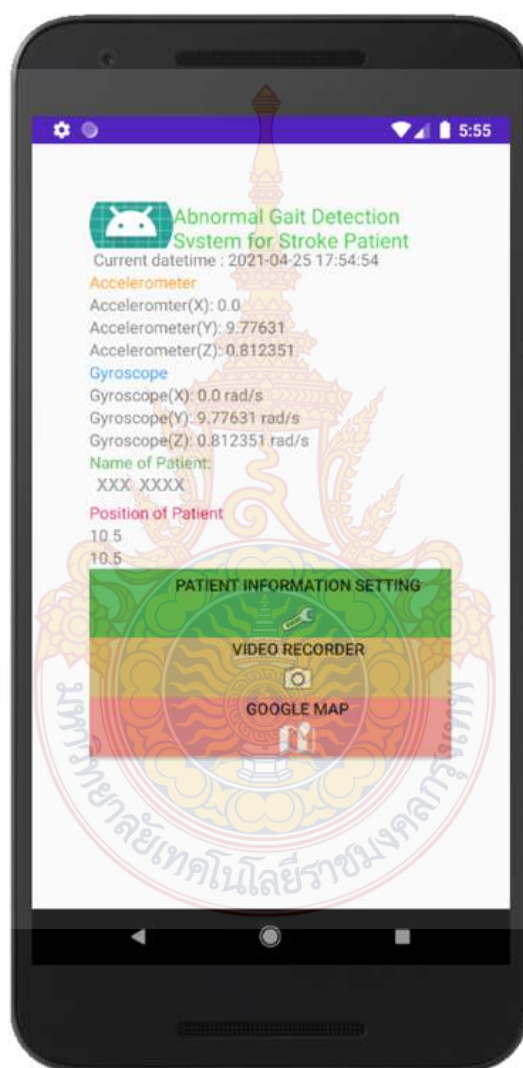
ยิ่งไปกว่านั้นเพื่อลดปัญหาเรื่องของความเอนเอียง (bias) ของข้อมูลและโมเดลที่เรานำเสนอ เราได้มีการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลที่เรานำเสนอกับชุดข้อมูลของ Anguita et al. [34] ซึ่งข้อมูลมีทั้งหมด 2,947 แถว ประกอบด้วย 6 กิจกรรมได้แก่ การเดิน การขึ้นบันได การเดินลงบันได การนั่ง การยืน และการนอน โดยทำการสวมใส่สมาร์ตโฟนไว้บนเอวของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้รับค่าของข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของ 3 แกน (X,Y,Z) โดยทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน แต่อย่างไรก็ตามเราได้นำเอาข้อมูลของ Anguita et al. [34] มาเฉพาะกิจกรรมของท่าทางการเดินเท่านั้น (ข้อมูลท่าทางการเดินที่ปกติ) จำนวนทั้งหมด 496 แถว เพื่อนำมาใช้ในการสร้างโมเดลโดยใช้วิธีการที่เรานำเสนอร่วมกับข้อมูลความผิดปกติของท่าทางการเดินของเราซึ่งสร้างโมเดลโดยใช้แต่ละหลักการจำแนก ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 5 จากผลการทดลองพบว่าโมเดลที่เรานำเสนอยังคงมีประสิทธิภาพในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ด้วยค่าความถูกต้องร้อยละ 98.69 และประสิทธิภาพในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีค่าความถูกต้องร้อยละ 98.54 และ 98.21 ตามลำดับ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียม ยังคงมีค่าความถูกต้องมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลักการจำแนกตัวอื่น ๆ นอกจากนี้เราได้มีการประเมินผลประสิทธิภาพของโมเดลโดยใช้วิธีการผสมผสานหลักการจำแนกของ 3 หลักการจำแนกได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซึ่งใช้เทคนิคการ Vote Ensemble ดังแสดงในตารางที่ 6 ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่เรานำเสนอยังคงมีประสิทธิภาพสำหรับนำไปใช้งานซึ่งมีค่าความถูกต้องร้อยละ 98.74 ดังนั้นสรุปว่าวิธีการที่เรานำเสนอยังคงมีประสิทธิภาพสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับข้อมูลอื่น ๆ

4.2 ผลการดำเนินงานของการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก

โปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน้าจอหลักของระบบและหน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนดังนี้

4.2.1 หน้าจอหลักของระบบ

หน้าจอหลักของระบบเป็นการแสดงโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก ดังแสดงในภาพที่ 19



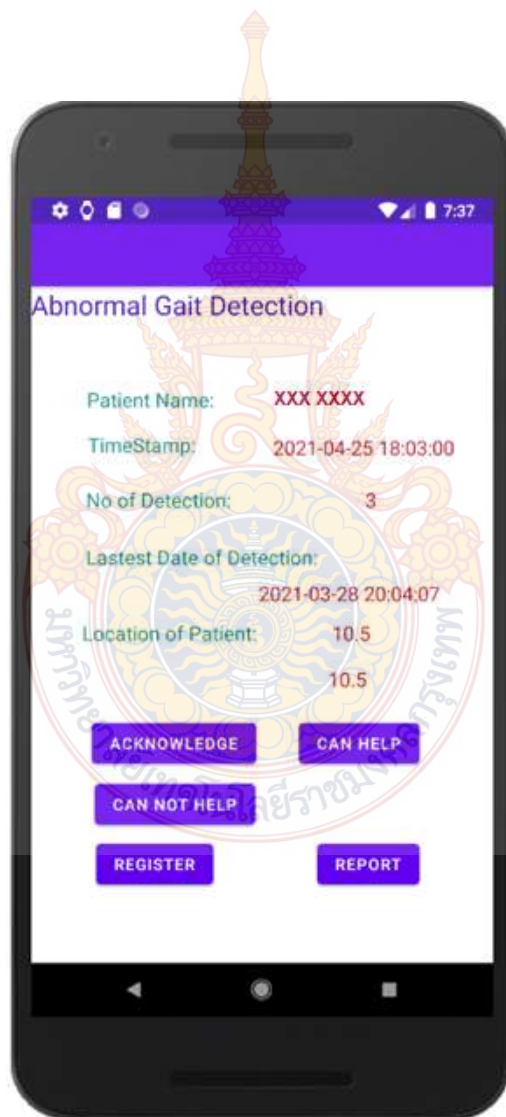
ภาพที่ 19 หน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนก

จากภาพที่ 19 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกซึ่งแสดงรายละเอียดของผู้ป่วยได้แก่ วันและเวลาปัจจุบันที่ระบบตรวจพบ ข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟน (ได้แก่ ข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดิน) และชื่อของผู้ป่วย ยิ่งไปกว่านั้นผู้ป่วยสามารถใช้งานระบบโดยการสมัครสมาชิก และหากผู้ป่วยต้องการบันทึก

วิดีโอขณะดำเนินชีวิตประจำวันก็สามารถทำการบันทึกวิดีโอเพื่อเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม และผู้ป่วยสามารถเรียกดูตำแหน่งปัจจุบันที่ตนเองอาศัยอยู่ปัจจุบันได้เช่นกัน

4.2.2 หน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือน

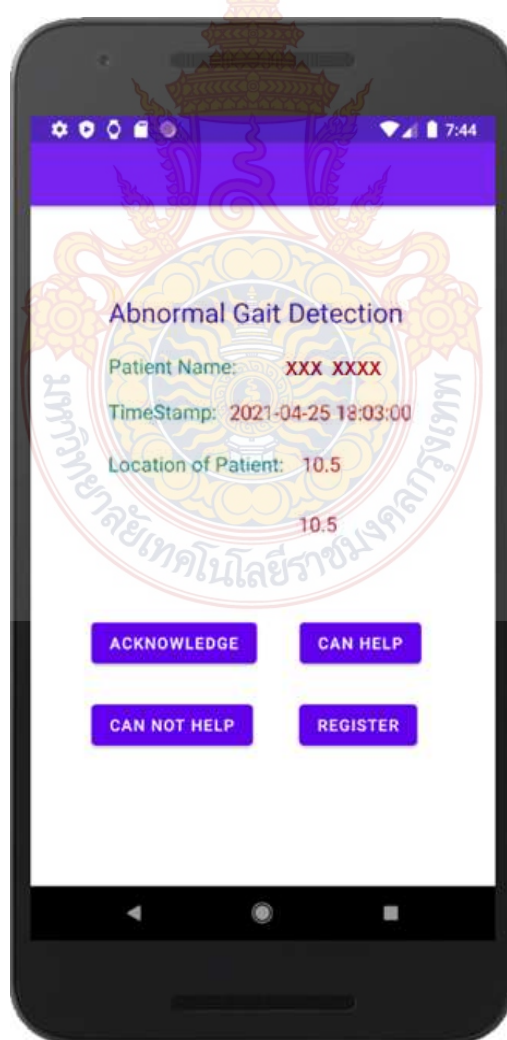
หากระบบตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น ระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ดูแล ญาติ และบุคลากรทางการแพทย์ ดังแสดงในภาพที่ 20-21



ภาพที่ 20 หน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลและญาติ

จากภาพที่ 20 แสดงผลการแจ้งเตือนความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วย เมื่อระบบมีการตรวจพบ โดยระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลและญาติที่มีการลงทะเบียนไว้ ซึ่งจะมีการแจ้งเตือนผ่านข้อความได้แก่ ชื่อผู้ป่วย วันและเวลาที่ตรวจพบ จำนวนครั้งที่เคยตรวจพบ วันและเวลาครั้ง

ล่าสุดที่เคยตรวจพบ และตำแหน่งพิกัดที่อยู่ที่ตรวจพบผู้ป่วย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์สำหรับแพทย์เพื่อนำไปใช้ในการวินิจฉัยและทำการรักษาต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นผู้ดูแลสามารถใช้ระบบนี้เพื่อรับรู้เหตุการณ์และให้ความช่วยเหลือต่อผู้ป่วยได้ทันเวลาถึงแม้ว่าจะไม่ได้อยู่ใกล้ชิดกับผู้ป่วย ณ ขณะเกิดเหตุการณ์ เนื่องจากเมื่อระบบมีการตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วย ผู้ดูแลสามารถได้รับทราบและหากพร้อมให้ความช่วยเหลือก็สามารถกดปุ่มว่าจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือทำให้ญาติและคนอื่น ๆ ในครอบครัวได้รับทราบ นอกจากนี้ผู้ดูแลสามารถเรียกดูสรุปผลการแจ้งเตือนแต่อย่างไรก็ตามหากผู้ดูแลและญาติไม่สามารถให้ความช่วยเหลือ ระบบจะทำการส่งการแจ้งเตือนไปยังบุคลากรทางการแพทย์ที่มีการลงทะเบียนเพื่อขอรับการแจ้งเตือนไว้ ดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 หน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนไปยังบุคลากรทางการแพทย์

จากภาพที่ 21 แสดงการแจ้งเตือนความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วย เมื่อระบบมีการตรวจพบไปยังบุคลากรทางการแพทย์



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนก ซึ่งเก็บข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟน จากนั้นทำการปรับช่วงของข้อมูล accelerometer และข้อมูล gyroscope ของท่าทางการเดินและทำการเลือกคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการสร้างโมเดลโดยใช้วิธีผสมผสานหลักการจำแนกได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่เรานำเสนอในการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกมีค่าความถูกต้องสูงสุดร้อยละ 99.40 ยิ่งไปกว่านั้นระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลหรือบุคลากรทางการแพทย์เพื่อลดความเสี่ยงต่อการล้มและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้ป่วยอาศัยอยู่บ้านเพียงลำพัง ยิ่งไปกว่านั้นเพื่อลดปัญหาเรื่องของความเอนเอียง (bias) ของข้อมูลและโมเดลที่เรานำเสนอ เราได้มีการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลที่เรานำเสนอกับชุดข้อมูลท่าทางการเดินที่ปกติของ Anguita et al. [34] และข้อมูลท่าทางการเดินที่ผิดปกติของเรา ผลการทดลองพบว่าการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสานหลักการจำแนกมีค่าความถูกต้องร้อยละ 98.74 แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่เรานำเสนอยังคงมีประสิทธิภาพสำหรับนำไปประยุกต์ใช้งาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยพบว่าในอนาคตควรเพิ่มจำนวนของกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ค่าความถูกต้องมีเพิ่มมากขึ้นและวางแผนในการพัฒนาระบบให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นเพื่อสามารถนำไปใช้งานจริงต่อไป

บรรณานุกรม

- [1] World stroke Organization, Available at: <https://www.world-stroke.org/world-stroke-day-campaign/world-stroke-day/previous-world-stroke-days/world-stroke-day-2016>, accessed 18 April 2020.
- [2] ศูนย์โรคหลอดเลือดสมองโรงพยาบาลศิริราช, สถานการณ์ปัจจุบันของโรคหลอดเลือดสมอง. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=1256>. (วันที่สืบค้น 25 มกราคม 2563).
- [3] Patsadu O. , 2018, “ Survey of technologies for stroke symptom detection: techniques and tools” , In Proc. 6th CreTech International conference, pp. 124-130.
- [4] Fast Track (Stroke KKU), Available at: <https://apps.apple.com/th/app/fast-track-stroke-kku/id1049234277?l=th>, accessed 11 February 2020.
- [5] STROKE โรคหลอดเลือดสมองสัญญาณเสี่ยงโรคอัมพฤกษ์ อัมพาต. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://www.sikarin.com/content/detail/131/stroke>. (วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2563).
- [6] แพทย์หญิงพรณวลัย ผดุงวณิชย์กุล, โรคหลอดเลือดสมอง (stroke), อายุรศาสตร์สาขาศรีสาธาวิทยา. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: http://www.med.nu.ac.th/dpMed/fileKnowledge/106_2017-08-19.pdf. (วันที่สืบค้น 27 มิถุนายน 2563).
- [7] World health organization. International of classification of functioning, disability and health: ICF; 2001.
- [8] Michael Whittle. “Gait analysis: an introduction”, 4th edition. Philadelphia: Elsevier; 2006.
- [9] รศ. นพ. สยาม ทองประเสริฐ, “การฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีปัญหาการเดินที่ผิดปกติ”, ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- [10] John D Hsu; John W Michael; John R Fisk; American Academy of Orthopaedic Surgeons. “AAOS atlas of orthoses and assistive devices”, 4th edition. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2008.
- [11] ดลยา พรหมแก้ว, อนุญญาแย้มอุบล, วิไลรัตน์ แสนสุข, พิพัฒน์ อมตฉายา, ทิวาพร ทวีวรรณกิจ, สุกัลยา อมตฉายา, “ลักษณะการเดินของผู้ที่มีสุขภาพดีขณะเดินบนพื้นแข็งและพื้นนุ่มที่มีระดับความหนาระดับต่างๆ,” วารสารกายภาพบำบัด, ปีที่ 39 ฉบับที่ 2, หน้า 77-84, 2560.
- [12] Adolfo M. Bronstein, Thomas Brandt, Marjorie H. Woollacott, and John G. Nutt. “Clinical disorder of balance, posture and gait”, 2nd edition. London: Arnold; 2004.
- [13] สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2561), สรุปผลที่สำคัญ สํารวจการมี การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน.[ออนไลน์]. สืบค้นจาก:
http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/ด้านCT/เทคโนโลยีในครัวเรือน/2561/ict61-สรุปผลที่สำคัญ_Q1.pdf (วันที่สืบค้น 11 กุมภาพันธ์ 2563).
- [14] ศุภศิลา กุลจิตต์เจือวงศ์, “โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ ทศวรรษใหม่ของนวัตกรรม การสื่อสารแห่งอนาคต,” Veridian E-Journal, SU Vol.6 No. 1 January-April, หน้า 132-142, 2013.
- [15] พิชยา วัฒนชนกุล และวาสนา ผิวชม.(2560). พฤติกรรมและปัจจัยการใช้สมาร์ทโฟนในกลุ่มวัยรุ่น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- [16] ThaiMobileCenter. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก:
<https://www.thaimobilecenter.com/article-2557/understanding-sensors-on-mobile-phone-and-smartphone.asp> (วันที่สืบค้น 2 กุมภาพันธ์ 2563).
- [17] ระบบปฏิบัติการ ANDROID และ IOS. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก:
<https://sites.google.com/site/luknamuic/home/rabb-ptibati-kar-1> (วันที่สืบค้น 28 กุมภาพันธ์ 2563).
- [18] สถาปัตยกรรมของ Android. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก:
https://sites.google.com/site/android74886468/home/sthapatykrmm-khxng-android_ (วันที่สืบค้น 11 กุมภาพันธ์ 2563).

- [19] Han, J. and Kamber M. "Data Mining Concepts and Techniques", Morgan Kaufmann Publishers, Third Edition, 2011.
- [20] Tan, P., Steinbach, M., and Kumar, V. "Introduction to Data Mining". Pearson Education, Limited, International Edition, 2014.
- [21] Hamel, L.H. "Knowledge Discovery with Support Vector Machines", Hardcover, John Wiley & Sons, Inc, 2009.
- [22] AKM Jahangir A. Majumder, Yosuf ElSaadany, Mohammed ElSaadany, Donald R. Ucci, and Farzana Rahman, "A Wireless IoT System Towards Gait Detection in Stroke Patients," In Proc. IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops), pp.1-6, 2017.
- [23] K. Snehasri and N V Raghava Swamy, "Gait Detection in Stoke Patients is Based On A Wireless IOT System," International Journal of Management, Technology and Engineering, Vol. 8, Issue IX, pp. 584-587, 2018.
- [24] N. A. Capela, E. D. Lemaire, N. Baddour, M. Rudolf, N. Goljar, and H Burge, "Evaluation of a smartphone human activity recognition application with able-bodied and stroke participants", Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation Vol.13, No. 5, pp. 1-10, 2016.
- [25] Zhan Huan, Xuejie Chen, Shiyun Lv, and Hongyang Geng, "Gait Recognition of Acceleration Sensor for Smart Phone Based on Multiple Classifier Fusion," Mathematical Problems in Engineering, Vol. 2019, pp. 1-18, 2019.
- [26] Sebastian Márquez J, Roozbeh Atri, Masudur R Siddiquee, Connie Leung and Ou Bai, "A Mobile, Smart Gait Assessment System for Asymmetry Detection Using Machine Learning-Based Classification," Journal of Biomedical Engineering and Medical Devices, Vol.3, No. 2, pp. 1-8, 2018.

- [27] I-Hung Khoo, Panadda Marayong, Vennila Krishnan, Michael Balagtas, Omar Rojas, and Katherine Leyba, "Real-time biofeedback device for gait rehabilitation of post-stroke patients," *Biomed. Eng. Lett*, Vol. 7, pp. 287–298, 2017.
- [28] Andrea Mannini, Diana Trojaniello, Andrea Cereatti, and Angelo M. Sabatini, "A Machine Learning Framework for Gait Classification Using Inertial Sensors: Application to Elderly, Post-Stroke and Huntington's disease Patients," *sensors*, Vol. 16, 134, pp.1-14, 2016.
- [29] Wei Zhang, Matthew Smuck, Catherine Legault, Ma A. Ith, Amir Muaremi, and Kamiar Aminian, "Gait Symmetry Assessment with a Low Back 3D Accelerometer in Post-Stroke Patients," *Sensors* 2018, Vol.18, No. 3322, pp.1-12, 2018.
- [30] Sen Qiu, Zhelong Wang, Hongyu Zhao, Long Liu, and Yongmei Jiang, "Using Body-Worn Sensors for Preliminary Rehabilitation Assessment in Stroke Victims with Gait Impairment," *Digital Object Identifier*, Vol. 6, pp. 31249-31258, 2018.
- [31] Mengxuan Li, Shanshan Tian, Linlin Sun and Xi Chen, "Gait Analysis for Post-Stroke Hemiparetic Patient by Multi-Features Fusion Method," *Sensors*, Vol. 19, No. 1737, pp.1-11, 2019.
- [32] Class InfoGainAttributeEval, Available at:
<https://weka.sourceforge.io/doc.dev/weka/attributeSelection/InfoGainAttributeEval.html>, accessed 11 February 2020.
- [33] Class Ranker, Available at:
<https://weka.sourceforge.io/doc.dev/weka/attributeSelection/Ranker.html>, accessed 11 February 2020.
- [34] Davide Anguita, Alessandro Ghio, Luca Oneto, Xavier Parra and Jorge L. Reyes-Ortiz., "A Public Domain Dataset for Human Activity Recognition Using

Smartphones”, In Proc. 21st European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning, ESANN 2013. Bruges, Belgium, pp. 24-26, 2013.

- [35] สายชล สินสมบูรณ์ทอง, “การทำเหมืองข้อมูล เล่ม 1: การค้นหาความรู้จากข้อมูล,” พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง, จามจุรีโปรดักส์, กรุงเทพฯ, 2560.
- [36] อรพิน ประวัติดิวิสุทธิ, “Python สำหรับ Data Science Data Visualization และ Machine Learning,” โปรวิชั่น, กรุงเทพฯ, 2564.
- [37] กอบเกียรติ สระอุบล, “เรียนรู้ Data Science และ AI: Machine Learning ด้วย Python,” หสม มีเดีย เนทเวิร์ค, กรุงเทพฯ, 2563.



ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานระบบต้นแบบการตรวจจับทำทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วย
โรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นโดยใช้สมาร์ทโฟนและวิธีผสมผสาน

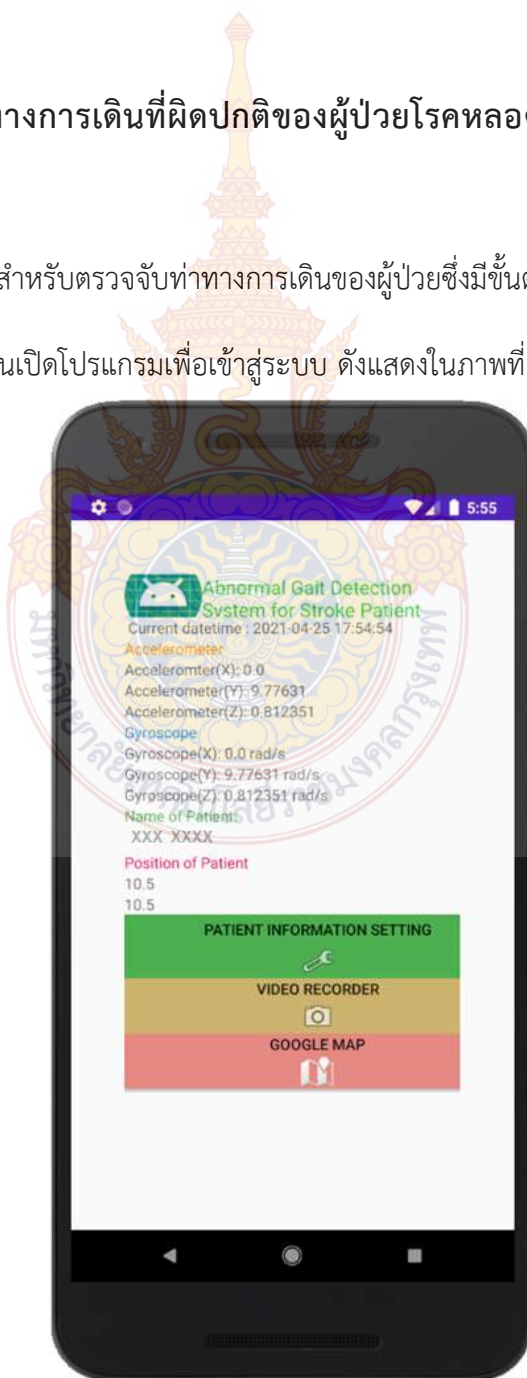
หลักการจำแนก

ระบบต้นแบบสำหรับตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น ระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ และระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ ซึ่งมีรายละเอียดการใช้งานระบบดังนี้

1. ระบบตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้น

ระบบนี้ถูกนำมาใช้สำหรับตรวจจับท่าทางการเดินของผู้ป่วยซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานระบบดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้งานเปิดโปรแกรมเพื่อเข้าสู่ระบบ ดังแสดงในภาพที่ ก-1



ภาพที่ ก-1 หน้าจอหลักของระบบ

จากภาพที่ ก-1 แสดงหน้าจอหลักของระบบ ซึ่งแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ระบบสามารถตรวจจับ ยิ่งไปกว่านั้นผู้ใช้สามารถบันทึกภาพสภาพแวดล้อมภายในบ้านขณะดำเนินชีวิตประจำวัน หากผู้ใช้งานต้องการเข้าใช้งานระบบ ผู้ใช้งานสามารถลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบซึ่งกรอกข้อมูลรายละเอียดเบื้องต้น ดังแสดงในภาพที่ ก-2

Abnormal Gait detection System

Patient Information:

XXX XXXX

30

Male

Bangkok

99999999

Medical Information:

A

60

160

20.5

Stroke

BKK

XXXX XXXXX

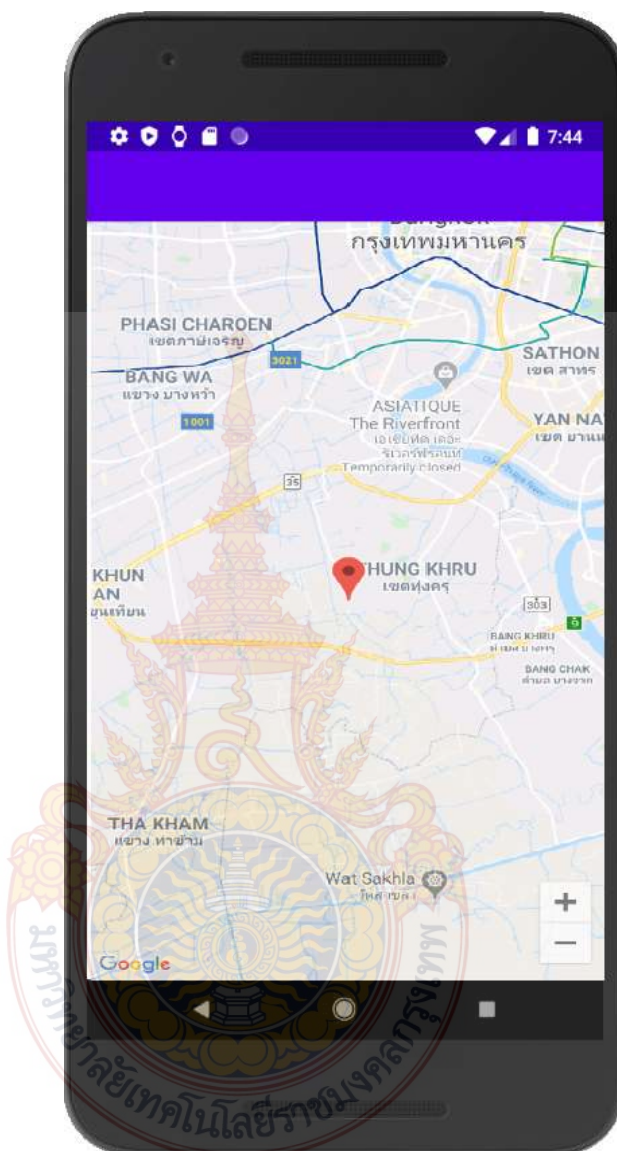
99999999

SAVE

ภาพที่ ก-2 ลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบ

จากภาพที่ ก-2 ผู้ใช้กรอกข้อมูลเบื้องต้นได้แก่ ชื่อ อายุ เพศ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ และข้อมูลทางการแพทย์ เช่น กรู๊ปเลือด น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย โรคประจำตัว โรงพยาบาลที่รักษาประจำ ชื่อญาติหรือผู้ดูแล และเบอร์โทรศัพท์ของญาติหรือผู้ดูแล เพื่อลงชื่อเข้าใช้งานระบบ

ยิ่งไปกว่านั้นหากผู้ใช้งานต้องการเรียกดูตำแหน่งพิกัดที่อยู่ปัจจุบันสามารถเรียกดูตำแหน่งของตนเอง ดังแสดงในภาพที่ ก-3

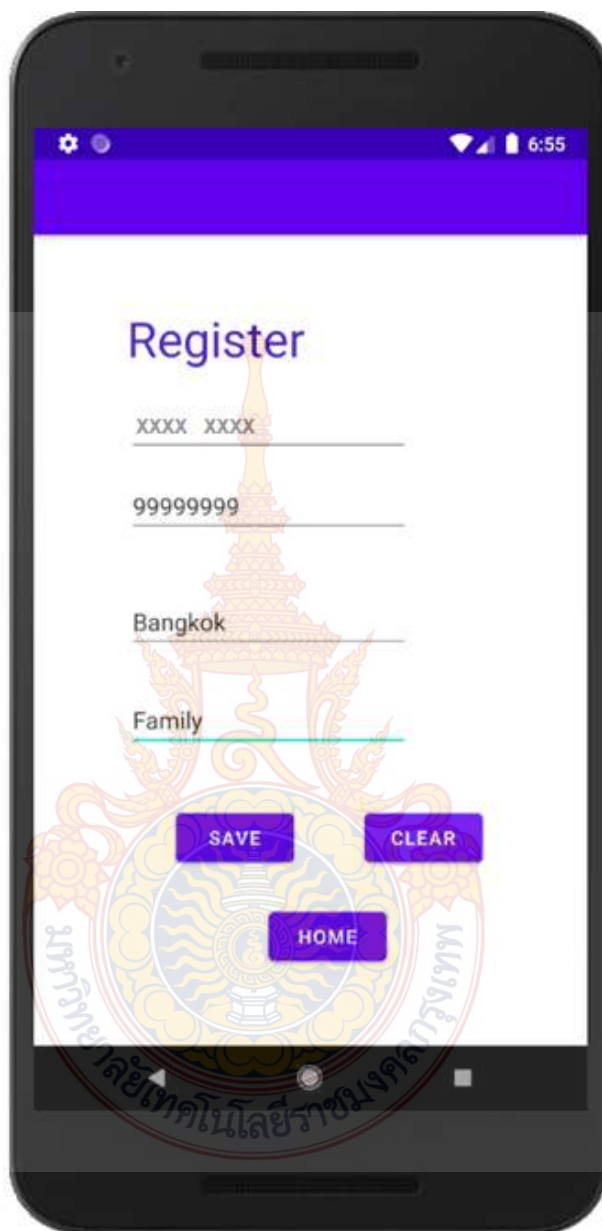


ภาพที่ ก-3 หน้าจอแสดงตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันของผู้ใช้งาน

2. ระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ

ระบบสำหรับรับการแจ้งเตือนสำหรับผู้ดูแลหรือญาติเพื่อรับรู้การความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นเมื่อระบบตรวจพบ ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานระบบดังนี้

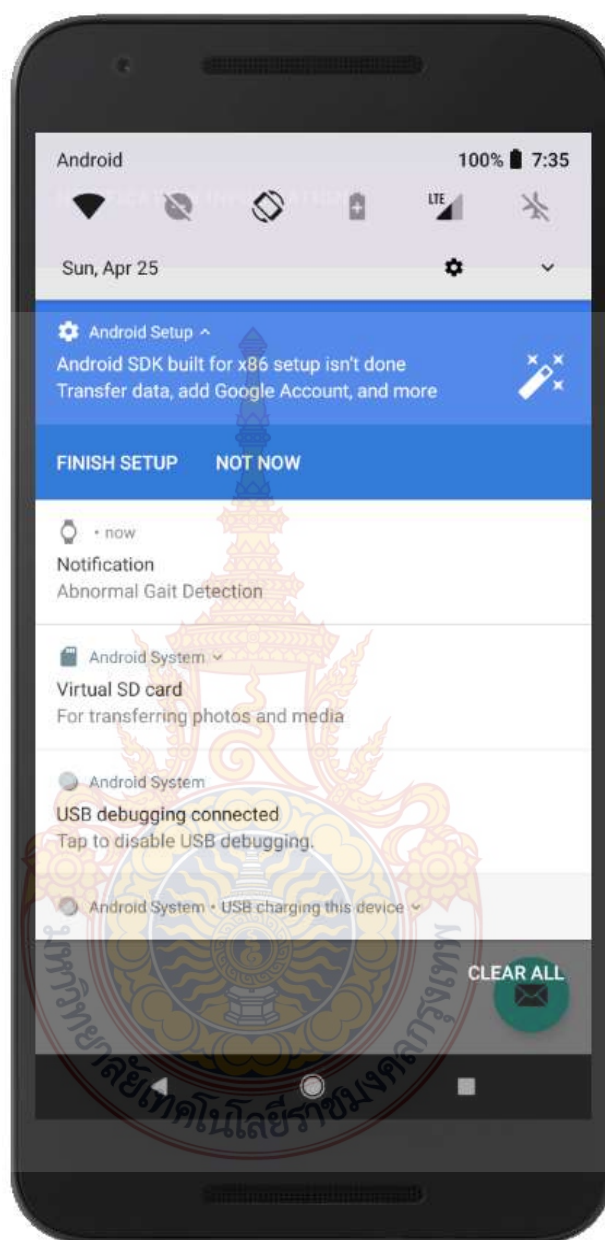
เริ่มต้นผู้ดูแลหรือญาติลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ ดังแสดงในภาพที่ ก-4



ภาพที่ ก-4 หน้าจอลงทะเบียนใช้งานระบบสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ

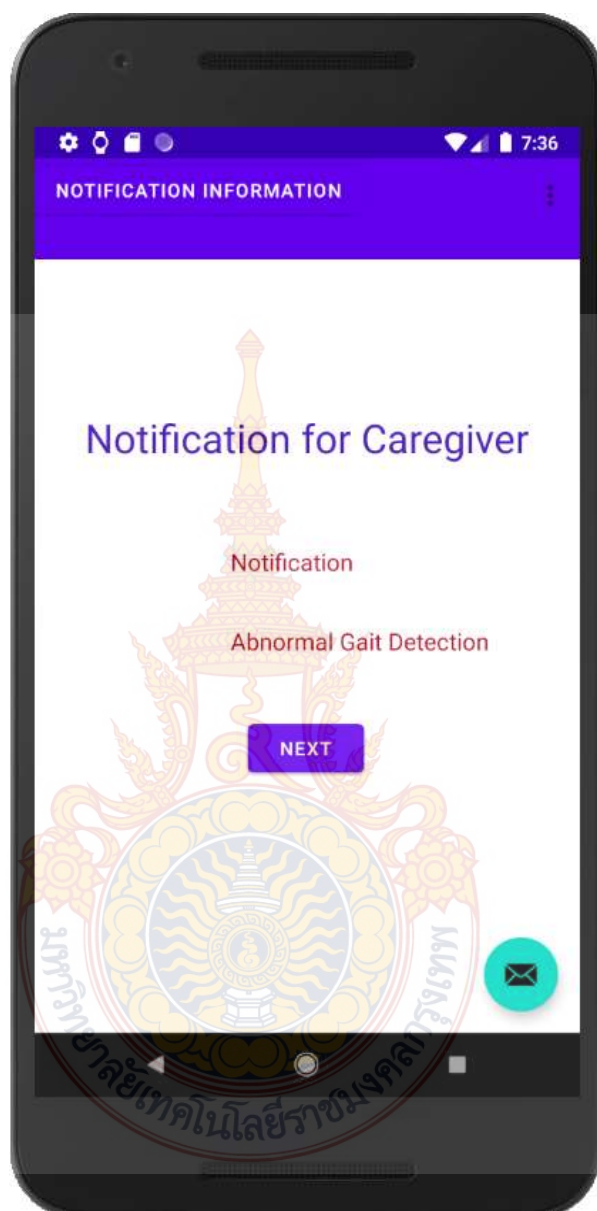
จากภาพที่ ก-4 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ผู้ดูแลหรือญาติต้องกรอกเพื่อลงชื่อใช้งานระบบได้แก่ ชื่อ-นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ และความสัมพันธ์กับผู้ป่วย เป็นต้น

ยิ่งไปกว่านั้นหากระบบตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมอง ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลหรือญาติ ดังแสดงในภาพที่ ก-5



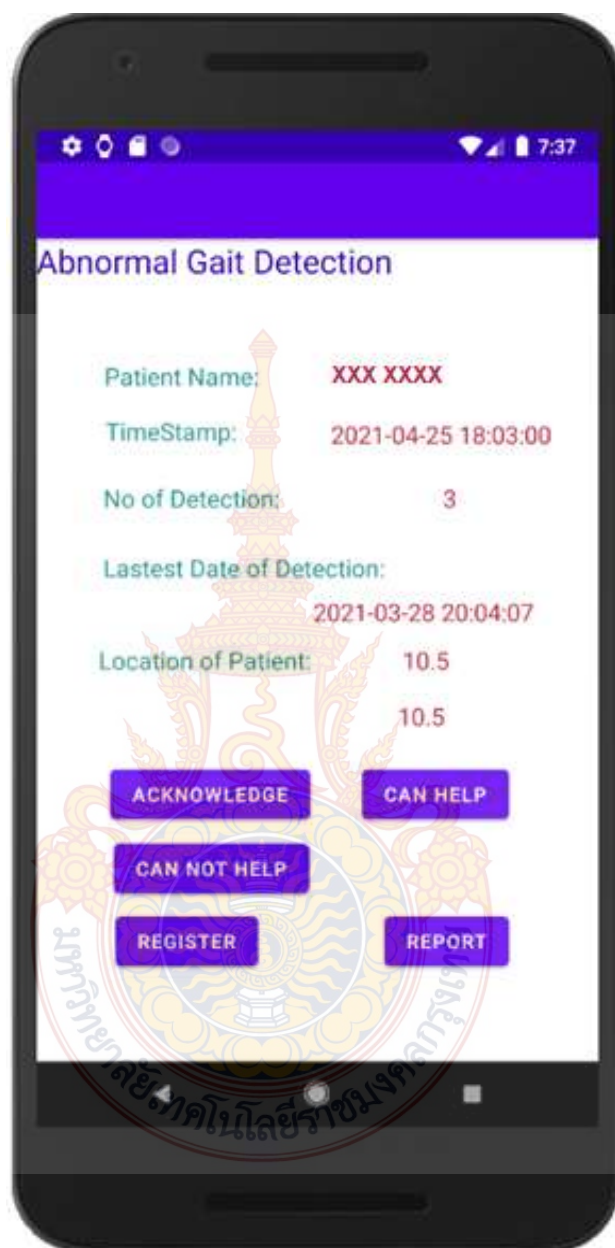
ภาพที่ ก-5 หน้าจอแจ้งเตือนสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ

จากภาพที่ ก-5 ผู้ดูแลสามารถกดเข้าไปดูข้อความแจ้งเตือน ดังแสดงในภาพที่ ก-6

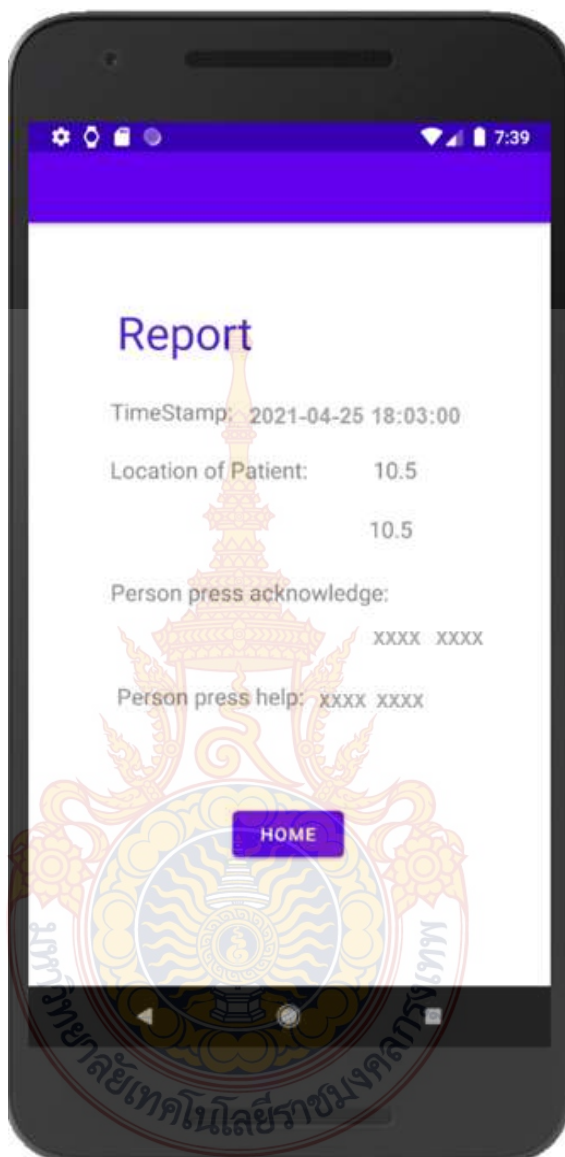


ภาพที่ ก-6 หน้าจอแสดงข้อความแจ้งเตือนสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ

จากภาพที่ ก-6 ผู้ดูแลหรือญาติสามารถกดเข้าไปดูรายละเอียดของการแจ้งเตือน ดังแสดงในภาพที่ ก-7



ภาพที่ ก-7 หน้าจอแสดงรายละเอียดของการแจ้งเตือนสำหรับผู้ดูแลหรือญาติ
 จากภาพที่ ก-7 ผู้ดูแลหรือญาติสามารถเรียกดูรายงานสรุปผลการแจ้งเตือน ดัง
 แสดงในภาพที่ ก-8



ภาพที่ ก-8 หน้าจอรายงานสรุปผลการแจ้งเตือน

จากภาพที่ ก-8 แสดงรายงานสรุปผลการแจ้งเตือนซึ่งประกอบด้วย วันและเวลาที่ตรวจพบ ตำแหน่งพิกัดปัจจุบันของผู้ป่วย ผู้ที่กดรับทราบ และผู้ที่กดให้ความช่วยเหลือ เป็นต้น รายงานนี้ถือว่าเป็นประโยชน์ต่อผู้ดูแลและญาติเพื่อรับรู้ว่ามีใครที่รับทราบและใครที่เป็นผู้ให้ความช่วยเหลือแล้ว เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ป่วย ยิ่งไปกว่านั้นข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลให้แพทย์สำหรับนำไปใช้ในการสนับสนุนการวินิจฉัยและการรักษาต่อไป

3. ระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระยะเริ่มต้นสำหรับบุคลากรทางการแพทย์

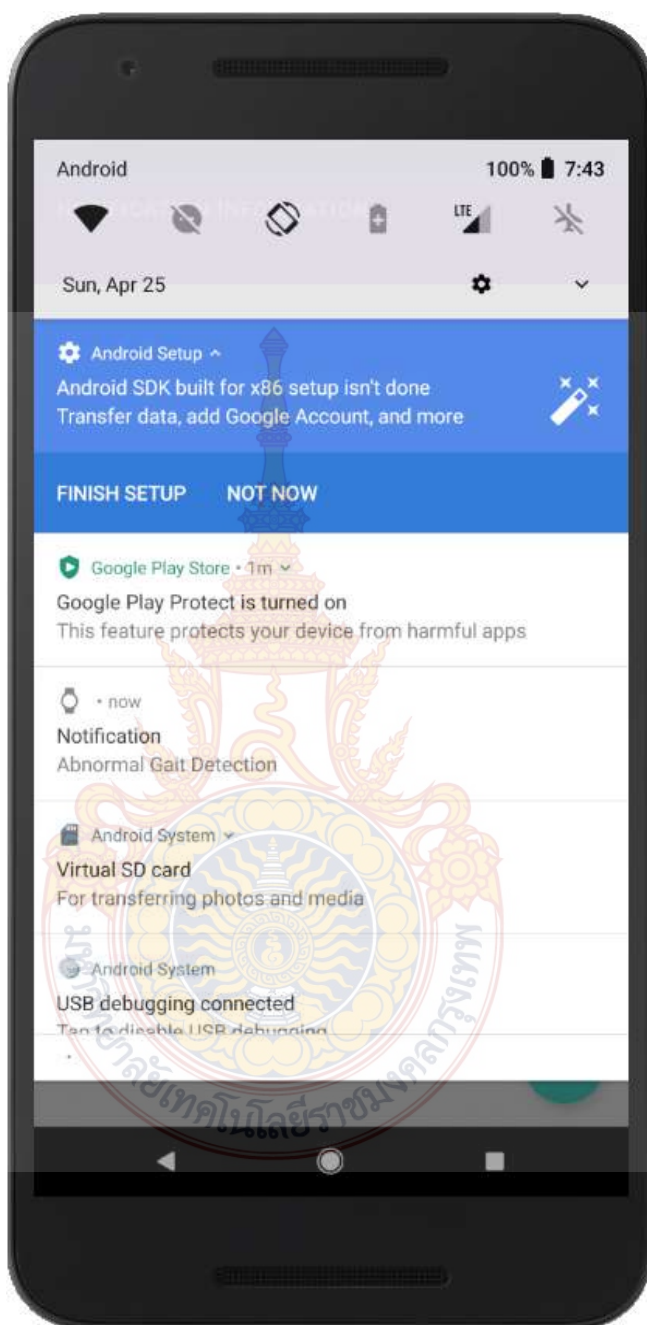
ระบบสำหรับรับการแจ้งเตือนสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ เพื่อรับรู้การความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยที่เกิดขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานระบบดังนี้

เริ่มต้นบุคลากรทางการแพทย์สามารถลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานระบบ ดังแสดงในภาพที่ ก-9

ภาพที่ ก-9 หน้าจอลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบสำหรับบุคลากรทางการแพทย์

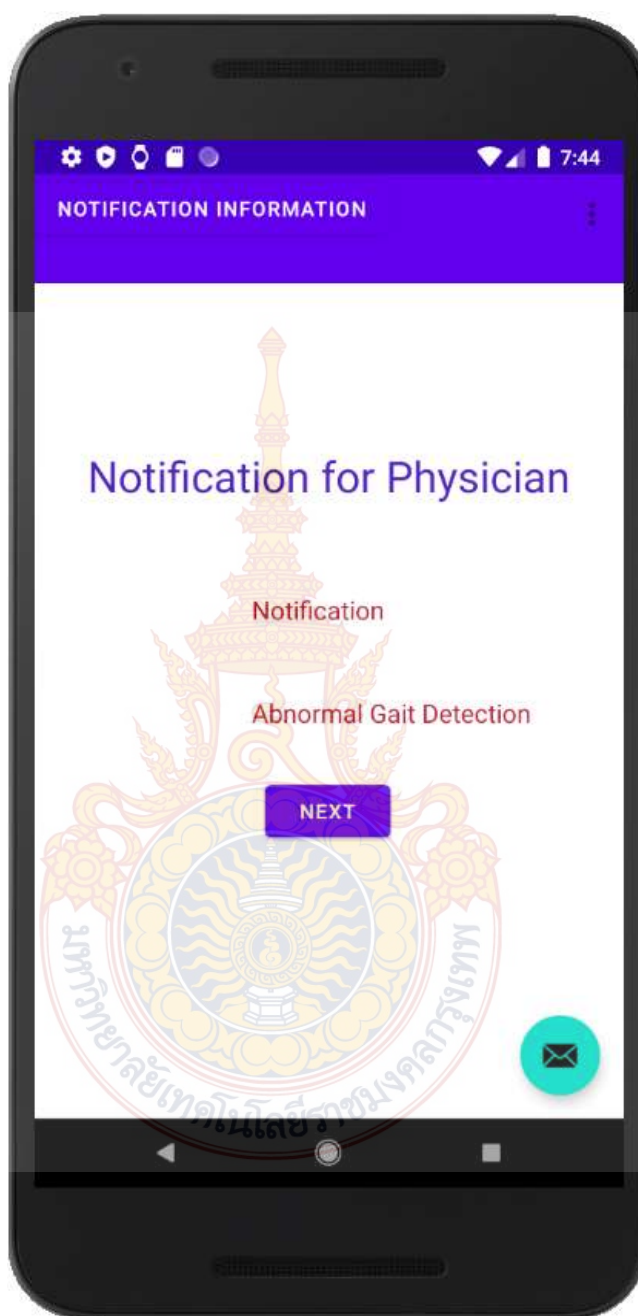
จากภาพที่ ก-9 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่บุคลากรทางการแพทย์ต้องกรอกเพื่อลงชื่อเข้าใช้งานระบบได้แก่ ชื่อโรงพยาบาล เบอร์โทรศัพท์ และที่อยู่ เป็นต้น

ยิ่งไปกว่านั้นหากระบบตรวจพบความผิดปกติของท่าทางการเดินของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังบุคลากรทางการแพทย์ ดังแสดงในภาพที่ ก-10



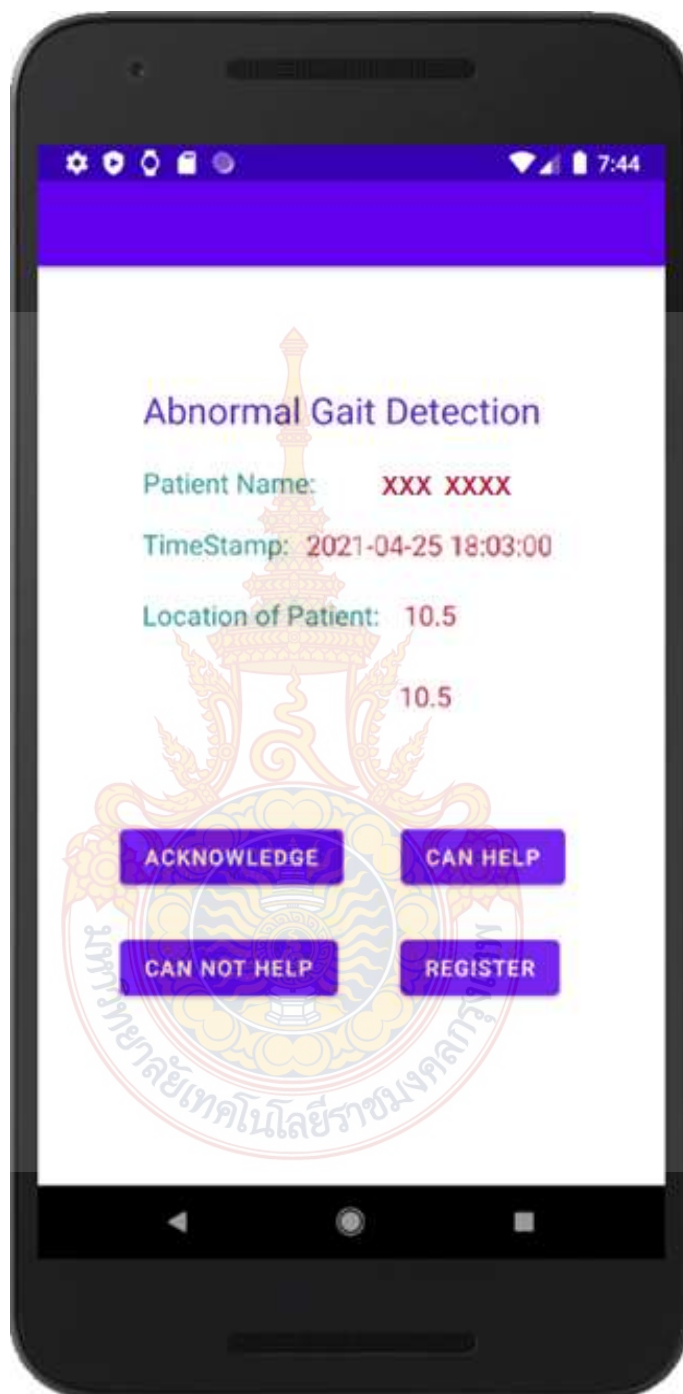
ภาพที่ ก-10 หน้าจอแจ้งเตือนสำหรับบุคลากรทางการแพทย์

จากภาพที่ ก-10 บุคลากรทางการแพทย์สามารถกดเข้าไปดูข้อความแจ้งเตือน ดังแสดงใน
ภาพที่ ก-11



ภาพที่ ก-11 หน้าจอแสดงข้อความแจ้งเตือนสำหรับบุคลากรทางการแพทย์

จากภาพที่ ก-11 บุคลากรทางการแพทย์สามารถกดเข้าไปดูรายละเอียดของการแจ้งเตือน
ดังแสดงในภาพที่ ก-12



ภาพที่ ก-12 หน้าจอแสดงรายละเอียดของการแจ้งเตือนสำหรับบุคลากรทางการแพทย์