

การใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายตัวสำหรับอัลกอริทึมการตรวจจับพฤติกรรม  
การขโมยบนสมาร์ทโฟน

ชญสิทธิ์ ผลประสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมเว็บ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2558

**A Comparison of Multi-Sensory Data for Driving Behaviour Prediction  
Algorithm on a Smartphone**



**Thunyasit Pholprasit**

**Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Science in Web Engineering Faculty  
of Information Technology, Dhurakij Pundit University**

**2015**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายตัวสำหรับอัลกอริทึมการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่บนสมาร์ตโฟน
ชื่อผู้เขียน	ธัญสิทธิ์ ผลประสิทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.เฉลิมพล สายประเสริฐ
สาขาวิชา	วิศวกรรมเว็บ
ปีการศึกษา	2557

### บทคัดย่อ

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนของประเทศต่าง ๆ นั้น สาเหตุเกิดจาก 3 สาเหตุหลัก คือ รถยนต์ พฤติกรรมของผู้ขับขี่ และลักษณะทางกายภาพของท้องถนน จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุทางท้องถนนในประเทศไทย สาเหตุส่วนใหญ่มาจากพฤติกรรมการขับขี่รถยนต์ที่เสี่ยงอันตราย ดังนั้นวิธีที่จะช่วยการลดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้ คือ การให้ข้อมูลการขับขี่รถยนต์ที่อาจจะเกิดอันตรายระหว่างขับรถ เช่น การแจ้งเตือนและให้คำแนะนำผู้ขับขี่ระหว่างขับรถ ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่มีโทรศัพท์เคลื่อนที่อัจฉริยะใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นจำนวนมากและกลายเป็นสิ่งของพื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอขั้นตอนวิธีการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ที่อันตรายจากโทรศัพท์เคลื่อนที่อัจฉริยะ โดยแจ้งเตือนแบบทันทีทันใดจากการประมวลผลข้อมูลเซ็นเซอร์หลายชนิดที่ได้มาจากโทรศัพท์เคลื่อนที่อัจฉริยะ พร้อมทั้งให้คำแนะนำการขับขี่ที่ปลอดภัยแบบทันทีระหว่างผู้ขับขี่ขับรถ โทรศัพท์เคลื่อนที่อัจฉริยะในปัจจุบันมีความหลากหลายของประสิทธิภาพการทำงาน ดังนั้นขั้นตอนวิธีการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่อัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นจึงอนุญาตให้ผู้ใช้งานได้ปรับแต่งกระบวนการขั้นตอนวิธีตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละเครื่องได้ โดยขั้นตอนวิธีจะนำวิธีการเปรียบเทียบรูปแบบของกราฟข้อมูลระหว่าง ต้นแบบการเกิดเหตุการณ์การขับขี่แบบต่าง ๆ ของข้อมูลเซ็นเซอร์ที่ได้ประเมินเอาไว้กับข้อมูลเซ็นเซอร์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่อัจฉริยะที่ได้ระหว่างการขับขี่จริงเพื่อนำมาหาพฤติกรรมการขับขี่ โดยขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ผลการทดสอบได้แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องในการทำนายพฤติกรรมการขับขี่ได้ถึง 71 – 80%

Thesis Title	A Comparison of Multi-Sensory Data for Driving Behaviour Prediction Algorithm on a Smartphone
Author	Thunyasit Pholprasit
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Worasit Choochaiwattana
Co-Thesis Advisor	Dr. Chalearnpol Saiprasert
Department	Web Engineering
Academic Year	2015

### **ABSTRACT**

The causes of accidents on highway in any countries come from vehicle condition, human error, and highway physical conditions. From the accident statistic on the highway in Thailand, the major cause of the accidents is from aggressive driving behaviour. One way to decrease highway traffic accidents is to provide some information, such as alerts and warnings to the car drivers. Currently, people all around the world use smartphones on a daily basis. Many useful applications can be installed on the smart phones. Thus, this paper presents driver's behaviour detection algorithm using multi-sensory data on a smartphone to detect driving events and provide real-time feedback to drivers while driving. From variation in hardware of device available, the algorithm allows user to customize the algorithm according to the device configuration. Pattern matching of different sensory data was applied to find driving event. The algorithm demonstrates 71 – 80% accuracy in correct prediction of driving events.

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา และ ดร.เฉลิมพล สายประเสริฐ ที่ได้ให้คำแนะนำ และวิธีการแก้ปัญหาสำหรับการทำวิทยานิพนธ์และเขียนบทความวิชาการระดับนานาชาติให้สามารถลุล่วงได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ดร.นวพร สุรัสวดี ที่ร่วมเป็นผู้ประเมินพฤติกรรมการจับจีที่อันตรายจากการจับจีจริง เพื่อใช้เป็นข้อมูลต้นแบบของพฤติกรรมการจับจีที่อันตรายและใช้เป็นผลการทดลองในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ดร.ชยกฤต เจริญศิริวัฒน์, ดร.สุทธิพงษ์ รัชชยพงษ์, ดร.สุพร พงษ์นุ่มกุล และ ดร.พิมพ์ดี เชาวลิต ที่ช่วยตรวจสอบ จัดการเรื่องเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สามารถลุล่วงได้เป็นอย่างดี

ธัญสิทธิ์ ผลประสิทธิ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	4
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 เซ็นเซอร์ Accelerometer.....	7
2.2 เซ็นเซอร์ Magnetic.....	8
2.3 เซ็นเซอร์ Gyroscope.....	9
2.4 จีพีเอส.....	9
2.5 การใช้งานเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขับขี่.....	10
2.6 ลักษณะข้อมูลเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขับขี่.....	11
2.7 งานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง.....	13
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	16
3.1 การวางแผนการทดสอบ.....	16
3.2 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัย.....	23
3.3 ทดสอบเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของงานวิจัย.....	36
3.4 ทดสอบเก็บข้อมูลด้วยการขับขี่เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่.....	45
3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเซ็นเซอร์และข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่.....	49

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.6 การพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่.....	56
3.7 การพัฒนาโปรแกรมทำนายพฤติกรรมการขับขี่.....	71
4. ผลการศึกษา.....	73
4.1 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่.....	73
4.2 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่กับทิศทาง longitudinal.....	75
4.3 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่กับการเลี้ยว.....	76
4.4 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่กับการเปลี่ยนเลน.....	77
4.5 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่กับเหตุการณ์ที่อันตราย.....	78
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	79
5.1 สรุปผลงานวิจัย.....	79
5.2 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย.....	80
บรรณานุกรม.....	83
ภาคผนวก.....	85
ก บทความประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 16th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/ Distributed Computing ประจำปี 2558 ในวันพุธที่ 3 มิถุนายน 2558 ณ Sunport Hall Takamatsu เมืองทากะมาตสึ ประเทศญี่ปุ่น.....	86
ประวัติผู้เขียน.....	93

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....	5
2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเซ็นเซอร์และทิศทางการเคลื่อนที่.....	10
2.2 แสดงตัวอย่างและเหตุการณ์การขยับจี.....	11
2.3 งานวิจัยกับการใช้ข้อมูลเซ็นเซอร์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการขยับจี.....	14
3.1 แสดงตัวอย่างของเหตุการณ์การขยับจีที่ใช้ในแอปพลิเคชัน behaviour collector.....	30
3.2 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขยับจี.....	37
3.3 ความสัมพันธ์ของค่าของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขยับจี.....	44
3.4 แสดงความสัมพันธ์ของแกนข้อมูล accelerometer sensor กับเหตุการณ์การขยับจี..	59
3.5 ความสัมพันธ์ของทิศทางการเคลื่อนที่กับเหตุการณ์การขยับจี.....	60
3.6 ค่าของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขยับจีจากการทดลองขยับจีจริง.....	67
3.7 น้ำหนักของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดในการทำนายพฤติกรรมการขยับจี.....	69
4.1 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขยับจี.....	73
4.2 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขยับจีกับทิศทาง longitudinal.....	75
4.3 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขยับจีกับการเลี้ยว.....	76
4.4 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขยับจีกับการเปลี่ยนเลน.....	77
4.5 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขยับจีกับการขยับจีที่อันตราย.....	78



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะการทำงานของแกนทิศทางในเซ็นเซอร์ accelerometer.....	8
2.2 ลักษณะการทำงานของแกนทิศทางในเซ็นเซอร์ gyroscope.....	9
2.3 ลักษณะของข้อมูลเซ็นเซอร์กับเหตุการณ์การขับขี่.....	12
3.1 แผนการทดสอบการขับขี่สำหรับคนขับรถ.....	17
3.2 รถยนต์ Honda ที่ใช้ในการทดสอบ.....	18
3.3 สมาร์ทโฟนที่ใช้ในงานวิจัย.....	19
3.4 แผนที่ทดสอบการขับขี่บริเวณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต.....	20
3.5 แผนที่ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต.....	21
3.6 แผนที่ถนนรอบนอกของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต.....	22
3.7 เส้นทางถนนเชียงรากใหญ่.....	22
3.8 แอปพลิเคชันสำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ (sensor logger).....	24
3.9 แผนภาพการเก็บข้อมูลแอปพลิเคชัน sensor logger.....	25
3.10 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่เก็บจากแอปพลิเคชัน sensor logger.....	26
3.11 แอปพลิเคชันสำหรับบันทึกพฤติกรรมกรรมการขับขี่ (behaviour collector).....	27
3.12 แผนภาพการเก็บข้อมูลแอปพลิเคชัน behaviour collector.....	29
3.13 ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการขับขี่ที่เก็บจากแอปพลิเคชัน behaviour collector.....	30
3.14 แอปพลิเคชันวิเคราะห์ข้อมูล (data analyser) .....	32
3.15 แผนภาพการเก็บข้อมูลแอปพลิเคชัน data analyser.....	34
3.16 ข้อมูลเซ็นเซอร์ที่วิเคราะห์จากแอปพลิเคชัน data analyser.....	36
3.17 ความไม่สอดคล้องของข้อมูล magnetic sensor กับการเร่ง.....	38
3.18 ความสอดคล้องของข้อมูล accelerometer sensor กับการเร่ง.....	39
3.19 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเบรก.....	40
3.20 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเร่ง.....	41
3.21 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเปลี่ยนเลนซ้าย.....	42
3.22 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเปลี่ยนเลนขวา.....	43
3.23 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเลี้ยวซ้าย.....	43

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.24 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเลี้ยวขวา.....	44
3.25 ตำแหน่งผู้เข้าร่วมทดสอบ และอุปกรณ์ในการทดสอบการขับขี่.....	46
3.26 การวางสมาร์ตโฟนสำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์.....	47
3.27 การตั้งค่าเวลาของสมาร์ตโฟนในการทดสอบ.....	47
3.28 การตั้งค่าความถี่ของแอปพลิเคชัน sensor logger.....	48
3.29 กราฟแสดงจำนวนพฤติกรรมการขับขี่ที่บันทึกจากผู้สังเกตการณ์.....	49
3.30 การเลือกชุดข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ ผ่านแอปพลิเคชัน data analyser.....	51
3.31 การวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่จากแอปพลิเคชัน data analyser.....	52
3.32 การบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ที่เลือกผ่านแอปพลิเคชัน data analyser.....	53
3.33 ข้อมูลการเบรกที่บันทึกหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
3.34 กราฟแสดงจำนวนผู้สังเกตการณ์บันทึกเหตุการณ์การขับขี่แต่ละเหตุการณ์.....	55
3.35 อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่.....	57
3.36 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังทำเทคนิค simple moving average.....	61
3.37 ตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ในข้อมูลด้วย standard deviation.....	63
3.38 ผลลัพธ์ matrix จากการคำนวณระหว่าง reference pattern กับ raw data.....	64
3.39 การเลือกเส้นทางที่มีค่าน้อยที่สุดในตาราง matrix.....	65
3.40 การเลือกเหตุการณ์การขับขี่ด้วย Dynamic time warping.....	66
3.41 เปรียบเทียบเหตุการณ์การขับขี่ที่ทำนายไม่เท่ากัน.....	68
3.42 เปรียบเทียบเหตุการณ์การขับขี่ที่ทำนายเท่ากัน.....	70
3.43 โปรแกรมทำนายพฤติกรรมการขับขี่.....	71

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเดินทางจากที่หนึ่งไปยังปลายทางอีกที่หนึ่งนั้น ข้อมูลที่มีความสำคัญในการเดินทางที่ผู้เดินทางนั้นส่วนใหญ่แล้วมักจะนึกถึงคือ วิธีการเดินทาง (travel mode) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (travel time) หรือเวลาที่คาดการณ์ที่จะถึงที่หมายตามกำหนดที่วางไว้ (arrival time) แต่มีสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกนอกจากข้อมูลต่าง ๆ ในการเดินทางตามข้างต้นที่กล่าวไว้นั้นก็คือ ความปลอดภัยในการเดินทาง (safety)

จากการรายงานข่าว หรือสื่อต่าง ๆ ที่มีการนำเสนอถึงการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นประจำ และข่าวเกี่ยวกับอุบัติเหตุจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นในช่วงเทศกาลหยุดยาวสำคัญ ๆ ของประเทศไทย เช่น วันสงกรานต์ วันขึ้นปีใหม่ จากรายงานสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนช่วงสงกรานต์ปี พ.ศ. 2558 มีจำนวนอุบัติเหตุบนท้องถนนจำนวน 3,373 ครั้ง ผู้บาดเจ็บจำนวน 3,559 ราย และเสียชีวิต 364 ราย (ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน, 2015) และจากการจัดอันดับประเทศที่มีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยถูกจัดอันดับเป็นอันดับที่ 2 ของโลก โดยมีจำนวนผู้เสียชีวิตจำนวน 44 คนจากประชากร 100,000 คน (มหาวิทยาลัยมิชิแกน, 2014) จากบทความวิชาการได้มีการศึกษาและนำเสนอสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุซึ่งมักมาจาก 3 ปัจจัยคือ สภาพของรถ พฤติกรรมของผู้ขับขี่ และสภาพแวดล้อมทางกายภาพของท้องถนน (Schagen, 2006) แต่หากดูข้อมูลของการเกิดอุบัติเหตุแต่ละเหตุการณ์ ส่วนใหญ่แล้วเกิดจากการขับขี่รถด้วยพฤติกรรมการขับขี่ที่อันตรายของผู้ขับขี่เอง ได้แก่ การเมาสุราระหว่างขับขี่ การขับเร็วเกินกว่ากฎหมายกำหนดไว้ หรือการแซงกันในทางกระชั้นชิด ซึ่งเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับข้อมูลสถิติจากอุบัติเหตุทางท้องถนนของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ในปีพ.ศ. 2556 ได้แสดงให้เห็นว่า สาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทยนั้นล้วนมาจากพฤติกรรมการขับขี่เป็นส่วนมาก เช่น การขับเร็วเกินกว่ากฎหมายกำหนด การขับรถกระชั้นชิดกันหน้า การแซงในที่ห้ามแซง หรือการกลับรถในที่ห้ามกลับ ซึ่งเมื่อนำจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบนถนนเหล่านี้มารวมกันพบว่ามีอัตราการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด 75% ของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนทั้งหมดที่ทำให้ผู้ขับขี่และผู้โดยสารได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตจำนวนมาก การเสียชีวิตของคนไทยจากอุบัติเหตุบนท้องถนนจากการรายงานของ

ศูนย์วิจัยอุบัติเหตุของประเทศไทย ( TARC ) กล่าวว่า มีผู้เสียชีวิตบนท้องถนนเกินกว่า 1,000 คนต่อปี และในช่วงวันหยุดยาวของประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นวันสิ้นปีต่อเนื่องวันขึ้นปีใหม่หรือช่วงวันสงกรานต์จะมียอดผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติหลายเท่าตัว จากการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเหล่านี้ทำให้รัฐบาลไทยต้องสูญเสียงบประมาณ 340,000 ล้านบาทต่อปี

สำหรับวิธีการลดจำนวนอุบัติเหตุบนท้องถนนลงนั้นนอกจากการรณรงค์การขับขี่ตามสื่อต่าง ๆ การเดินรณรงค์ หรือแม้กระทั่งการติดป้ายแจ้งเตือนและอุปกรณ์แจ้งเตือนสำหรับผู้ขับขี่บริเวณที่อาจจะเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เช่น เขตชุมชน เขตโรงเรียน ทางโค้ง หรือทางลาดชันตามหุบเขานี้คือเครื่องมือที่ช่วยให้คำแนะนำกับผู้ขับขี่โดยทั่ว ๆ ไป แต่หากเป็นมุมมองสำหรับบริษัทที่ให้บริการด้านการขนส่ง ปัจจุบันนี้นิยมใช้อุปกรณ์ติดตามรถมาติดตั้งไว้ในรถขนส่งเพื่อใช้ตรวจสอบพฤติกรรมกรรมการขับขี่ของคนขับรถ เช่น การติดตั้งจีพีเอส (GPS) เพื่อระบุตำแหน่งและความเร็วของรถ หรือการติดตั้งกล้องเพื่อคอยดูการขับขี่ของผู้ขับขี่ แต่การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ นั้นจะมีค่าใช้จ่ายที่มาก และเพิ่มขึ้นตามจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ในระบบตามไปด้วย รวมทั้งการดูแลรักษาค่อนข้างยากต้องให้บริษัทผู้ติดตั้งเป็นผู้ดูแล จากเหตุผลนี้เองทางบริษัทขนส่งต่าง ๆ จึงไม่สามารถที่จะติดตั้งอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมกรรมการขับขี่ของคนขับรถได้ในทุก ๆ บริษัท

ปัจจุบันนี้ คนส่วนใหญ่ล้วนแต่มีการใช้สมาร์ตโฟนสำหรับใช้งานในชีวิตประจำวันกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเหตุผลที่สมาร์ตโฟนในปัจจุบันนี้ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งแอปพลิเคชันเพิ่มเติมในอุปกรณ์เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวันและความสนใจของแต่ละคนได้อย่างง่าย จากสถิติการใช้งานสมาร์ตโฟนปี พ.ศ. 2556 ของประเทศไทยพบว่าการใช้งานสมาร์ตโฟนกว่า 32.4% ของประชากรทั้งหมดของประเทศ และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในทุก ๆ ปี สำหรับสมาร์ตโฟนนั้นมีความฉลาดของอุปกรณ์พื้นฐานแล้วมาจากการที่ผู้ผลิตติดตั้งฮาร์ดแวร์ที่เรียกว่า เซ็นเซอร์ลงในอุปกรณ์หลากหลายชนิด ที่รู้จักกันเป็นอย่างดี เช่น จีพีเอส เพื่อระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานบนแผนที่ แต่นอกจาก จีพีเอส แล้วนั้นยังมีเซ็นเซอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้งไว้และใช้งานมากกว่าจีพีเอส เช่น เซ็นเซอร์ accelerometer และเซ็นเซอร์ magnetic ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์พื้นฐานที่มีอยู่ในสมาร์ตโฟนในทุกรุ่น สำหรับสมาร์ตโฟนที่มีราคาสูงขี้นนั้นยังมีการติดตั้งเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เข้าไปเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความฉลาดของอุปกรณ์และใช้งานได้อย่างหลากหลายมากขึ้น เช่น เซ็นเซอร์ gyroscope

การทำงานของเซ็นเซอร์ accelerometer นั้นจะวัดความเร็วของแกนการเคลื่อนไหวของสมาร์ตโฟน เมื่อมีการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ เช่น การเขย่า หรือ การเอียงของอุปกรณ์ จากลักษณะการทำงานของเซ็นเซอร์นี้ จึงมีงานวิจัยนำเซ็นเซอร์ accelerometer ไปใช้สำหรับตรวจสอบพฤติกรรมกรรมการขับขี่ของคนขับรถด้วยการใช้เทคนิค pattern matching และงานวิจัยได้นำข้อมูลจากเซ็นเซอร์ magnetic มาวัดการเปลี่ยนสนามแม่เหล็กในขณะที่รถมีการเลี้ยวหรือเปลี่ยนเลน (Trevidi, 2011) และ

นำเซ็นเซอร์ gyroscope มาวัดการเลี้ยวและเปลี่ยนเลนจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วเชิงมุมของสมาร์ทโฟนในระหว่างการขับขี่ และในส่วนของจีพีเอสที่ใช้ในการระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ยังมีการนำมาประยุกต์เพื่อใช้ตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่จากข้อมูลของความเร็ว และทิศทางเคลื่อนที่ของรถได้อีกด้วย จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถที่ซ่อนอยู่ภายในสมาร์ทโฟนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และหากจะนำมาช่วยเรื่องการขับขี่ที่ปลอดภัยขึ้นก็ไม่เสียค่าใช้จ่ายสำหรับซื้ออุปกรณ์ใหม่มาติดตั้ง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์มาติดตั้งเพิ่มเติม จากงานวิจัย (C. Saiprasert, October 2013) แสดงให้เห็นถึงผลการทดลองที่ดีในการนำสมาร์ทโฟนมาใช้ตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่ และพัฒนาแอปพลิเคชันจากผลลัพธ์ของวิธีการตรวจจับพฤติกรรม การขับขี่มาใช้แนะนำในการขับขี่ของผู้ใช้งานแบบทันทีทันใด จุดประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือ ทางเลือกหนึ่งของการลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุทางท้องถนน จากที่กล่าวมาที่มีการนำ เซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาใช้งานด้านความปลอดภัยในการขับขี่บนสมาร์ทโฟนด้วยความหลากหลายของ อุปกรณ์ในท้องตลาดปัจจุบัน ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในแต่ละรุ่นแตกต่างกันไป ด้วย เช่น จำนวนเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในอุปกรณ์ หรือพลังงานที่มีของเครื่อง ซึ่งความหลากหลายนี้ถือเป็น ความท้าทายในเชิงวิจัยอย่างมาก ดังนั้นงานวิจัยในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้คิดวิธีแก้ปัญหานี้ด้วย การอนุญาตให้ผู้ใช้งานปรับแต่งอัลกอริทึมเพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้งานของแต่ละคน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอวิธีการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ด้วยการใช้ข้อมูล เซ็นเซอร์จากสมาร์ทโฟน โดยไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ทุก ๆ เซ็นเซอร์ที่มีในอุปกรณ์ แต่ จะเลือกใช้ข้อมูลตามประสิทธิภาพของอุปกรณ์แต่ละเครื่อง โดยอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถ ตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ได้ทั้งหมด 6 รูปแบบเหตุการณ์ ได้แก่ การเบรก การเร่ง การเลี้ยวซ้าย การเลี้ยวขวา การเปลี่ยนเลนซ้าย และการเปลี่ยนเลนขวา จากรูปแบบ 6 เหตุการณ์พื้นฐานของการขับ ขี่นี้ยังสามารถจำแนกออกได้อีก 2 ชนิด คือ แบบอันตรายและไม่อันตราย สำหรับวิธีการที่นำเสนอ ในโครงการนี้จะใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ accelerometer มาทำ pattern matching เพื่อหาเหตุการณ์การ ขับขี่ที่เกิดขึ้น หลังจากได้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วจะนำไปวิเคราะห์กับเซ็นเซอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับ เหตุการณ์นั้นเพื่อหาผลลัพธ์ที่เป็น รูปแบบของเหตุการณ์การขับขี่ พร้อมด้วยเปอร์เซ็นต์ของความ มั่นใจในการทำนายเหตุการณ์เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มในการนำไปใช้งานจริง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการนำเอาข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายตัวบนสมาร์ทโฟนเพื่อทำนาย พฤติกรรมการขับขี่ของคนขับรถ
2. พัฒนาอัลกอริทึมสำหรับทำนายพฤติกรรมการขับขี่

3. พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับบันทึกข้อมูลเซ็นเซอร์และพฤติกรรมการขับขี่ เพื่อให้วิเคราะห์พฤติกรรมขับขี่ผ่านแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

### 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ไว้ดังต่อไปนี้

1. การใช้เซ็นเซอร์แต่ละชนิดในการทำนายพฤติกรรมการขับขี่ จะมีความถูกต้องของแต่ละเหตุการณ์มีผลลัพธ์ที่ดีไม่เท่ากัน
2. ความถูกต้องจากการใช้เซ็นเซอร์จำนวนที่แตกต่างกัน จะมีความถูกต้องในการทำนายพฤติกรรมขับขี่เกินกว่า 70% ขึ้นไป โดยอ้างอิงงานวิจัยที่มีการใช้งาน accelerometer sensor เพียงเซ็นเซอร์เดียว (C. Saiprasert, October 2013)

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถช่วยให้คำแนะนำการขับขี่ที่อันตรายแบบทันทีทันใดจากข้อมูลเซ็นเซอร์บนสมาร์ตโฟน
2. สามารถให้ผู้ใช้งานปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่เพื่อให้เหมาะสมกับสมาร์ตโฟนที่ใช้งานแต่ละเครื่องได้ โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการตามจำนวนเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งสมาร์ตโฟนแต่ละเครื่อง
3. สามารถลดต้นทุนการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่ได้
4. สามารถนำหลักการทำนายพฤติกรรมการขับขี่ ไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ เช่น บริษัทประกันภัยสามารถให้ลูกค้าใช้เพื่อวัดคะแนนการขับขี่ เพื่อชักชวนให้ลูกค้าลดพฤติกรรมขับขี่ที่เสี่ยง โดยการนำคะแนนมาช่วยลดเบี้ยประกันภัย การนำไปใช้งานกับรถรับ-ส่งนักเรียนเพื่อช่วยควบคุมพนักงานขับรถระหว่างการส่งนักเรียน เพื่อจัดคะแนนและมีการมอบรางวัลกับผู้ที่ขับขี่ได้คะแนนที่ดี

### 1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยใช้ระยะเวลาตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการทำงาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษา ปัญหาและ ขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน										
2. ศึกษางาน ที่เกี่ยวข้อง										
3. พัฒนา เครื่องมือที่ ใช้ในการ เก็บข้อมูล และ วิเคราะห์ ข้อมูล										
4. เก็บข้อมูล การจับจีเอ็ม ที่ 1										
5. วิเคราะห์ ความเป็นไป ได้ของ ข้อมูล										





## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้เป็นกรนำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการนำเทคนิคและองค์ความรู้มาใช้งานสำหรับการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ด้วยข้อมูลเซ็นเซอร์บนสมาร์ตโฟน โดยเริ่มจากการเสนอลักษณะการทำงานในเซ็นเซอร์ต่าง ๆ รวมถึงลักษณะของข้อมูลที่น่ามาใช้งานวิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่อัลกอริทึมนี้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมได้ทั้งหมด 6 แบบ คือ การเบรค การเร่ง การเลี้ยวซ้าย การเลี้ยวขวา การเปลี่ยนเลนซ้าย และการเปลี่ยนเลนขวา และการจำนวนเหตุการณ์เหล่านี้ออกเป็น 2 ชนิด คือ เหตุการณ์ที่มีความอันตรายและเหตุการณ์ที่ปลอดภัย จากข้อมูลพื้นฐานที่น่ามาใช้งานในงานวิจัยนี้แล้วนั้นได้มีการนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ที่มีการนำเซ็นเซอร์มาใช้วิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่เช่นกัน (C. Saiprasert, October 2013), (Trevidi, 2011)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาพฤติกรรมการขับขี่นั้นข้อมูลที่มีความสำคัญในการนำมาใช้งาน คือ ข้อมูลจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ตโฟน งานวิจัยนี้มีการนำข้อมูลเซ็นเซอร์พื้นฐานมาใช้งานดังนี้คือ

เซ็นเซอร์ Accelerometer

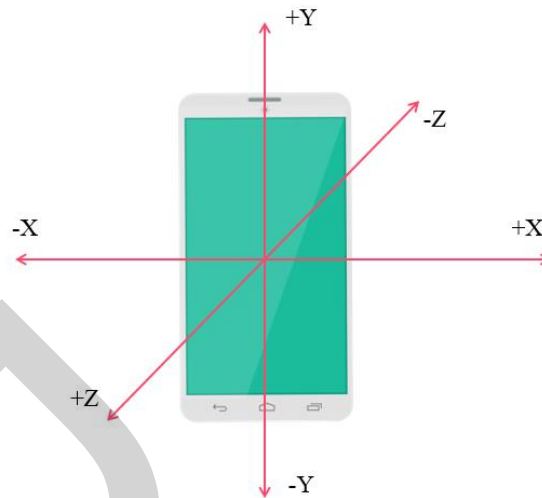
เซ็นเซอร์ Magnetic

เซ็นเซอร์ Gyroscope

GPS

#### 2.1 เซ็นเซอร์ Accelerometer

การทำงานของเซ็นเซอร์ Accelerometer นั้น คือ เซ็นเซอร์ที่วัดความเร็วในการเปลี่ยนแปลงของแกนสมาร์ตโฟนในทิศทางต่าง ๆ ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของแกน คือ การเขย่าโทรศัพท์ หรือการเอียงโทรศัพท์ เมื่อเกิดเหตุการณ์เหล่านี้ขึ้น เซ็นเซอร์ accelerometer จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าแกนต่าง ๆ ที่มีอยู่ทั้งหมด 3 แกนตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของแกนทิศทางในเซ็นเซอร์ accelerometer

จากภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นทิศทางของการเปลี่ยนแปลงค่าของสมาร์ทโฟน อ้างอิงจากทิศทางในภาพที่ 2.1 แกน X จะมีค่าเป็น ลบ เมื่ออุปกรณ์เคลื่อนที่ไปทางซ้าย และเป็นบวก เมื่อไปทางขวา แกน Y จะมีค่าเป็น บวก เมื่อเคลื่อนที่ไปด้านหน้า และเป็นลบเมื่อมีการเคลื่อนที่ไปทางด้านหลัง และแกน Z จะวัดการเคลื่อนที่ทางด้านบน และด้านล่างซึ่งให้ค่าเป็น บวก และลบตามลำดับ

การใช้งานข้อมูลจากเซ็นเซอร์ accelerometer เพื่อประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น การใช้แกน Z เพื่อช่วยวิเคราะห์สภาพถนนเมื่อรถวิ่งผ่านผิวถนนนั้นว่าต้องซ่อมแซมตรงจุดใดบ้าง (Schagen, 2006) หรือนำข้อมูลเซ็นเซอร์นี้มาพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์มือถือ เช่น การเขย่าลูกเต๋า ข้อมูลการทำงานของเซ็นเซอร์ accelerometer นำมาประยุกต์ใช้งานในเรื่องการตรวจสอบพฤติกรรม การจับขี้ได้ดังนี้ หากนำสมาร์ทโฟนวางไว้โดยใช้ด้านบนของอุปกรณ์หันไปทิศทางเดียวกันรถแล้วนั้น หากรถมีการเคลื่อนที่ด้วยการเบรกและเร่ง จะทำให้แกน Y เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาใช้หาพฤติกรรมการจับขี้แบบต่าง ๆ จากลักษณะของข้อมูลได้ด้วยวิธีเปรียบเทียบความเหมือนของรูปแบบข้อมูลหรือ pattern matching

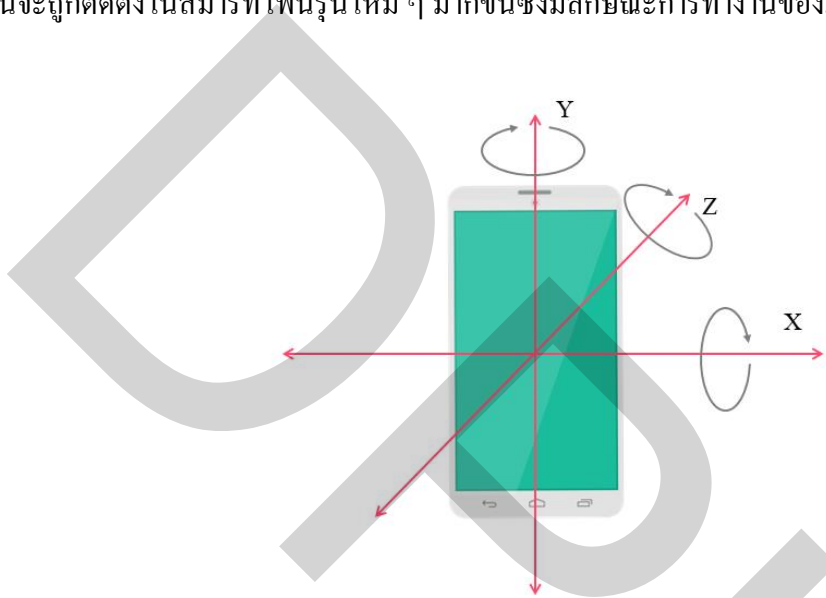
## 2.2 เซ็นเซอร์ Magnetic

การทำงานของเซ็นเซอร์ magnetic คือการวัดการเปลี่ยนแปลงค่าของสนามแม่เหล็กโลก ซึ่งในทุก ๆ ที่ของโลกจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป ตัวอย่างการนำไปใช้งานได้แก่ การทำแอปพลิเคชันของเข็มทิศ และมีผู้พัฒนาบางบริษัทได้นำไปใช้งานทำแผนที่ในอาคาร สำหรับงานวิจัยนี้นั้นจะ

นำลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลมาช่วยในการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่จากการเลี้ยวและเปลี่ยนเลนของรถ

### 2.3 เซ็นเซอร์ Gyroscope

เซ็นเซอร์ Gyroscope มีความสามารถในการวัดความเร็วเชิงมุมของสมาร์ทโฟน ปัจจุบันนี้จะถูกติดตั้งในสมาร์ทโฟนรุ่นใหม่ ๆ มากขึ้นซึ่งมีลักษณะการทำงานของแกนต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ลักษณะการทำงานของแกนทิศทางในเซ็นเซอร์ gyroscope

จากภาพที่ 2.2 แสดงให้เห็นการทำงานของแกนต่าง ๆ เมื่ออุปกรณ์มีการเคลื่อนที่ โดยเมื่ออุปกรณ์หมุนบนลงล่างจะทำให้ค่าแกน Y มีการเปลี่ยนแปลง เมื่ออุปกรณ์มีการพลิกจะทำให้แกน X มีการเปลี่ยนแปลง และแกน Z มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการหมุนอุปกรณ์ จากการทำงานของแกน X นั้นมีลักษณะการทำงานคล้ายพฤติกรรมการขับขี่ของรถในส่วนของการเบรกและการเร่งของรถ โดยสังเกตได้จากการเบรกด้านหน้าของรถจะก้มต่ำลง และการเบรกทำให้ด้านหลังของรถจะสูงขึ้นทำให้สามารถใช้ลักษณะการทำงานเช่นนี้มาช่วยวิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่ด้วยการเบรกและเร่งได้

### 2.4 จีพีเอส

เซ็นเซอร์นี้เป็นที่คุ้นเคยกับคนทั่ว ๆ ไปมากกว่าเซ็นเซอร์อื่นที่กล่าวในงานวิจัยนี้ โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะนำมาใช้งานในการระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานบนแผนที่ รวมทั้งการนำทาง แต่

นอกเหนือจากการระบุตำแหน่งจากการใช้ข้อมูลละติจูด และลองจิจูดของเซ็นเซอร์นี้แล้ว ข้อมูลที่ได้มา คือ ความเร็ว และทิศทางที่มีการเคลื่อนที่ของรถ จากข้อมูลเหล่านี้เราสามารถนำมาใช้บอกพฤติกรรมการขับขี่ได้ คือ หากต้องการจะตรวจสอบการเบรกและเร่ง สามารถเลือกใช้การเปลี่ยนแปลงค่าความเร็ว ส่วนการเลี้ยวและเปลี่ยนเลนนั้นจะใช้การเปลี่ยนแปลงค่าของทิศทางที่รถเคลื่อนที่ไป (heading) นอกจากนั้นแล้วความเร็วของจีพีเอสเองยังนำมาใช้ตรวจสอบการขับรวดเร็วเกินกว่ากฎหมายกำหนดได้อีกด้วย

## 2.5 การใช้งานเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขับขี่

จากลักษณะการทำงานของเซ็นเซอร์ในแต่ละชนิดนั้น ทำให้เห็นว่าเซ็นเซอร์บางอย่างมีความสามารถตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ในกลุ่มเดียวกัน โดยสรุปเป็นตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเซ็นเซอร์และทิศทางการเคลื่อนที่

Sensor name	Lateral movement	Longitudinal movement
accelerometer	✓	✓
magnetic		✓
gyroscope		✓
GPS	✓	✓

จากตารางที่ 2.1 สรุปการใช้งานของเซ็นเซอร์ได้ คือ เซ็นเซอร์ทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ส่วนของการเลี้ยวและเปลี่ยนเลนได้ ส่วนการตรวจสอบการเบรกและเร่งนั้นมีเซ็นเซอร์ accelerometer และ จีพีเอสที่สามารถทำได้ กรณีนี้จะทำได้ตามตารางเมื่อผู้ใช้งานวางสมาร์ตโฟนหันด้านบนของอุปกรณ์ไปในทิศทางเดียวกับที่รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ลักษณะการทำงานของเซ็นเซอร์ที่กล่าวมานั้นยังมีความแตกต่างในเรื่องของความถี่ในการรับข้อมูลมาจากอุปกรณ์ ปัจจุบันจีพีเอสสามารถรับค่าความถี่ได้สูงสุดอยู่ที่ 1 วินาที ส่วนเซ็นเซอร์อื่น ๆ สามารถรับความถี่ได้สูงสุดตั้งแต่ 100 millisecond ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของแต่ละอุปกรณ์ด้วย ทำให้การนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความถี่และเซ็นเซอร์ที่เลือกนำมาใช้งานด้วย สำหรับเหตุการณ์การขับขี่ภายในการวิจัยนี้มีทั้งหมด 12 เหตุการณ์การขับขี่ตามตารางที่ 2.2

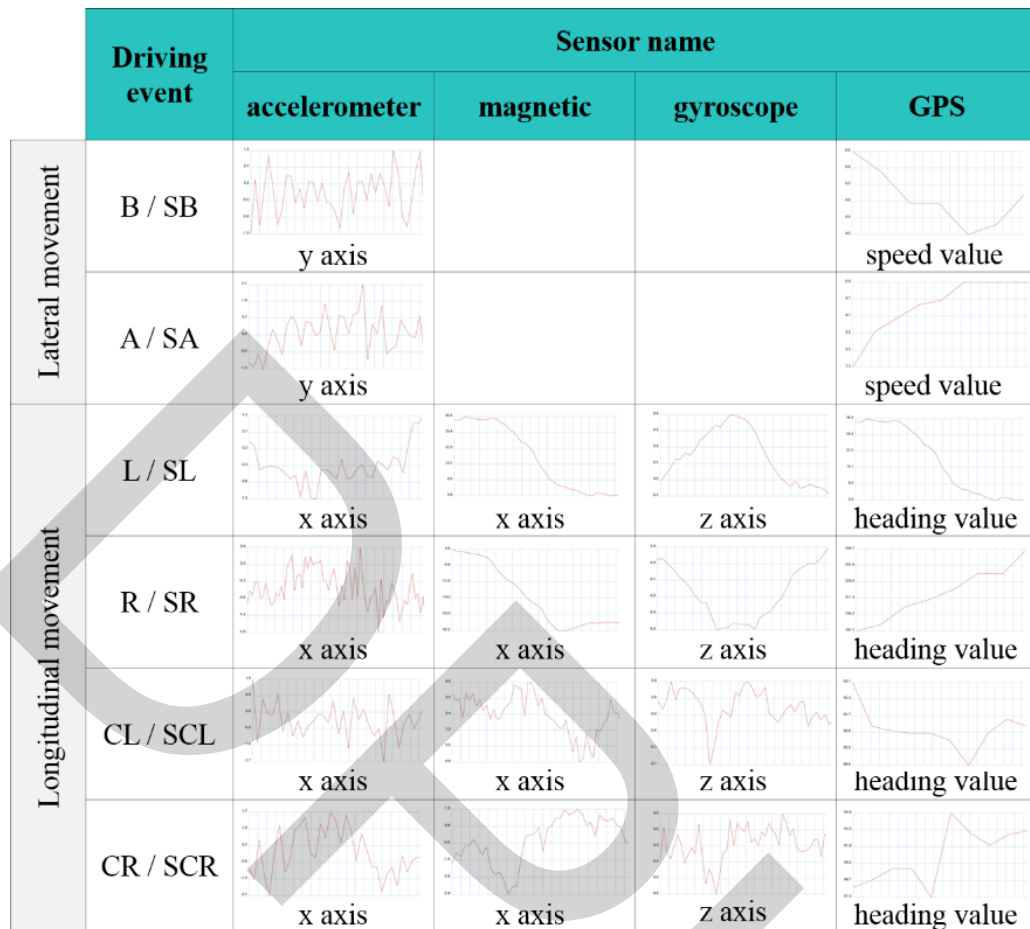
ตารางที่ 2.2 แสดงตัวย่อและเหตุการณ์การขับขี่

ตัวย่อในงานวิจัย	ความหมาย
a	การเร่ง แบบปกติ (accelerate)
sa	การเร่ง แบบอันตราย (sudden accelerate)
b	การเบรก แบบปกติ (brake)
sb	การเบรก แบบอันตราย (sudden brake)
cl	การเปลี่ยนเลนซ้าย แบบปกติ (lane change left)
scl	การเปลี่ยนเลนซ้าย แบบอันตราย (sudden lane change left)
cr	การเปลี่ยนเลนขวา แบบปกติ (lane change right)
scr	การเปลี่ยนเลนขวา แบบอันตราย (sudden lane change right)
l	การเลี้ยวซ้าย แบบปกติ (turn left)
sl	การเลี้ยวซ้าย แบบอันตราย (sudden turn left)
r	การเลี้ยวขวา แบบปกติ (turn right)
sr	การเลี้ยวขวา แบบอันตราย (sudden turn right)

จากตารางที่ 2.2 แสดงเหตุการณ์การขับขี่ทั้งหมด 12 เหตุการณ์ และตัวย่อที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ โดยเหตุการณ์การขับขี่จะสามารถแบ่งตามทิศทางทั้ง 2 ประเภทได้ดังนี้ การเบรกและการเร่งแบบอันตรายและไม่อันตราย คือ การเคลื่อนที่ไปในทิศทาง longitudinal และการเปลี่ยนเลนหรือการเลี้ยว ไปในทิศทางซ้ายหรือขวา แบบอันตรายและไม่อันตรายจะเป็นทิศทาง lateral

## 2.6 ลักษณะข้อมูลเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขับขี่

การทำงานของเซ็นเซอร์แม้จะมีความทำงานเหมือนกันและตรวจจับพฤติกรรมได้เหมือนกัน แต่ลักษณะข้อมูลเชิงลึกนั้นมีความแตกต่างกันตามภาพที่ 2.3



B : brake  
 A : acceleration  
 L : turn left  
 R : turn right  
 CL : lane change left  
 CR : lane change right

SB : sudden brake  
 SA : sudden acceleration  
 SL : sudden turn left  
 SR : sudden turn right  
 SCL : sudden lane change left  
 SCR : sudden lane change right

ภาพที่ 2.3 ลักษณะของข้อมูลเซ็นเซอร์กับเหตุการณ์การขับขี่

ภาพที่ 2.3 แสดงข้อมูลกลุ่มของทิศทางการเคลื่อนที่ออกเป็น 2 กลุ่มคือ lateral movement และ longitudinal movement ในแต่ละกลุ่มทิศทางการเคลื่อนที่ที่ประกอบด้วยเหตุการณ์การขับขี่รูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ lateral movement จะมีเหตุการณ์ เบรกและการเร่ง ส่วน longitudinal movement จะมีเหตุการณ์ เลี้ยวและการเปลี่ยนเลน จากข้อมูลที่แสดงในตาราง จะสังเกตได้ดังนี้ การเบรก ข้อมูลของเซ็นเซอร์ accelerometer จะมีทิศทางคล้ายกับกราฟพาราโบลาระฆังหงาย ส่วนการเร่งจะมีทิศทางตรงข้ามกับแบบพาราโบลาระฆังคว่ำ หากมองในส่วนความเร็วของจีพีเอส จะเพิ่มขึ้นเมื่อมี

การเร่ง และลดลงเมื่อมีการเบรค เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงในส่วนของการเลี้ยวและเปลี่ยนเลน พบว่าข้อมูลทิศทางในการเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกันจะทำให้ข้อมูลลักษณะกราฟของเซ็นเซอร์ magnetic มีค่าเหมือนกันกล่าวคือการเปลี่ยนแปลงของกราฟเซ็นเซอร์นี้ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่ารถเคลื่อนที่ไปทิศทางใด แต่หากจำแนกว่าเป็นการเลี้ยวหรือเปลี่ยนเลนจะสามารถระบุได้ ซึ่งเมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงค่าทิศทางในการเคลื่อนที่ของจีพีเอสจะมีลักษณะคล้ายของกราฟที่ไม่สามารถบอกทิศทางได้เช่นกัน ส่วนเซ็นเซอร์ gyroscope นั้นจะสามารถบ่งบอกทิศทางในการเลี้ยวหรือเปลี่ยนเลนได้ ความแตกต่างระหว่างเหตุการณ์อันตรายและไม่อันตรายนั้น สามารถดูได้จากเซ็นเซอร์ accelerometer ลักษณะของกราฟที่แสดงนั้นแกน Y แทนด้วยค่าของข้อมูลที่ได้มาจากเซ็นเซอร์และแกน X จะถูกแสดงด้วยเวลา ในการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์อันตรายและไม่อันตรายของเหตุการณ์เดียวกันลักษณะกราฟจะมีทิศทางเดียวกัน แต่ความกว้างของช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงของกราฟจะสั้นกว่าเหตุการณ์ปกติเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่อันตราย

## 2.7 งานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้สำหรับการนำข้อมูลเซ็นเซอร์บนสมาร์ตโฟนมาใช้งานตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ที่ได้รวบรวมและศึกษามามีดังนี้

งานวิจัยของ ปริศนา (K. Yamphean, 2012) มีการวิเคราะห์หาทิศทางเคลื่อนที่ของรถในทิศทาง Lateral และ Longitudinal จากการคำนวณหาค่าความแตกต่างข้อมูลจากจีพีเอสของจุดสองจุด โดยสามารถระบุถึงเหตุการณ์การขับขี่ได้ 6 เหตุการณ์ คือ การเบรค การเร่ง การเปลี่ยนเลน ซ้าย การเปลี่ยนเลนขวา การเลี้ยวซ้าย และการเลี้ยวขวา สำหรับขั้นตอนนี้เนื่องจากมีการนำจีพีเอสมาใช้งานแต่ความถี่ของจีพีเอสนั้นมีความถี่น้อยกว่าเซ็นเซอร์อื่น ๆ และใช้พลังงานในการคำนวณมากกว่าเมื่อใช้ความถี่สูง

งานวิจัยของ เฉลิมพล (C. Saiprasert, October 2013) ได้นำเสนอผลงานที่ใช้ข้อมูลของเซ็นเซอร์ accelerometer มาใช้เทคนิค pattern matching เพื่อหาความเหมือนของลักษณะข้อมูลในรูปแบบ time series โดยเลือกใช้ Dynamic Time Warping ในการคำนวณ และใช้เซ็นเซอร์เพียงอย่างเดียวในการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่และสามารถหาจำนวนเหตุการณ์ได้เท่ากับงานวิจัยของ ปริศนา

Johnson และ Trevidi (Trevidi, 2011) นำเสนองานวิจัยที่ใช้เซ็นเซอร์มากกว่า 1 อย่างมาใช้วิเคราะห์หาพฤติกรรมการขับขี่ โดยเลือกใช้ข้อมูลของเซ็นเซอร์ accelerometer มาใช้เทคนิค pattern matching เพื่อหาความคล้ายของกราฟเช่นเดียวกันงานของ เฉลิมพล เพื่อมาวิเคราะห์หาทิศ

ทางการเคลื่อนที่ในทิศ lateral และนำข้อมูลของเซ็นเซอร์ magnetic และข้อมูลของเซ็นเซอร์ gyroscope มาวิเคราะห์หาทิศทาง longitudinal

Dai (J. Dai,2010) ได้ นำเสนองานวิจัยที่แตกต่างจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น โดยให้ความสนใจกับการตรวจจับพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์ขณะขับรถ โดยใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ accelerometer รวมกับการใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ orientation มาช่วยตรวจจับการเผลอของรถ เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างการขับรถปกติ กับผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับรถ

นอกจากเรื่องของ การตรวจจับพฤติกรรมการขับที่จากข้อมูลเซ็นเซอร์จากสมาร์ตโฟนแล้ว งานวิจัยของ Fazeen (M. Fazeen, 2012) ได้ นำเสนองานที่นำไปให้ตรวจจับการเกิดหลุมบ่อบนผิวถนน และตำแหน่งของเนินชะลอความเร็วรถ จากการใช้ข้อมูลของเซ็นเซอร์ accelerometer และจีพีเอสเพื่อระบุตำแหน่งที่เกิดขึ้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดสามารถสรุปการใช้งานเซ็นเซอร์ของแต่ละงานวิจัยได้ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 งานวิจัยกับการใช้ข้อมูลเซ็นเซอร์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่

งานวิจัย	Sensor name				
	accelerometer	magnetic	gyroscope	GPS	orientation
Driving Events Detection and Classification using GPS Data from Smartphone. (K. Yamphan, 2012)				✓	
Detecting Driving Events Using Smartphone (C. Saiprasert, October 2013)	✓				



ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

งานวิจัย	Sensor name				
	accelerometer	magnetic	gyroscope	GPS	orientation
Driving Style Recognition Using a Smartphone as a Sensor Platform (Trevidi, 2011)	✓	✓	✓		
Safe Driving Using Mobile Phones (M. Fazeen, 2012)	✓				
Mobile Phone Based Drunk Driving Detection (J. Dai, 2010)	✓				✓
งานวิจัยนี้	✓	✓	✓	✓	

ตารางที่ 2.3 แสดงถึงการนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์มาช่วยวิเคราะห์พฤติกรรมรถขับขี่จากสมาร์ทโฟน โดยงานวิจัยส่วนใหญ่เลือกใช้ข้อมูลเซ็นเซอร์ accelerometer มาใช้งานเนื่องจากเป็นเซ็นเซอร์พื้นฐานที่มีอยู่ในสมาร์ทโฟน และลักษณะของเซ็นเซอร์นี้สามารถวัดทิศทางการเปลี่ยนแปลงได้ 3 ทิศทาง เพื่อหาทิศทางการเคลื่อนที่ทิศ lateral และ longitudinal ของการเคลื่อนที่ของรถ งานวิจัยที่นำเซ็นเซอร์ gyroscope มาใช้งานวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับพฤติกรรมรถขับขี่ในทิศทาง longitudinal แต่เซ็นเซอร์นี้การนำมาใช้งานไม่ได้มีอยู่ในทุกอุปกรณ์ สำหรับจีพีเอสคือเซ็นเซอร์ที่เข้าถึงได้ง่ายและมีขั้นตอนการใช้งานที่ง่ายที่สุดและยังสามารถหาพฤติกรรมรถขับขี่ได้ทั้ง lateral และ longitudinal ได้เช่นกัน แต่ข้อเสียของเซ็นเซอร์นี้คือ การใช้งานพลังงานของสมาร์ทโฟนค่อนข้างมาก จากความแตกต่างข้อดีและข้อเสียของการใช้งานเซ็นเซอร์ต่างๆ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอความถูกต้องของแต่ละเซ็นเซอร์เมื่อถูกนำมาใช้หาพฤติกรรมรถขับขี่ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เพื่อให้เป็นการอ้างอิงการนำไปใช้งานจริง

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับการวิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่จากข้อมูลเซ็นเซอร์บนสมาร์ตโฟน โดยมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

- 3.1 การวางแผนการทดสอบ
- 3.2 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัย
- 3.3 ทดสอบเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของงานวิจัย
- 3.4 ทดสอบเก็บข้อมูลด้วยการขับขี่เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่
- 3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเซ็นเซอร์และข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่
- 3.6 การพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่
- 3.7 การพัฒนาโปรแกรมทำนายพฤติกรรมการขับขี่

#### 3.1 การวางแผนการทดสอบ

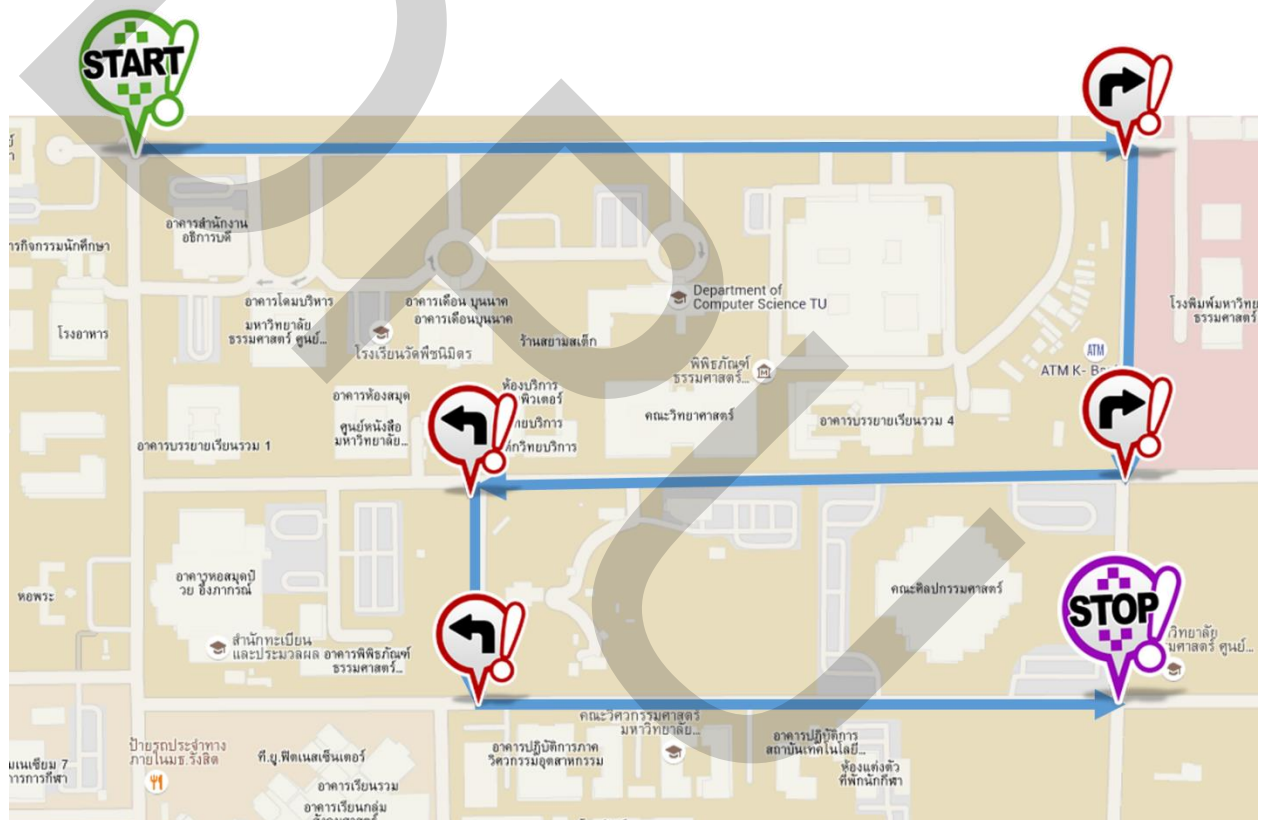
ก่อนการเริ่มพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้การวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์หาปัจจัยที่ทำให้งานวิจัยนี้มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด และได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับการนำไปใช้งานจริงที่สุด จากการประเมินเพื่อหาปัจจัยที่เป็นตัวแปรสำคัญสำหรับการทดสอบการขับขี่สำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่ คนขับรถ จำนวนผู้สังเกตการณ์ รถยนต์ สมาร์ตโฟน และเส้นทางที่ใช้ในการทดสอบ

##### 3.1.1 การเลือกผู้เข้าร่วมการทดสอบ

ผู้เข้าร่วมการทดสอบมีความสำคัญมากที่สุดในเรื่องของข้อมูลที่จะได้รับการทดสอบการขับขี่ โดยข้อมูลที่จะได้รับการทดสอบการขับขี่จากผู้เข้าร่วมทดสอบ ได้แก่ ข้อมูลจากเซ็นเซอร์จากสมาร์ตโฟนที่เก็บระหว่างการทดสอบการขับขี่ และข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่จากการประเมิน โดยผู้สังเกตการณ์ จากข้อมูลที่ต้องการจากการทดสอบการขับขี่จึงแบ่งประเภทของผู้เข้าร่วมการทดสอบ 2 ประเภท คือ ผู้ขับขี่รถสำหรับการทดสอบ และผู้สังเกตการณ์สำหรับบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ระหว่างการขับขี่

### 1. คนขับรถสำหรับทดสอบ

คนขับรถสำหรับการทดสอบ งานวิจัยคัดเลือกผู้ที่มีประสบการณ์ขับขี่เป็นประจำทุกวัน และมีประสบการณ์การขับขี่รถแบบอัตโนมัติบนท้องถนนจริง เพื่อนำประสบการณ์นี้มาทดสอบการขับขี่แบบอัตโนมัติตามประเภทต่าง ๆ ตามที่ในงานวิจัยนี้กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ข้อมูลของเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟนเป็นรูปแบบการเกิดเหตุการณ์ขับขี่แบบอัตโนมัติที่เหมือนกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงบนท้องถนน ผู้ขับขี่มีหน้าที่ขับรถตามเส้นทางทดสอบที่ถูกกำหนดไว้ และมีแผนที่การขับขี่สำหรับการทำเหตุการณ์ต่าง ๆ ระหว่างทดสอบการขับขี่ตาม ภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนการทดสอบการขับขี่สำหรับคนขับรถ

ภาพที่ 3.1 แสดงแผนการทดสอบที่เตรียมไว้ให้สำหรับคนขับรถสำหรับการทดสอบเพียงคนเดียว เพื่อให้ทราบถึงเส้นทางทดสอบ และเหตุการณ์การขับขี่ที่ต้องการจากการทดสอบในแต่ละเส้นทาง โดยในใบงานที่มอบให้กับผู้ขับขี่นั้นจะแบ่งเส้นทางที่ทดสอบเป็นเส้นทางย่อย ๆ โดยมีข้อมูลของจุดเริ่มต้น เส้นทาง ทิศทางการเคลื่อนที่ จุดสิ้นสุด พร้อมทั้งบอกตำแหน่งที่ให้ผู้ขับขี่

ทำเหตุการณ์อันตรายต่าง ๆ ตามใบงาน จากภาพมีเหตุการณ์ขับขี่ที่ต้องการจากใบงาน คือ การเลี้ยวขวาอันตราย และการเลี้ยวซ้ายอันตราย อย่างละ 2 ครั้ง แต่ในระหว่างนั้นผู้ขับขี่อาจจะเกิดเหตุการณ์การขับขี่เพิ่มเติมขึ้นได้นอกจากใบงานซึ่งขึ้นอยู่กับผู้สังเกตการณ์ที่จะเป็นคนประเมินว่าเกิดเหตุการณ์เหล่านั้น

## 2. ผู้สังเกตการณ์สำหรับเก็บข้อมูลเหตุการณ์ในการขับขี่

สำหรับผู้สังเกตการณ์และบันทึกพฤติกรรมกรรมการขับขี่ระหว่างการทดสอบ จากงานวิทยานิพนธ์นี้เลือกตัวอย่างผู้ทดสอบเป็นจำนวนที่เป็นเลขคู่ เพราะหลังจากการเก็บข้อมูลการทดสอบแล้ว งานวิจัยนี้มีการคัดเลือกข้อมูลเหตุการณ์ในการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ที่ประเมินเหตุการณ์เดียวกันในเวลาใกล้เคียงกันด้วยจำนวนคนที่ทายมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้สังเกตการณ์ทั้งหมด (majority vote) เช่น การเบรก การเร่ง การเลี้ยว หรือการเปลี่ยนเลน สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกผู้สังเกตการณ์ทั้งหมด 3 คน โดยแบ่งเป็นเพศชาย 2 คน และเพศหญิง 1 คน โดยมีประสบการณ์การขับขี่รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นประจำ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง (Ground Truth) ในงานวิจัยต่อไป

## 3. รถยนต์สำหรับการทดสอบ

รถยนต์ที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ คือรถยนต์ส่วนบุคคลยี่ห้อ ฮอนด้า จากภาพที่ 3.2 เป็นรถยนต์ที่ผู้ขับขี่ใช้งานเป็นประจำ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับรถยนต์ ทำให้การขับขี่ระหว่างการทดสอบผู้ขับขี่จะไม่มี ความกังวลในเรื่องของรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพที่ 3.2 รถยนต์ Honda ที่ใช้ในการทดสอบ

#### 4. สมาร์ทโฟนที่ใช้สำหรับการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ และพฤติกรรมการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ของงานวิจัยนี้ คือ สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่มีความฉลาด สามารถติดตั้งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองลงในอุปกรณ์ และการใช้งานของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในปัจจุบันมีจำนวนมากกว่าระบบปฏิบัติการอื่น ๆ เพื่อช่วยเรื่องความถูกต้องของเวลาในการเก็บข้อมูล และความยุ่งยากในการเก็บข้อมูลจากผู้สังเกตการณ์ระหว่างการทดสอบได้ จากงานวิจัยนี้ได้แบ่งหน้าที่การทำงานของสมาร์ทโฟนออกเป็น 3 หน้าที่ คือ เก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ของสมาร์ทโฟน เก็บข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ และวิเคราะห์ข้อมูล จากความแตกต่างกันของแต่ละหน้าที่งานวิจัยจึงต้องเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงานต่าง ๆ ภาพที่ 3.3 แสดงสมาร์ทโฟนที่งานวิจัยนี้เลือกมาใช้งาน



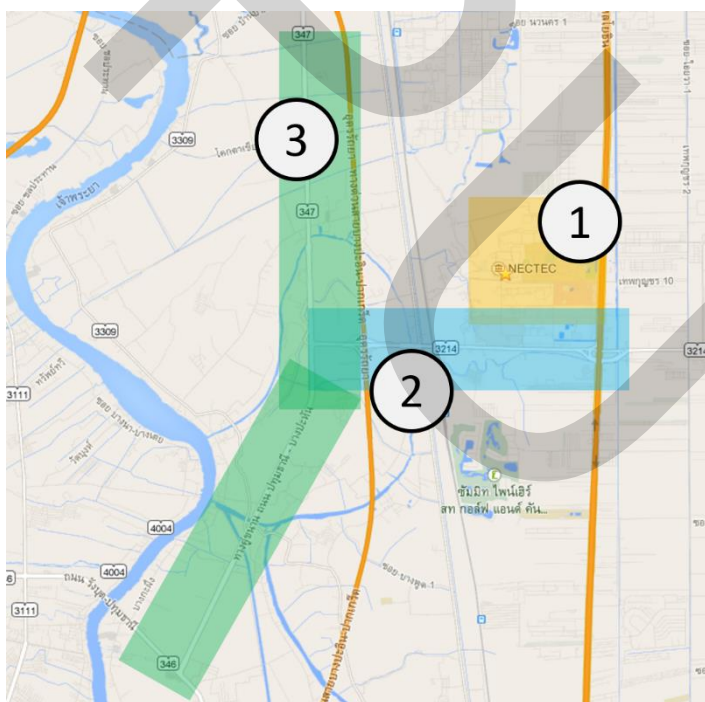
ภาพที่ 3.3 สมาร์ทโฟนที่ใช้ในงานวิจัย

จาก ภาพที่ 3.3 แสดงสมาร์โฟนยี่ห้อ HTC One Max, HTC One X, Samsung Galaxy S4 mini และ Samsung Duos 2 โดยประสิทธิภาพการทำงานของโทรศัพท์ทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีความแตกต่างกัน โดยรุ่น HTC One Max จะมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดในเรื่องของหน่วยประมวลผล 1.7 GHz และมีจำนวนเซ็นเซอร์ในอุปกรณ์ที่ครอบคลุมสำหรับงานวิจัยที่สนใจทั้งหมด คือ accelerometer sensor, magnetic sensor, gyroscope sensor และ GPS สำหรับรุ่นอื่น ๆ ที่ใช้งานไม่มีเซ็นเซอร์ gyroscope ติดตั้งในอุปกรณ์ ดังนั้นจากความแตกต่างและความเหมาะสมของสมาร์ทโฟนที่ใช้ในงานวิจัยนี้จึงแบ่งหน้าที่การทำงานทั้ง 3 หน้าที่ตามอุปกรณ์ ดังนี้ สมาร์ทโฟนสำหรับเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวของรถจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เลือกสมาร์โฟนรุ่น HTC One Max สำหรับเก็บ

ข้อมูลเนื่องจากมีเซ็นเซอร์ครบตามที่งานวิจัยนี้ต้องการ และเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูงและมีขนาดหน้าจอที่มีขนาดใหญ่ 5.5 นิ้วทำให้ถูกนำมาใช้งานเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากการขับขี่ทดสอบอีกหนึ่งหน้าที่ ส่วนสมาร์ตโฟน 3 รุ่นที่เหลือ ได้แก่ HTC One X, Samsung Galaxy S4 mini และ Samsung Duos 2 นำมาใช้งานสำหรับเก็บข้อมูลเหตุการณ์ในการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ โดยมีหน้าที่หลักคือ บันทึกเวลา และเหตุการณ์การขับขี่ลงใน text file เท่านั้น

#### 5. เส้นทางสำหรับการทดสอบ

ตัวแปรที่มีความสำคัญในการทดสอบการขับขี่อีกตัวแปรหนึ่ง คือ เส้นทางสำหรับการทดสอบการขับขี่ เนื่องจากต้องเลือกเส้นทางที่มีความหลากหลายในการทดสอบ และเป็นเส้นทางที่ใช้งานจริงของคนใช้รถใช้ถนนทั่วไปขับขี่ จากงานวิจัยนี้เลือกเส้นทางบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เป็นพื้นที่สำหรับการขับขี่รถสำหรับการทดสอบ จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนของพื้นที่บริเวณที่ทำการทดสอบพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึงปีพ.ศ. 2555 มีอุบัติเหตุบนท้องถนนเฉลี่ยประมาณ 400 ครั้งต่อปี จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดนี้มีจำนวนครั้งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ 390 ครั้ง และเสียชีวิต 10 ครั้ง (บริษัทกลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ, 2015)



ภาพที่ 3.4 แผนที่ทดสอบการขับขี่บริเวณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต

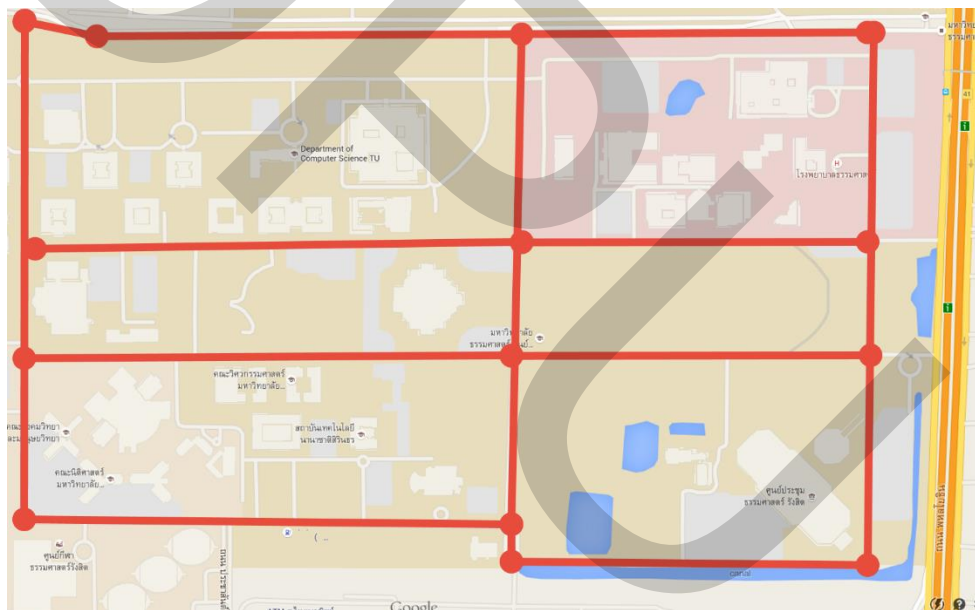
จากภาพที่ 3.4 แสดงแผนที่ที่ใช้สำหรับการทดสอบ สามารถแบ่งลักษณะพื้นที่ที่ใช้สำหรับการทดลองได้ 3 แบบ คือ

พื้นที่สี่เหลี่ยมหรือหมายเลข 1 คือ พื้นที่ที่มีสี่แยก และแยกต่าง ๆ จำนวนมากเนื่องจากเป็นพื้นที่ในมหาวิทยาลัย โดยมีถนน 2 เลน และถนน 4 เลนในพื้นที่นี้

พื้นที่สี่ฟ้หรือหมายเลข 2 คือ พื้นที่ที่มีปริมาณรถหนาแน่น เป็นเส้นทางมาจากถนนพหลโยธินสายหลัก เพื่อขึ้นทางด่วนเชิงรอกใหญ่ มีถนนด้านละ 4 เลน

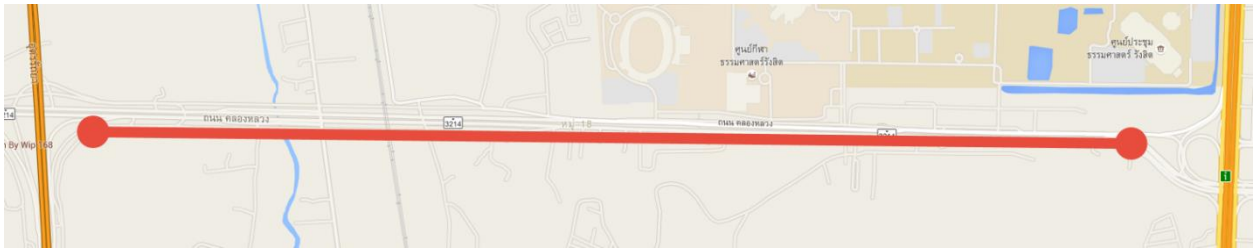
พื้นที่สี่เหลี่ยมหรือหมายเลข 3 คือ พื้นที่ที่มีปริมาณรถน้อย เป็นถนนที่เส้นทางยาว และมีจำนวนของเลนด้านละ 8 เลน โดยแบ่งเป็นเลนด้านใน และเลนด้านนอก อย่างละ 4 เลน

จากข้อมูลประเภทของถนนที่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 แบบ งานวิจัยนี้จึงวางแผนการขับขี่เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัยแตกต่างกันตามของสภาพถนนที่ใช้สำหรับการทดสอบ โดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้



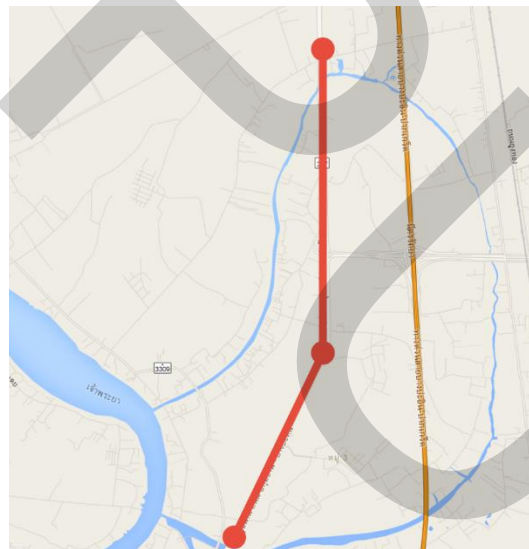
ภาพที่ 3.5 แผนที่ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต

จากภาพที่ 3.5 แสดงเส้นทางการทดสอบภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต จากลักษณะทางกายภาพของถนนบริเวณนี้ จะมีจุดตัดของแยกต่าง ๆ จากภาพคือจุดวงกลมสีแดง ทำให้ในงานวิจัยนี้จะเน้นให้ผู้ขับขี่ขับรถที่อันตราย และปกติ ด้วยการเลี้ยวเป็นส่วนใหญ่งานวิจัย โดยจะเก็บข้อมูลโดยรอบจำนวน 3 รอบมีระยะทางโดยรวมประมาณ 29.2 กิโลเมตร



ภาพที่ 3.6 แผนที่ถนนรอบนอกของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ราชบุรี

ภาพที่ 3.6 แสดงลักษณะทางกายภาพของถนนที่อยู่รอบนอกของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ราชบุรี เป็นถนนเชื่อมต่อกับถนนพหลโยธินที่เป็นเส้นทางหลักในการเดินทางไปทางภาคเหนือ กับเส้นทางขึ้นทางด่วนเชิงรากล ทำให้บริเวณนี้มีจำนวนรถหนาแน่น งานวิจัยนี้จึงเน้นการเปลี่ยนแปลง การเบรค และการเร่งเป็นหลักสำหรับถนนเส้นนี้ตามสภาพแวดล้อมจริงของถนน โดยทดสอบขับขึ้นเส้นทางนี้จำนวน 3 รอบ ระยะรวมประมาณ 11.2 กิโลเมตร



ภาพที่ 3.7 เส้นทางถนนเชิงรากลใหญ่

ถนนเส้นนี้มีลักษณะทางกายภาพที่มีเลนจำนวนมาก คือ ฝั่งละ 8 เลน และในแต่ละฝั่งมีเลนด้านในและด้านนอกอย่างละ 2 เลน มีปริมาณรถน้อยและสามารถใช้ความเร็วได้สูง จากภาพที่ 3.7 แสดงเส้นสีแดงที่เป็นเส้นทางสำหรับการทดสอบการขับขี่เพื่อเก็บข้อมูล จากลักษณะของถนนที่กล่าวมา ถนนเส้นนี้มีความเหมาะสมกับการทำเหตุการณ์การขับขี่ที่อันตรายได้ โดยปลอดภัยกับคนใช้รถใช้ถนนทั่ว ๆ ไปได้แก่ การเปลี่ยนแปลงแบบอันตราย การเบรค และการเร่งแบบอันตราย รวมถึง



การใช้ความเร็วในการทดสอบได้มาก สำหรับถนนเส้นนี้มีการทดสอบจำนวน 3 รอบ โดยมีระยะทางรวมประมาณ 20.9 กิโลเมตร

จากเส้นทางการทดสอบทั้งหมดที่กล่าวมา งานวิจัยนี้จะเน้นเก็บข้อมูลกับถนนที่มีผู้ใช้รถใช้ถนนจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลกับความเป็นจริงที่ใกล้เคียงในการขับขี่ของคนทั่วไปมากที่สุด โดยใช้ระยะทางรวมทั้งหมดในการเก็บข้อมูลทั้งหมด 71.3 กิโลเมตร โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลประมาณ 2 ชั่วโมง

### 3.2 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มีขั้นตอนหลายขั้นตอนในการทำงานวิจัยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา เพื่อนำไปใช้งานจริงไม่ว่าจะเป็น การเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เก็บข้อมูลจากผู้สังเกตการณ์มากกว่า 1 คน และการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากการเก็บข้อมูลมาแล้ว ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่มาจากหลากหลายอุปกรณ์ จึงพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนขึ้นมาเพื่อช่วยเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลเมื่อนำมารวมกัน รูปแบบของการเก็บข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งการลดเวลาในการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้เวลามาก อย่างเช่น การจับบันทึกเหตุการณ์การขับขี่ด้วยกระดาษในการทดสอบการขับขี่ หรือการรวมข้อมูลของเซ็นเซอร์บนสมาร์ตโฟนกับข้อมูลเหตุการณ์ในการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คนมาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นจึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อตอบโจทย์การทำงานต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ขึ้นทั้งหมด 3 แอปพลิเคชัน คือ แอปพลิเคชัน sensor logger, แอปพลิเคชัน behaviour collector และแอปพลิเคชัน data analyser โดยมีรายละเอียดของแต่ละแอปพลิเคชันดังนี้

#### 3.2.1 แอปพลิเคชันสำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์บนอุปกรณ์มือถือ (sensor logger application)

แอปพลิเคชัน sensor logger ที่พัฒนาขึ้นมีหน้าที่สำคัญ คือ การเก็บข้อมูลดิบที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของรถจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ บนสมาร์ตโฟนที่ใช้เป็นข้อมูลรูปแบบอ้างอิงการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ และเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการทดลองและหาผลการทดลองของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ แอปพลิเคชันนี้ที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงรายชื่อของเซ็นเซอร์ทั้งหมดที่อุปกรณ์มีเพื่อเลือกเก็บข้อมูลตามที่คุณใช้งานสนใจ และบันทึกลงใน text file ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานเดียวกันกับแอปพลิเคชันทั้งหมดในงานวิจัยนี้ ความแตกต่างแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นกับแอปพลิเคชันที่มีอยู่ทั่วไปที่สามารถ download ได้จาก Play store นั้น คือ ความสามารถที่ยังไม่สามารถตอบโจทย์งานวิจัยนี้ได้แก่ การตั้งค่าความถี่ที่ต้องการเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์แต่ละตัว รวมทั้งการตั้งเวลาสำหรับการเริ่มเก็บข้อมูล ซึ่ง 2 สิ่งนี้มีความสำคัญในงานวิจัยที่ทำนี้มาก เรื่องความถี่ แอปพลิเคชันทั่ว ๆ ไปจะไม่สามารถกำหนดเวลาการรับข้อมูลระดับ millisecond ทำได้เพียงเลือกระดับ

ความถี่ สูง กลาง ต่ำ ในการเก็บข้อมูล ทำให้เวลาที่ข้อมูลเข้ามานั้นมีระยะห่างของเวลาที่ไมเท่ากัน และอีกเรื่องหนึ่งคือเวลาในการเก็บข้อมูล เวลาในการเก็บข้อมูลมีความสำคัญในงานวิจัยนี้เนื่องจากการเก็บข้อมูลมีจำนวนอุปกรณ์จำนวน 4 เครื่องและมีหน้าที่ 2 หน้าที่ คือ เก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ และเก็บข้อมูลเหตุการณ์การขับขี่ ทำให้ขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูลต้องนำเวลาของทุก ๆ อุปกรณ์มา synchronize กันเพื่อเทียบช่วงการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ของการขับขี่ได้อย่างถูกต้อง แต่แอปพลิเคชันทั่ว ๆ ไปจะไม่สามารถทำได้ แต่ปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถแก้ไขได้ด้วยแอปพลิเคชัน sensor logger ที่พัฒนาสำหรับงานวิจัยนี้



ภาพที่ 3.8 แอปพลิเคชันสำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ (sensor logger)

จากภาพที่ 3.8 แสดงหน้าจอของแอปพลิเคชัน sensor logger โดยแอปพลิเคชันมีส่วนประกอบทั้งหมด 4 ส่วน คือ

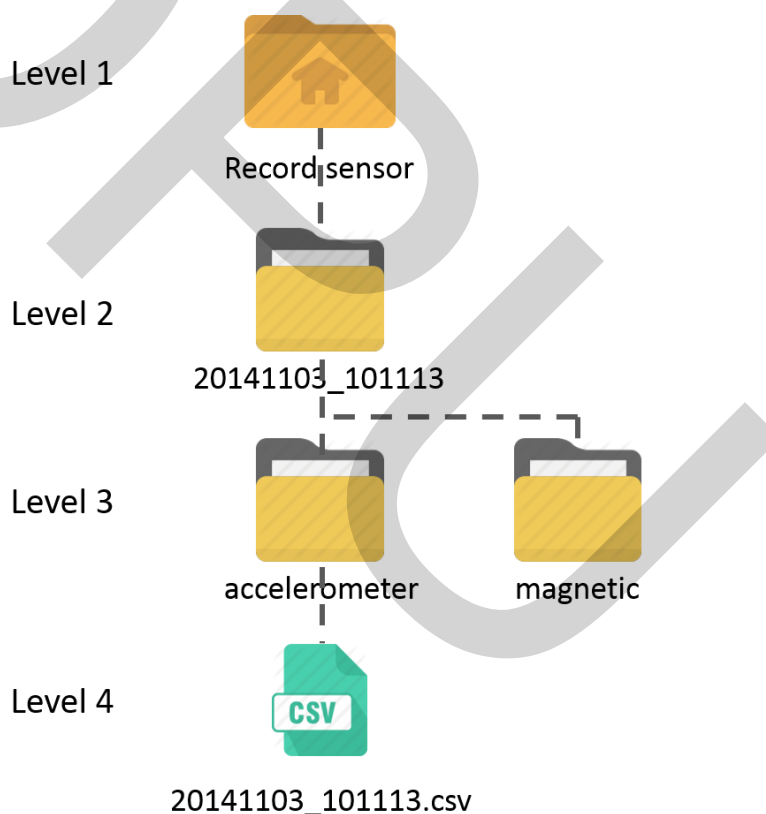
หมายเลข 1 คือ ปุ่มตั้งค่า ผู้ใช้งานสามารถปรับตั้งค่าความถี่ของเซ็นเซอร์ที่ต้องการเก็บข้อมูลได้ โดยมีหน่วยเป็น millisecond

หมายเลข 2 คือ ปุ่มแสดงเวลา ขณะกำลังเก็บข้อมูล ตัวอย่างที่แสดงคือเวลาปัจจุบันขณะกำลังเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์เป็นเวลา 13:44:42 น. โดยเมื่อผู้ใช้งานกดที่เวลาจะสามารถปรับเวลาให้ช้าและเร็วขึ้นในระดับวินาทีได้เพื่อให้เวลาเหมือนกับกับอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูลอื่น ๆ

หมายเลข 3 คือ รายชื่อของเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ทั้งหมด โดยผู้ใช้งานสามารถกดที่ checkbox เพื่อเลือกเซ็นเซอร์ที่ต้องการเก็บข้อมูล ตัวอย่างที่แสดงจะเลือกเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ 3 ชนิด คือ accelerometer sensor, orientation sensor และ linear accelerometer sensor

หมายเลข 4 คือ ปุ่มบันทึกข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่เลือกไว้ เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มบันทึกแอปพลิเคชันจะแสดงที่อยู่ directory ที่เก็บไฟล์ของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ขึ้นมาให้ผู้ใช้งานทราบ

การเก็บข้อมูลของแอปพลิเคชัน sensor logger เมื่อผู้ใช้งานเริ่มบันทึกข้อมูล ข้อมูลของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ จะถูกบันทึกลงใน directory ตามแผนภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แผนภาพการเก็บข้อมูลแอปพลิเคชัน sensor logger

จากแผนภาพที่ 3.9 แสดงระดับการจัดเก็บของข้อมูลเซ็นเซอร์ของสมาร์ตโฟนหลังจากการบันทึก แผนภาพแสดงระดับการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ระดับ ระดับแรกคือ directory ที่เก็บ

ข้อมูลจากงานวิจัยทั้งหมด ชื่อ “Record sensor” มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลเซ็นเซอร์ของงานวิจัยทั้งหมด เอาไว้ รวมถึงข้อมูลพฤติกรรมกรับชี้จากผู้สังเกตการณ์ และข้อมูลหลังจากการวิเคราะห์ ระดับที่ 2 คือ directory สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละครั้งของการทดลอง โดยแยกออกเป็น directory ที่ใช้ชื่อตามเวลาการเก็บข้อมูลจากตัวอย่าง 20141103\_101113 มาจากวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เวลา 10:11:13 น. ระดับที่ 3 คือ directory สำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานเลือกไว้โดยแยกตามชื่อของเซ็นเซอร์ที่บันทึก และระดับสุดท้าย คือ ไฟล์ที่เก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์แต่ละชนิด เอาไว้ในรูปแบบ csv ภายในของไฟล์ csv นี้มีลักษณะตามภาพที่ 3.10

1	1417144283039,-0.0722554,1.2415807,10.177587
2	1417144283298,0.43141416,1.7576067,9.810426
3	1417144283515,-0.02400668,1.3798546,9.080223
4	1417144283755,0.09308472,0.9620912,9.645085
5	1417144284009,0.4084666,1.3992717,10.190532
6	1417144284248,-0.5353254,1.0197543,9.843376
7	1417144284469,0.28313762,0.7031957,10.46296
8	1417144284719,-0.27760667,1.085655,9.612723
9	1417144284941,-0.14580527,1.2468764,10.066968
10	1417144285183,0.39846382,0.7173172,9.610371

ภาพที่ 3.10 ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่เก็บจากแอปพลิเคชัน sensor logger

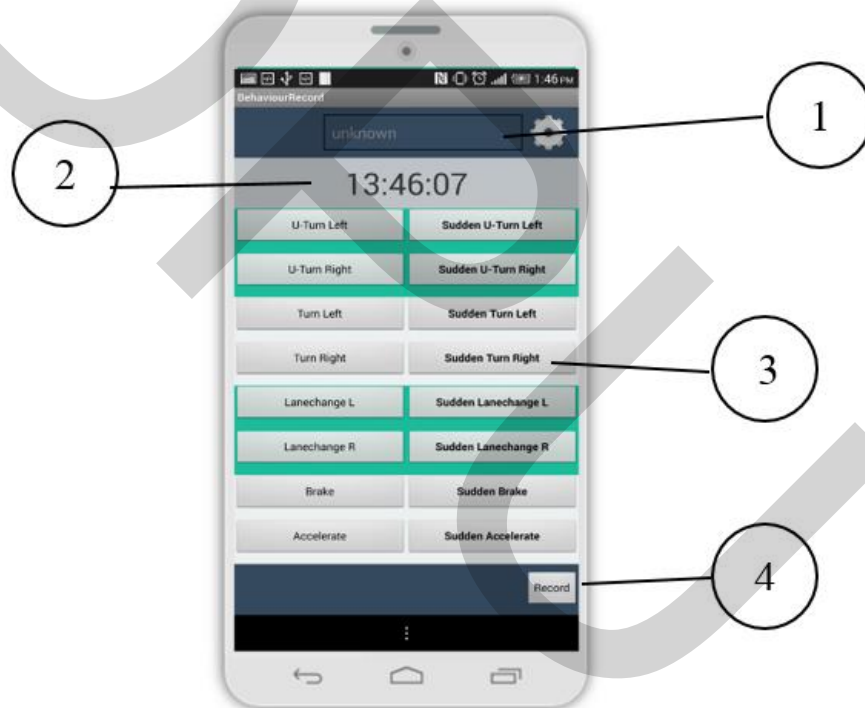
จากภาพที่ 3.10 แสดงข้อมูลที่เก็บไว้หลังจากการบันทึกข้อมูลเซ็นเซอร์ โดยลักษณะของข้อมูลมี 2 ส่วน คือ เวลา (timestamp) และ ข้อมูลของเซ็นเซอร์ ส่วนของเวลา (timestamp) เป็นเวลาที่มีหน่วยเป็น millisecond ที่เริ่มนับตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม 1970 (Wikipedia, 2015) เพื่อให้ได้เวลาที่มีความละเอียดที่สุดของการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ ที่ใช้ความถี่ในการเก็บข้อมูล 5 Hz หรือมีเวลาน้อยกว่าหนึ่งวินาทีในการรับข้อมูลในแต่ละค่า ตัวอย่างเช่น 1417144283039 คือ วันศุกร์ที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เวลา 10:11:23 น. ข้อมูลที่ต่อจากข้อมูลของเวลา คือ ข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่มาจาก accelerometer sensor โดยข้อมูลของเซ็นเซอร์นี้มีค่าจากการเปลี่ยนแปลงของเซ็นเซอร์ทั้ง 3 แกน คือ x, y, z ดังนั้นการกำหนดการเก็บข้อมูลจึงคั่นด้วย “,” ในแต่ละค่าของข้อมูลไว้เพื่อนำไปแยกข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ได้สะดวกมากขึ้น

### 3.2.2 แอปพลิเคชันสำหรับเก็บข้อมูลพฤติกรรมกรับชี้ (behaviour collector application)

แอปพลิเคชัน behaviour collector เป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อบันทึกข้อมูลพฤติกรรมกรับชี้จากผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คน โดยจะบันทึกเวลา และเหตุการณ์การจับชี้ที่เกิดขึ้นระหว่างการจับชี้ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยเรื่องการจัดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นลงใน

กระดาศ ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการจดมีความคลาดเคลื่อนของเวลาจากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากการเกิดเหตุการณ์การขับขี่นั้นเป็นการเกิดช่วงเวลาสั้น ๆ ด้วยหน่วยเป็นวินาที ดังนั้นแอปพลิเคชันนี้จึงตอบ โจทย์การบันทึกข้อมูลของงานวิจัยนี้ด้วยการเพียงกดปุ่มเพียง 1 ครั้งต่อเหตุการณ์ และแอปพลิเคชันสามารถกำหนดเวลาในการเริ่มบันทึกข้อมูลเพื่อให้อุปกรณ์ทุกเครื่องที่ใช้เก็บข้อมูลมีเวลาเริ่มต้นที่เป็นเวลาเดียวกัน ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากการทดลองที่ต้องใช้ข้อมูลเรื่องของเวลาเป็นหลักในการ synchronize ระหว่างข้อมูลพฤติกรรมรถขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คน และข้อมูลเซ็นเซอร์จากมือถือ เพื่อวิเคราะห์ช่วงที่ทำนายเหตุการณ์การเดียวกัน ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันเป็นข้อมูลอ้างอิงในอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่

สำหรับส่วนประกอบของแอปพลิเคชัน behaviour collector นี้มีลักษณะตามภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แอปพลิเคชันสำหรับบันทึกพฤติกรรมรถขับขี่ (behaviour collector)

จากภาพที่ 3.11 แสดงหน้าจอการทำงานของแอปพลิเคชัน behaviour collector โดยการทำงานหลัก คือ ผู้ใช้งานตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการบันทึก กดบันทึก หลังจากนั้นเมื่อเกิดเหตุการณ์การขับขี่ขึ้นระหว่างการทดสอบผู้ใช้งานสามารถกดเลือกเหตุการณ์นั้น ๆ ผ่านทางหน้าจอของแอปพลิเคชัน

ได้ทันที และจะบันทึกเวลาและเหตุการณ์นั้นลงใน text file สำหรับส่วนประกอบหลักของแอปพลิเคชันแยกตามหมายเลขดังนี้

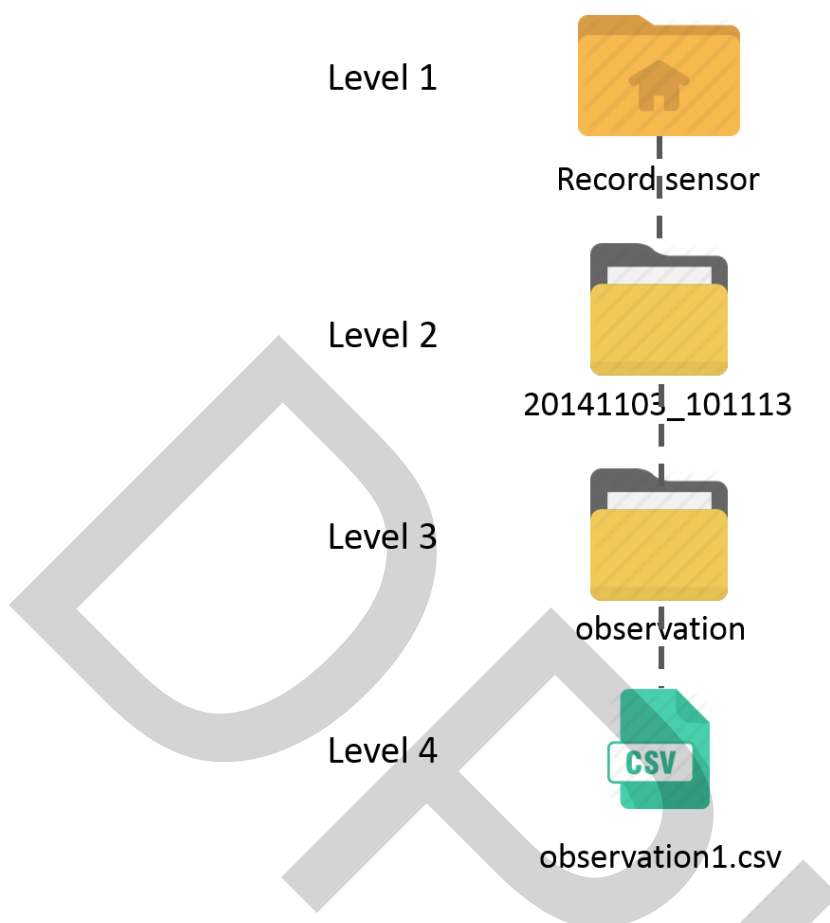
หมายเลข 1 คือ ช่องสำหรับตั้งชื่อ ไฟล์ที่ต้องการเก็บ ใช้สำหรับแยกข้อมูลผู้สังเกตการณ์แต่ละคนออกจากกัน เพื่อใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

หมายเลข 2 คือ เวลาที่กำลังเก็บข้อมูล ณ เวลาขณะนั้น จากภาพตัวอย่างคือ 13:46:07 น. สามารถตั้งเวลาเพิ่มหรือลดลงจากเวลาปกติของเครื่องได้โดยกดที่เวลา ผู้ใช้งานสามารถปรับเวลาโดยใช้หน่วย วินาที

หมายเลข 3 คือ แสดงปุ่มสำหรับกดเลือกเหตุการณ์การขับขี่สำหรับผู้สังเกตการณ์ที่นั่งอยู่ในรถระหว่างการขับรถทดสอบ โดยแบ่งออกเป็น 6 เหตุการณ์ที่งานวิจัยนี้สนใจ คือ การเร่ง (accelerate), การเบรก (brake), การเปลี่ยนเลนขวา (lane change right), การเปลี่ยนเลนซ้าย (lane change left), การเลี้ยวขวา (turn right) และการเลี้ยวซ้าย (turn left) จากพฤติกรรมกรรมการขับขี่ทั้ง 6 เหตุการณ์งานวิจัยนี้มีความสนใจ 2 ชนิด คือ เหตุการณ์ที่ปกติ และเหตุการณ์การขับขี่ที่อันตราย แอปพลิเคชันจะแสดงรายชื่อเหตุการณ์การขับขี่ปกติ ด้านซ้าย และด้านขวาคือเหตุการณ์ที่อันตราย โดยคำว่า “sudden” นำหน้าประโยคนั้น ๆ เช่น การเบรกที่อันตรายจะใช้ sudden brake หรือ การเปลี่ยนเลนขวาอันตราย จะใช้คำว่า sudden lane change right เช่นกัน

หมายเลข 4 คือ ปุ่มบันทึกข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่เลือกไว้ เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มบันทึกแอปพลิเคชันจะแสดงที่อยู่ directory ที่เก็บไฟล์ของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ขึ้นมาให้ผู้ใช้งานทราบ

การเก็บข้อมูลของแอปพลิเคชัน behaviour collector เมื่อผู้ใช้งานเริ่มบันทึกข้อมูล ข้อมูลของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ จะถูกบันทึกลงใน directory ตามแผนภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 แผนภาพการเก็บข้อมูลแอปพลิเคชัน behaviour collector

จากแผนภาพที่ 3.12 แสดงระดับการจัดเก็บของข้อมูลพฤติกรรมกำรขั้บขี้จากผู้สังเกตการณ์ประเมินหลังการบันทึก แผนภาพแสดงระดับการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ระดับ ระดับแรกคือ directory ที่เก็บข้อมูลจากงานวิจัยทั้งหมด ชื่อ “Record sensor” มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลพฤติกรรมกำรขั้บขี้จากผู้สังเกตการณ์ทั้งหมดเอาไว้ รวมถึงข้อมูลเซ็นเซอร์ และข้อมูลหลังการวิเคราะห์ ระดับที่ 2 คือ directory สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละครั้งของการทดลอง โดยแยกออกเป็น directory ที่ใช้ชื่อตามเวลาการเก็บข้อมูลจากตัวอย่าง 20141103\_101113 มาจากวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เวลา 10:11:13 น. ระดับที่ 3 คือ directory สำหรับเก็บข้อมูลที่ผู้ประเมินบันทึกเหตุการณ์กำรขั้บขี้ไว้ และระดับสุดท้ายคือ ไฟล์ที่เก็บข้อมูลของพฤติกรรมกำรขั้บขี้ในรูปแบบ csv ภายในของไฟล์ csv นี้มีลักษณะตามภาพที่ 3.13

1	10:12:39, a
2	10:12:43, a
3	10:12:52, b
4	10:13:27, a
5	10:13:30, a

ภาพที่ 3.13 ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการขับขี่ที่เก็บจากแอปพลิเคชัน behaviour collector

ภาพที่ 3.13 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่ถูกเก็บไว้หลังจากผู้สังเกตการณ์เลือกระหว่างการขับรถทดสอบ รูปแบบการเก็บข้อมูล คือ เวลา และเหตุการณ์การขับขี่ที่ถูกค้นด้วย “;” ตัวอย่างข้อมูลที่แสดงในภาพที่ 3.13

บรรทัดที่ 1 แสดงเวลาที่ผู้สังเกตการณ์กดเลือก 10:12:39 และเลือกเหตุการณ์ a หมายถึง การเร่ง (accelerate) สำหรับตัวย่อที่ใช้ในแอปพลิเคชันนี้แสดงตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวย่อของเหตุการณ์การขับขี่ที่ใช้ในแอปพลิเคชัน behaviour collector

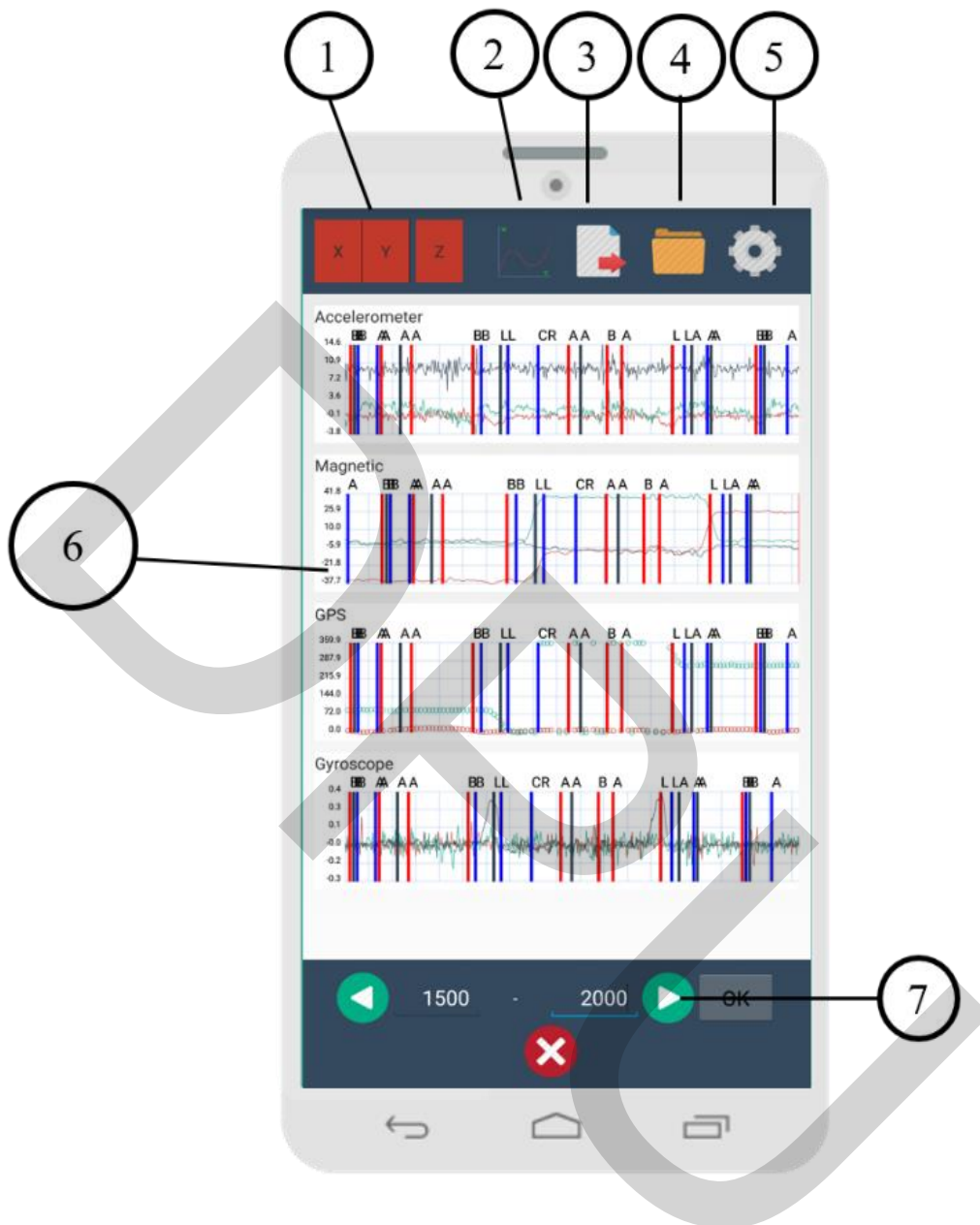
ตัวย่อในแอปพลิเคชัน	ความหมาย
a	การเร่ง แบบปกติ (accelerate)
sa	การเร่ง แบบอันตราย (sudden accelerate)
b	การเบรก แบบปกติ (brake)
sb	การเบรก แบบอันตราย (sudden brake)
cl	การเปลี่ยนเลนซ้าย แบบปกติ (lane change left)
scl	การเปลี่ยนเลนซ้าย แบบอันตราย (sudden lane change left)
cr	การเปลี่ยนเลนขวา แบบปกติ (lane change right)
scr	การเปลี่ยนเลนขวา แบบอันตราย (sudden lane change right)
l	การเลี้ยวซ้าย แบบปกติ (turn left)
sl	การเลี้ยวซ้าย แบบอันตราย (sudden turn left)
r	การเลี้ยวขวา แบบปกติ (turn right)
sr	การเลี้ยวขวา แบบอันตราย (sudden turn right)



### 3.2.3 แอปพลิเคชันสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล (data analyser application)

แอปพลิเคชัน data analyser ที่พัฒนาขึ้นเพื่องานวิจัยนี้ มีหน้าที่สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล เซ็นเซอร์ของสมาร์ตโฟนในการทดสอบการขับขี่ และข้อมูลเหตุการณ์การขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ เพื่อหาช่วงการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ที่เกิดในช่วงข้อมูลเซ็นเซอร์ตรงส่วนใดของข้อมูลเซ็นเซอร์ สมาร์ตโฟน เพื่อเลือกช่วงการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ที่มีผู้สังเกตการณ์บันทึกเหตุการณ์เดียวกัน ในช่วงเดียวกันมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้สังเกตการณ์ทั้งหมด (majority vote) โดยแอปพลิเคชัน ที่พัฒนาขึ้นนี้มีประโยชน์ในการลดขั้นตอนการทำงาน เวลาในการทำงาน และเพิ่มความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้งานในอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมกรขับขี่ งานวิจัยเดิมที่ผ่านมา นั้นใช้วิธีการนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่เก็บไว้สร้างกราฟในโปรแกรม excel เพื่อคุณลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจากนั้นจะนำข้อมูลจากผู้สังเกตการณ์บันทึกมาวาดเส้นลงในกราฟของข้อมูล เซ็นเซอร์ตามเวลาที่เกิดขึ้นจริง และบันทึกช่วงข้อมูลเซ็นเซอร์เฉพาะที่มีการเปลี่ยนแปลงของกราฟ ตามเหตุการณ์การขับขี่นั้น ๆ ขั้นตอนเหล่านี้ใช้เวลาในการทำงานเป็นเวลาหลายวันเนื่องจากข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์มีจำนวนมากกว่า 10,000 จุด และข้อมูลจากพฤติกรรมที่บันทึกจากผู้สังเกตการณ์แต่ละคนจะมีมากกว่า 200 จุดขึ้นไป ดังนั้นการพัฒนาแอปพลิเคชัน data analyser นี้จะช่วยลดปัญหาที่กล่าวมา โดยสามารถลดเวลาในการวิเคราะห์จากเดิม 10 วันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

แอปพลิเคชัน data analyser จะทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากแอปพลิเคชัน sensor logger และ แอปพลิเคชัน behaviour collector จากผู้สังเกตการณ์ทุกคนประเมินไว้ เพื่อวาดกราฟข้อมูล เซ็นเซอร์แต่ละชนิด และวาดเส้นพฤติกรรมกรขับขี่ของผู้สังเกตการณ์แต่ละคนตัดกับข้อมูล เซ็นเซอร์โดยใช้เวลาในการระบุตำแหน่ง จากนั้นผู้ใช้งานจะวิเคราะห์ช่วงข้อมูลจากจุดตัดของกราฟ เซ็นเซอร์ว่าในช่วงใดมีผู้สังเกตการณ์บันทึกเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเดียวกันบ้าง จะเลือกข้อมูลช่วง นั้นผ่านการ touch screen ที่หน้าจอเพื่อ export ออกมาเป็นข้อมูลเหตุการณ์การขับขี่ที่ต้องการใน รูปแบบ csv และนำไปใช้งานในอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมกรขับขี่ต่อไป สำหรับส่วนประกอบของแอปพลิเคชัน data analyser แสดงดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 แอปพลิเคชันวิเคราะห์ข้อมูล (data analyser)

จากภาพที่ 3.14 แสดงหน้าจอของแอปพลิเคชัน data analyser มีส่วนประกอบหลักทั้งหมด 7 ส่วนคือ

หมายเลข 1 คือ ส่วนที่ใช้สำหรับแสดงผลแกนต่าง ๆ ของกราฟข้อมูลเซ็นเซอร์ สามารถเลือกแสดงกราฟข้อมูลของแกน x, y หรือ z ได้ เมื่อเลือกแล้วกราฟที่แสดงผลอยู่จะเปลี่ยนแปลงและ

แสดงผลเส้นกราฟเฉพาะที่เลือกแสดงไว้เท่านั้น เพื่อเลือกเฉพาะเส้นข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการขับขี่นั้น ๆ

หมายเลข 2 คือ ส่วนแสดงข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ที่บันทึกเอาไว้จากแอปพลิเคชัน data analyser ข้อมูลที่แสดง คือ รูปแบบของกราฟข้อมูลในแต่ละเซ็นเซอร์ จำนวนจุดของข้อมูลของเหตุการณ์นี้ ค่าสูงสุดค่าต่ำสุด ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยของข้อมูล ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวนผู้สังเกตการณ์ที่เลือกเหตุการณ์นี้ในช่วงเวลานั้น เพื่อนำข้อมูลนี้ไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง และทดสอบอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่

หมายเลข 3 คือ ปุ่มสำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ และพฤติกรรมการขับขี่ที่เลือกจากหน้าจอแอปพลิเคชันวิเคราะห์ข้อมูล โดยแอปพลิเคชันจะดึงข้อมูลเซ็นเซอร์แต่ละเซ็นเซอร์ที่เลือกไว้มาแสดงข้อมูลต่าง ๆ แบบเดียวกับหมายเลข 2 จากนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกชื่อของเหตุการณ์ที่ต้องการบันทึกได้ทั้ง 12 เหตุการณ์ และสามารถเลือกบันทึกเฉพาะข้อมูลเซ็นเซอร์ของแกนต่าง ๆ ของแต่ละเซ็นเซอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์การขับขี่นั้นได้

หมายเลข 4 คือ ส่วนเลือกชุดข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล มีหน้าที่เลือก directory ของข้อมูลเซ็นเซอร์และข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ที่ต้องการวิเคราะห์จาก directory ในหน่วยความจำเครื่องที่ชื่อ “Record sensor” โดย directory จะแบ่งเป็นวันและเวลาที่บันทึกข้อมูลไว้ เมื่อเลือกเสร็จแล้วหน้าจอจะทำการวาดกราฟและ plot เส้นของการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ตามข้อมูลที่บันทึกมา

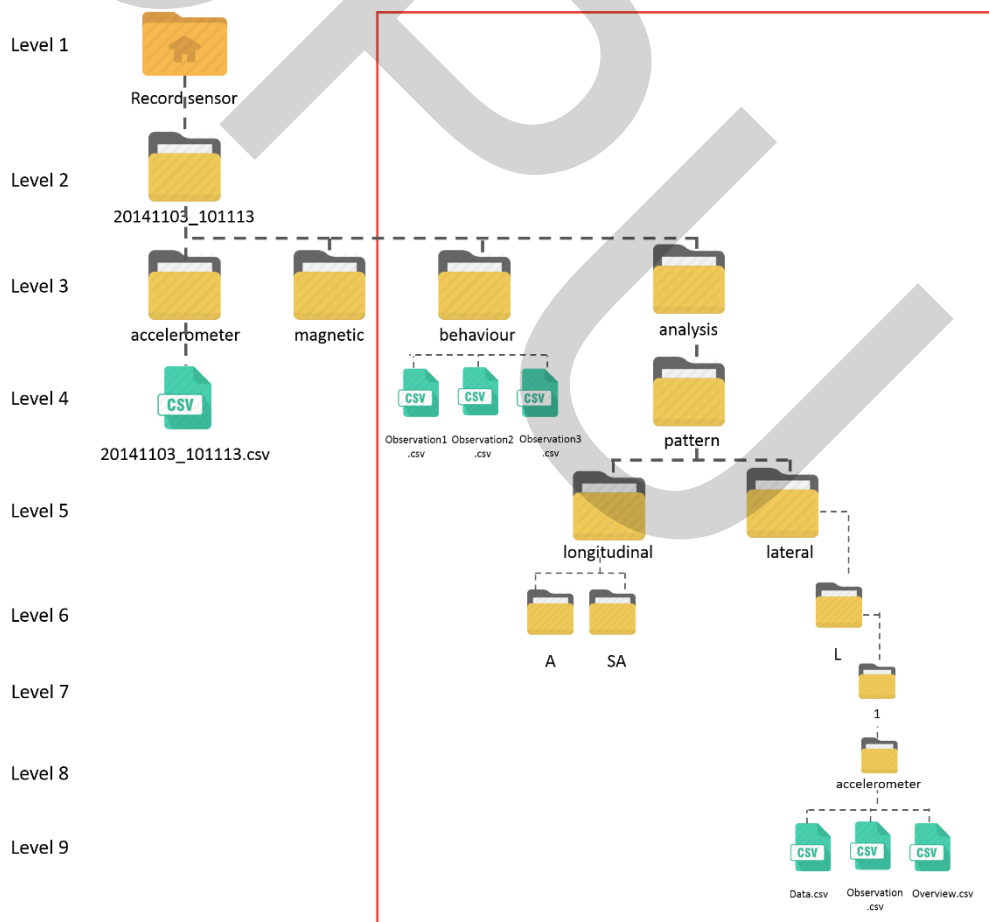
หมายเลข 5 คือ ส่วนตั้งค่าการแสดงผลบนกราฟในแอปพลิเคชัน data analyser ซึ่งผู้ใช้งานสามารถปรับการแสดงผลเส้นจุดดัดบนกราฟข้อมูลเซ็นเซอร์ของเหตุการณ์การขับขี่ทั้ง 12 เหตุการณ์ที่มาจากข้อมูลผู้สังเกตการณ์บันทึกเวลาไว้ สามารถปรับขนาดของจำนวนจุดของข้อมูลที่ต้องการแสดงผลในหน้าจอเพื่อทำให้เห็นข้อมูลได้ละเอียดขึ้นในการวิเคราะห์ข้อมูล และสามารถปรับจำนวนจุดที่ต้องการเลื่อนในแต่ละครั้งได้กรณีที่มีข้อมูลจำนวนมาก

หมายเลข 6 คือ ส่วนแสดงผลของข้อมูลเซ็นเซอร์ และพฤติกรรมการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ หน้าจอของแอปพลิเคชันจะแยกเป็นกราฟของข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ดังนี้ accelerometer sensor, magnetic sensor, GPS และ gyroscope sensor โดยข้อมูลมาที่แสดงผลมาจาก text file ที่อยู่ใน directory ชื่อ accelerometer, magnetic, gps และ gyroscope ตามลำดับ ภายใน directory ชื่อ “Record sensor” นอกจากนี้มีการแสดงเส้นตำแหน่งของเวลาที่ผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์การขับขี่ไว้ โดยแยกข้อมูลของแต่ละคนด้วยสีที่แตกต่างกัน และกำกับด้วยชื่อของเหตุการณ์การขับขี่ไว้ที่ด้านบนของเส้น ตัวอย่างเช่น เส้นสีแดง คือ observation1, เส้นสีน้ำเงิน คือ observation2 และเส้นสีดำ คือ observation3 นอกจากนี้แอปพลิเคชันยังสามารถ export ช่วงของข้อมูลที่มีผู้สังเกตการณ์ประเมินเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเดียวกันโดยการวิเคราะห์จากวิธี Majority

vote โดยเลือกช่วงของเหตุการณ์เริ่มต้นและสิ้นสุดที่ต้องการ export ข้อมูลออกมาผ่านทางหน้าจอ แอปพลิเคชันตามตัวอย่าง คือส่วนที่เป็นพื้นที่สีฟ้าที่เลือกไว้

หมายเลข 7 คือ ปุ่มสำหรับการเลือกช่วงข้อมูลที่น่าสนใจและเลื่อนข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ ชุดข้อมูล โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของข้อมูลและสิ้นสุดของข้อมูลได้ โดยกราฟของข้อมูลเซ็นเซอร์แต่ละเซ็นเซอร์ และเส้นแสดงจุดที่ผู้สังเกตการณ์เลือกพฤติกรรมการขับขี่จะเลื่อนตามไปด้วย

การจัดเก็บข้อมูลของแอปพลิเคชัน data analyser มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลมาจากแอปพลิเคชัน sensor logger และแอปพลิเคชัน behaviour collector ทั้งหมด เพื่อมาแสดงผลวิเคราะห์ข้อมูล และบันทึกข้อมูลที่สนใจลงใน text file เพื่อเก็บไว้ใช้งานในอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ ดังนั้นการที่วางโครงสร้างการเก็บข้อมูลของแอปพลิเคชันต่าง ๆ ทั้งหมดที่มีโครงสร้างเหมือนกันจะช่วยลดขั้นตอนการรวมข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ จากภาพที่ 3.15 คือตัวอย่างการเก็บข้อมูลระดับต่าง ๆ ของแอปพลิเคชัน data analyser



ภาพที่ 3.15 แผนภาพการเก็บข้อมูลแอปพลิเคชัน data analyser

ภาพที่ 3.15 แสดงแผนภาพการจัดเก็บข้อมูลของแอปพลิเคชัน data analyser มีทั้งหมด 9 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 คือ directory ที่เก็บข้อมูลจากงานวิจัยทั้งหมด ชื่อ “Record sensor” มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลเซ็นเซอร์ของงานวิจัยทั้งหมดเอาไว้ รวมถึงข้อมูลพฤติกรรมกรรมการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ และข้อมูลหลังจากการวิเคราะห์

ระดับที่ 2 คือ directory สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละครั้งของการทดลอง โดยแยกออกเป็น directory ที่ใช้ชื่อตามเวลาการเก็บข้อมูลจากตัวอย่าง 20141103\_101113 มาจากวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เวลา 10:11:13 น.

ระดับที่ 3 คือ directory สำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานเลือกไว้โดยแยกตามชื่อของเซ็นเซอร์ที่บันทึกไว้มาจากแอปพลิเคชัน sensor logger สำหรับในกรอบสีแดง คือ ส่วนที่แอปพลิเคชัน data analyser เพิ่มเติมเข้ามา โดยมีชื่อ behaviour สำหรับเก็บข้อมูลพฤติกรรมกรรมการขับขี่จากแอปพลิเคชัน behaviour collector จากภาพจะมีการรวมไฟล์ csv ของผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คนไว้ ชื่อ observation1.csv, observation2.csv และ observation3.csv ส่วน data analyser จะมีความสำคัญที่สุดของแอปพลิเคชัน data analyser จะรวบรวมข้อมูลที่ผู้ใช้งานวิเคราะห์เก็บไว้ในส่วน directory นี้

ระดับที่ 4 คือ directory ชื่อ “pattern” จะเก็บรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมกรรมการขับขี่โดยแยกทิศทางเคลื่อนที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ “lateral” และ “longitudinal” เนื่องจากข้อมูลเซ็นเซอร์ของทั้ง 2 ทิศทางนี้มีการใช้ข้อมูลจากชนิดของเซ็นเซอร์แตกต่างกันชัดเจน

ระดับที่ 5 คือ ส่วนที่เก็บข้อมูลพฤติกรรมกรรมการขับขี่ต่าง ๆ แยกทิศทางเคลื่อนที่ไว้ 2 ส่วนคือ “lateral” และ “longitudinal”

ระดับที่ 6 คือ ส่วน directory แยกตามชื่อของเหตุการณ์ทั้ง 12 เหตุการณ์

ระดับที่ 7 คือ ส่วนเก็บลำดับของเหตุการณ์การขับขี่ของแต่ละประเภทเหตุการณ์

ระดับที่ 8 คือ ส่วนเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมกรรมการขับขี่นั้น ๆ

ระดับที่ 9 คือ ไฟล์ที่เก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์ และข้อมูลของผู้สังเกตการณ์แต่ละชนิดเอาไว้ในรูปแบบ csv จากภาพจะเก็บไว้ทั้งหมด 3 ไฟล์ คือ data.csv คือ ไฟล์ที่เก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ช่วงที่เกิดเหตุการณ์การขับขี่นั้น ไฟล์ observation.csv คือ ไฟล์ที่เก็บช่วงเวลาของผู้สังเกตการณ์แต่ละคนกวดเหตุการณ์การขับขี่นี้ และไฟล์ overview.csv คือ ไฟล์ที่เก็บข้อมูลสรุปของเหตุการณ์การขับขี่ที่เลือก เช่น จำนวนจุดข้อมูล ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด หรือจำนวนผู้สังเกตการณ์ที่เลือกเหตุการณ์นี้

จากข้อมูลที่เก็บหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลตาม ภาพที่ 3.16 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บจากเซ็นเซอร์ที่เลือกไว้

```

1 data,start index, start datetime
2 3.0226645,48,1417144734748
3 2.5107574,49,1417144734970
4 1.9041181,50,1417144735223
5 3.232723,51,1417144735444
6 0.849707,52,1417144735662
7 1.6099186,53,1417144735913
8 1.3074814,54,1417144736139
9 0.5184384,55,1417144736387
10 1.9870824,56,1417144736604

```

ภาพที่ 3.16 ข้อมูลเซ็นเซอร์ที่วิเคราะห์จากแอปพลิเคชัน data analyser

ภาพที่ 3.16 แสดงตัวอย่างข้อมูล accelerometer sensor ของเหตุการณ์การขับขี่ด้วยการเร่ง จากภาพข้อมูลที่เก็บจะมี ค่าของข้อมูล จุดเริ่มต้นของข้อมูลมาจากจุดของข้อมูลของ accelerometer sensor ทั้งหมดที่มาจากแอปพลิเคชัน sensor logger และเวลาที่เกิดข้อมูล ตัวอย่างบรรทัดที่ 2 แสดงข้อมูลจาก accelerometer sensor แกน y มีค่า 3.0226645 ตำแหน่งของข้อมูลที่ 48 เกิดเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 2557 เวลา 10:18:54 น.

### 3.3 ทดสอบเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของงานวิจัย

การทดสอบเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของงานวิจัย จุดประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากเซ็นเซอร์บนสมาร์ทโฟนกับพฤติกรรมการขับขี่แบบต่างๆ คือ การเบรค การเร่ง การเลี้ยวซ้าย การเลี้ยวขวา การเปลี่ยนเลนซ้าย และการเปลี่ยนเลนขวา จากการทดสอบนี้เลือกผู้สังเกตการณ์เพื่อบันทึกเหตุการณ์การขับขี่ 3 คน ผ่านแอปพลิเคชัน behaviour collector เพื่อทดสอบก่อนการทดลองจริง โดยมีสมาร์ทโฟนเก็บข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน sensor logger เส้นทางที่ใช้สำหรับการทดสอบเป็นเส้นทางเดียวกับการทดลองจริง คือ เส้นทางมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และบริเวณโดยรอบ ทดสอบเส้นทางละ 1 รอบ เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

หลังจากการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์บนอุปกรณ์มือถือ ได้แก่ accelerometer sensor, magnetic sensor, gyroscope sensor และ GPS และข้อมูลเวลา และเหตุการณ์การขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คนมาวิเคราะห์ผ่านแอปพลิเคชัน data analyser โดยเลือกช่วงข้อมูลของการเกิดเหตุการณ์การขับขี่โดยเงื่อนไขว่ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต้องมีผู้สังเกตการณ์บันทึกเป็นเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้สังเกตการณ์ทั้งหมด (majority vote) ข้อมูลที่ได้หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขับขี่

เหตุการณ์การขับขี่	Accelerometer sensor	Magnetic sensor	GPS	Gyroscope sensor
การเร่ง	✓		✓	
การเบรก	✓		✓	
การเปลี่ยนเลนซ้าย	✓	✓	✓	✓
การเปลี่ยนเลนขวา	✓	✓	✓	✓
การเลี้ยวซ้าย	✓	✓	✓	✓
การเลี้ยวขวา	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลหลังจากการวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ กับพฤติกรรมการขับขี่แต่ละแบบ สรุปได้คือ การเปลี่ยนเลนและการเลี้ยว สามารถใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ชนิดได้ทั้งหมด เนื่องจากมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลสอดคล้องกัน ส่วนการเร่ง และการเบรกสามารถใช้งานได้เฉพาะ accelerometer sensor และ GPS เท่านั้น เนื่องจากข้อมูลที่แสดงผลออกมานั้นเหตุการณ์เหล่านี้ไม่มีรูปแบบที่ไปในทิศทางเดียวกันดังภาพที่

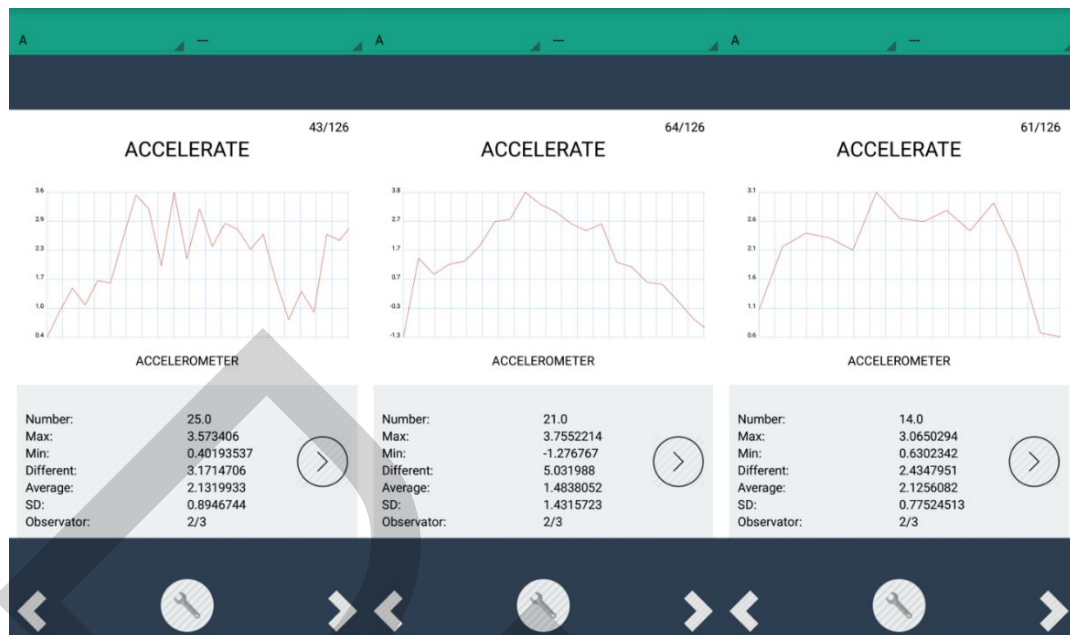
3.17



ภาพที่ 3.17 ความไม่สอดคล้องของข้อมูล magnetic sensor กับการเร่ง

จากภาพที่ 3.17 แสดงรูปแบบของข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเซ็นเซอร์ ตัวอย่างที่แสดง คือ การเร่ง กับ magnetic sensor โดยเปรียบเทียบข้อมูลของการเกิดเหตุการณ์การขับขี่หลังจากการเลือกมาจากผู้สังเกตการณ์ทั้งหมดด้วยวิธี majority vote รูปแบบหนึ่งจากข้อมูลทั้งหมดของเหตุการณ์การเร่งที่ยกมา ภาด้านซ้าย แสดงให้เห็นว่าข้อมูลของเซ็นเซอร์มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟอย่างชัดเจน แต่สำหรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์เดียวกันในภาพต่อมาอีกสองภาพจะเห็นว่ากราฟมีลักษณะเหมือนเส้นตรงทำให้สรุปผลได้ว่าข้อมูลที่ได้มาของ magnetic sensor ไม่สามารถใช้งานได้กับการเร่งนี้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาจาก magnetic sensor เป็นข้อมูลที่วัดค่าของสนามแม่เหล็กโดยรอบของ sensor ที่เปรียบเทียบกับแกนแม่เหล็กของขั้วเหนือ และได้ ค่าที่ออกมาจาก magnetic sensor นั้นจึงเป็นการบ่งบอกถึงองศาที่เบี่ยงเบนจากทิศเหนือของแกนโลก แต่กลับกันหากข้อมูลมีความสอดคล้องกันรูปแบบของข้อมูลทุก ๆ ครั้งที่แสดงออกมาของข้อมูลชุดนั้นจะมีลักษณะเหมือนกันดังภาพที่ 3.18





ภาพที่ 3.18 ความสอดคล้องของข้อมูล accelerometer sensor กับการเร่ง

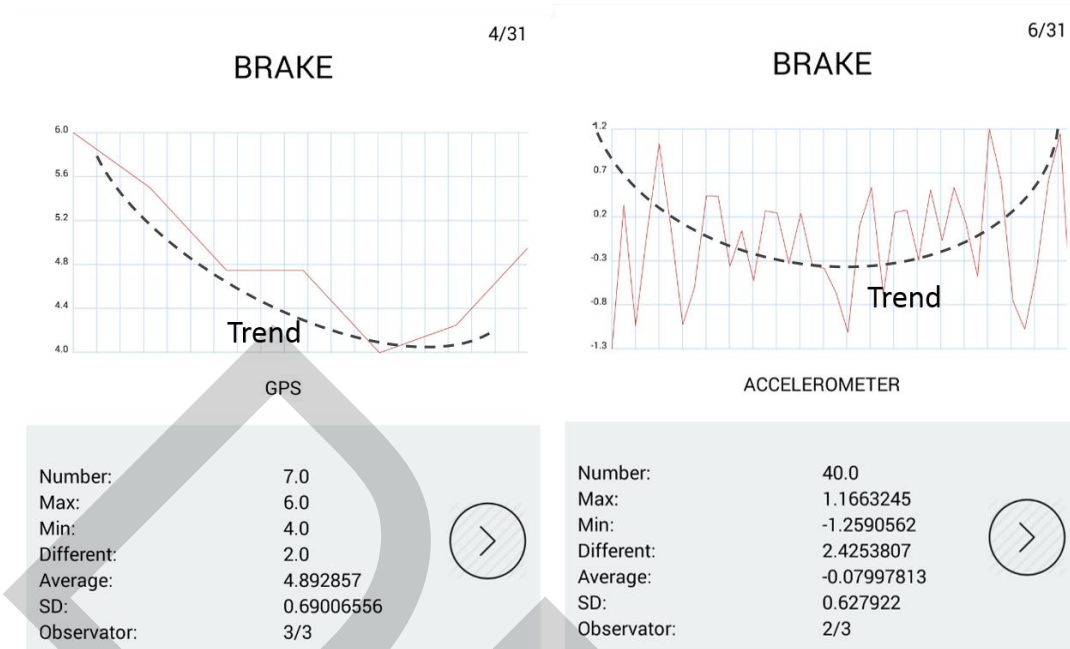
จากภาพที่ 3.18 แสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ accelerometer sensor กับการเร่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าข้อมูลการเร่งทั้ง 3 ข้อมูลนั้นมีลักษณะกราฟที่ไปในทางเดียวกัน คือ ลักษณะคล้ายกับ พาราโบลาคว่ำ ทำให้สรุปได้ว่าข้อมูลจาก accelerometer sensor สามารถเลือกมาใช้งานกับพฤติกรรมการเร่งได้ เนื่องจากข้อมูลที่มาจาก accelerometer sensor จะเป็นความเร่งที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่าง ๆ ของรถที่มี sensor นี้วางอยู่

### 3.3.1 ข้อมูลพฤติกรรมรถขับเคลื่อนกับความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์

จากข้อมูลที่วิเคราะห์ออกมาสามารถแยกรูปแบบของข้อมูลกับความสัมพันธ์ต่าง ๆ กับพฤติกรรมรถขับเคลื่อนได้ โดยการเลือกใช้ข้อมูลของแกนข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบให้มีความสอดคล้องกันเป็นแกนข้อมูลที่ใช้อ้างอิง

#### 1. การเบรก

การเบรกจากการสรุปของตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมรถขับเคลื่อนพบว่าสามารถใช้งานเซ็นเซอร์ได้ 2 ชนิดคือ แกน y ของ accelerometer sensor และ ความเร็ว ของ GPS โดยมีลักษณะดังภาพที่ 3.19

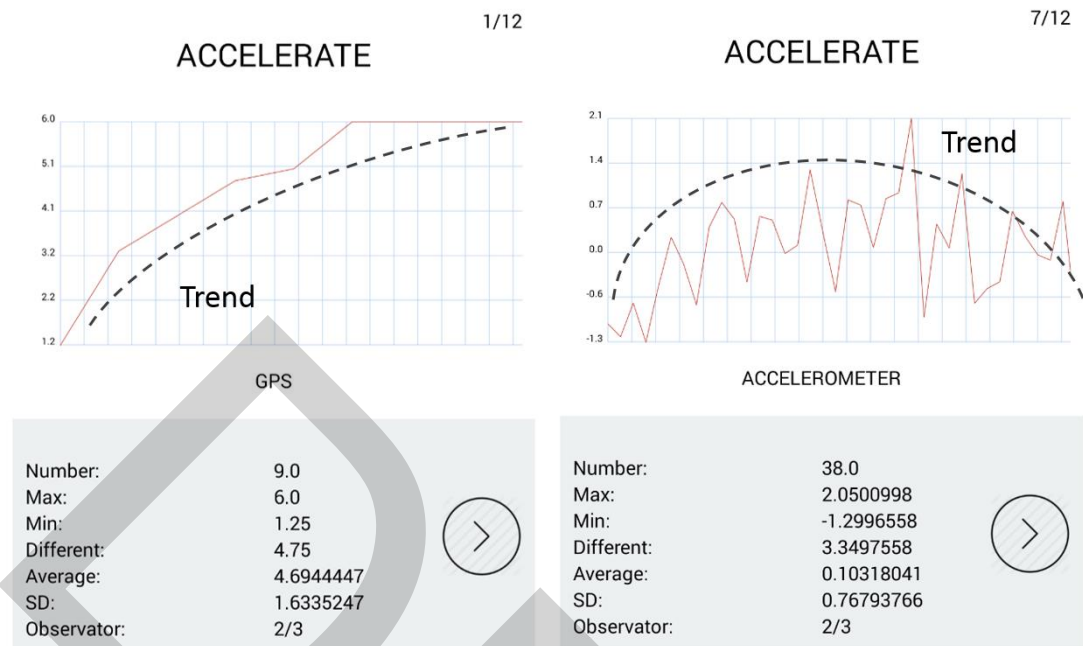


ภาพที่ 3.19 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเบรก

จากภาพที่ 3.19 แสดงลักษณะข้อมูลจากเซ็นเซอร์ GPS และ accelerometer sensor โดยสังเกตความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจากเส้นข้อมูลสีแดง เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตรูปแบบของข้อมูล สามารถดูรูปแบบการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยเส้นประสีดำ จากข้อมูลการเบรก จะพบว่าข้อมูล GPS เมื่อรถมีการเบรกความเร็วจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริง และในส่วนของแกน y จาก accelerometer sensor มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะคล้ายกราฟพาราโบลาหงาย เนื่องจากการเบรกจะทำให้แกน accelerometer sensor ของสมาร์ทโฟน ที่ตรวจจับความเร่งกับทิศทางที่เคลื่อนที่ไปด้านหน้าทำงาน เมื่อรถเบรกจึงทำให้ความเร่งแกน y มีค่าลดลง

## 2. การเร่ง

การเร่งมีความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์ โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเซ็นเซอร์เมื่อเกิดเหตุการณ์การเร่งขึ้น จากการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลเซ็นเซอร์ที่ใช้ คือ ข้อมูลแกน x ของ accelerometer sensor และความเร็วของ GPS โดยดูได้จากลักษณะของข้อมูลตามภาพที่ 3.20

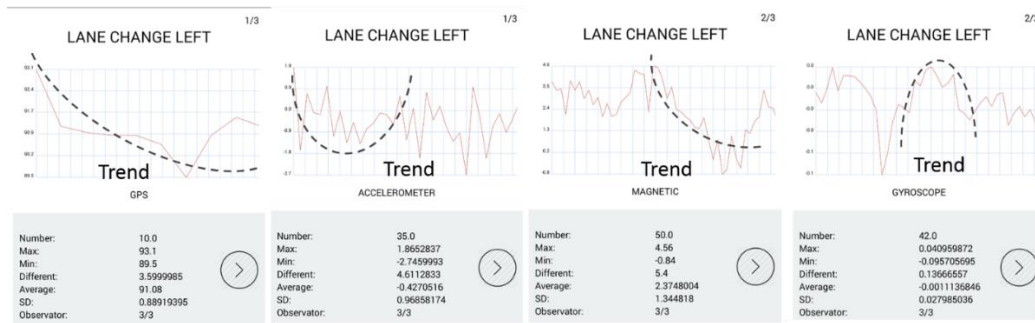


ภาพที่ 3.20 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเร่ง

จากภาพที่ 3.20 แสดงลักษณะของข้อมูลเซ็นเซอร์เมื่อเกิดเหตุการณ์การเร่ง จากภาพแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงความเร็วของ GPS นั้นเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริงที่ความเร็วจะเพิ่มขึ้นเมื่อรถมีความเร็วเพิ่มขึ้น และส่วนของแกน x ของ accelerometer sensor นั้นมีลักษณะคล้ายกับกราฟพาราโบลาคว่ำเนื่องจากแกน y ของ accelerometer sensor นั้นโดยปกติจะทำหน้าที่วัดค่าความเร่งของแกนสมาร์ตโฟนที่เคลื่อนที่ไปทางด้านหน้าและหลัง เมื่อรถมีความเร็วเพื่อขึ้นความเร่งในการเคลื่อนที่จะเพิ่มขึ้นทำให้ค่าที่ได้จากข้อมูล accelerometer sensor มีค่าสูงขึ้นตามภาพที่ 3.20

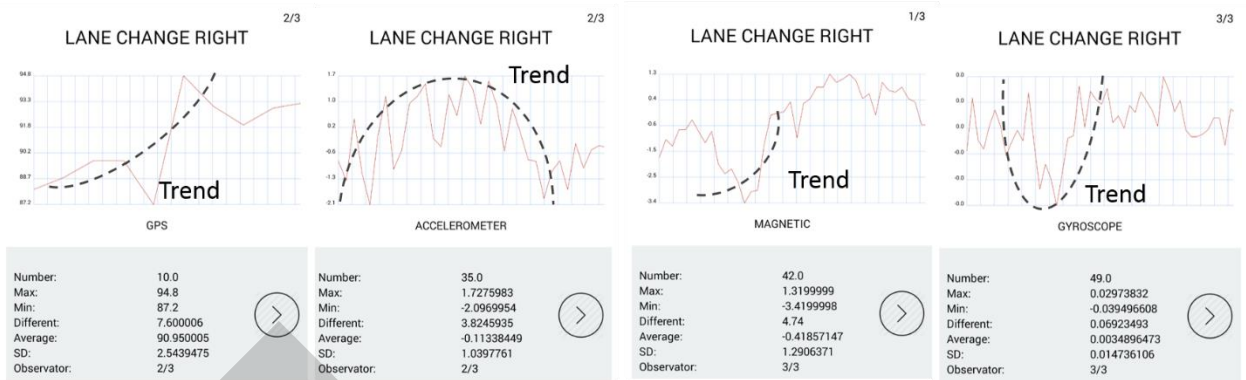
### 3. การเปลี่ยนเลน และการเลี้ยว

การเปลี่ยนเลนนั้นข้อมูลเซ็นเซอร์มีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องเมื่อเกิดเหตุการณ์การเปลี่ยนเลนขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ได้ทั้ง 4 ชนิด คือ แกน x ของ accelerometer sensor, magnetic sensor, ทิศทางการเคลื่อนที่ (heading) ของ GPS และ แกน z ของ gyroscope sensor โดยลักษณะของข้อมูลตามภาพที่ 3.21 และภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.21 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเปลี่ยนเลนซ้าย

จากภาพที่ 3.21 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนเลนซ้าย ภาพด้านซ้ายแรก คือ ภาพข้อมูลของ ทิศทางการเคลื่อนที่ (heading) จาก GPS เมื่อรถมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางเคลื่อนที่ค่าของ heading จะเปลี่ยนแปลง โดยการเปลี่ยนแปลงนี้นั้นไม่สามารถระบุได้ว่าค่าลง หรือเพิ่มขึ้น คือ การเปลี่ยนเลนซ้าย หรือขวา เพราะค่าของทิศทางเคลื่อนที่นั้นมีค่าเท่ากับ 360 องศา โดยที่ 0 องศา คือทิศเหนือเสมอ ต่อมาคือ ภาพของ แกน x ของ accelerometer sensor โดยมีลักษณะของข้อมูลคล้าย พาราโบลาหงาย เนื่องจากลักษณะการทำงานของแกน x ในสมาร์ตโฟนจะวัดค่าความเร่งในทิศทางเคลื่อนที่ไปด้านข้าง ดังนั้นเมื่อรถมีการเปลี่ยนเลนค่าของแกน x จะสามารถวัดความเปลี่ยนแปลงได้ ต่อมาคือค่าของ magnetic sensor คือค่าที่วัดจากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลก เมื่อรถเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงทิศทางค่าของสนามแม่เหล็กที่มีอยู่ทุก ๆ ที่จะมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อรถเปลี่ยนทิศทางไปค่าของ magnetic sensor จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย แต่ไม่สามารถระบุได้ว่ารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือทางด้านขวา และสุดท้ายคือ ข้อมูลจาก gyroscope sensor ด้วยแกน z ลักษณะการทำงานของแกน z ของ gyroscope sensor ในสมาร์ตโฟน มีหน้าที่วัดแรงเหวี่ยงของมือถือที่มีจุดศูนย์กลางการหมุนอยู่กลางของอุปกรณ์ ดังนั้นหากรถเคลื่อนที่โดยการหมุนไปทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เส้นจุดกึ่งกลางการหมุนของรถจะเริ่มจากหลังการพุ่งลงไปยังใต้ท้องรถเป็นเส้นตรง เหมือนการทำงานของ gyroscope sensor สำหรับการเปลี่ยนเลนซ้ายค่าของแกน z จะมีลักษณะแบบ กราฟพาราโบลาคว่ำ



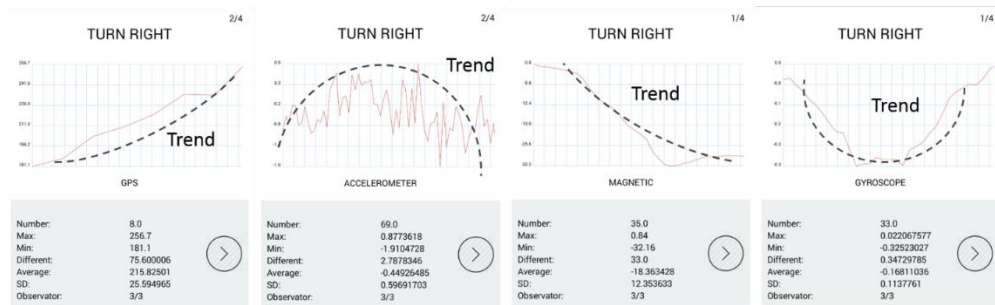
ภาพที่ 3.22 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเปลี่ยนเลนขวา

ภาพที่ 3.22 แสดงการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบข้อมูลเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมรถขับขึ้นด้วยการเปลี่ยนเลนทางขวา จะมีลักษณะการทำงานคล้ายกับการเปลี่ยนเลนทางซ้าย แต่มีข้อมูลที่มีลักษณะที่แตกต่างกันในส่วนของเซ็นเซอร์ 2 ชนิด คือ accelerometer sensor และ gyroscope sensor กล่าวคือ เมื่อเกิดเหตุการณ์การเปลี่ยนเลนด้านขวาความเร่งที่กระทำกับแกน x ของ accelerometer sensor เมื่อเปลี่ยนเลนทางขวามีค่าตรงข้ามกับการเปลี่ยนเลนทางด้านซ้าย จากภาพจะมีลักษณะเป็น กราฟพาราโบลาคว่ำ และสำหรับข้อมูลของแกน z ใน gyroscope sensor จะมีลักษณะเป็นกราฟพาราโบลาหงาย เนื่องจากมีทิศทางการหมุนที่ตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนเลนทางด้านซ้าย

สำหรับพฤติกรรมรถขับขึ้นการเลี้ยวจะมีลักษณะของข้อมูลตามข้อมูลการเปลี่ยนเลน คือ การเปลี่ยนเลนทางด้านซ้ายลักษณะกราฟและรูปแบบของข้อมูลจะเหมือนกับเลี้ยวซ้าย และการเปลี่ยนเลนขวาจะเหมือนกับการเลี้ยวขวา ความแตกต่างของทั้งสองประเภทนี้ คือ ระยะเวลาในการเกิดของเหตุการณ์การเลี้ยวจะใช้เวลานานกว่าการเปลี่ยนเลนปกติ ตามภาพที่ 3.23 และภาพที่ 3.24 โดยการเลี้ยวจะใช้เวลาประมาณ 5 วินาที ส่วนการเปลี่ยนเลนนั้นจะอยู่ประมาณ 2 วินาที



ภาพที่ 3.23 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเลี้ยวซ้าย



ภาพที่ 3.24 ความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับการเลี้ยวขวา

### 3.3.2 ตารางสรุปความสัมพันธ์

จากลักษณะของข้อมูลเซ็นเซอร์แต่ละชนิดกับพฤติกรรมการขับที่รูปแบบทั้ง 12 รูปแบบ ในหัวข้อนี้จึงสรุปออกมาเป็นตารางความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของค่าของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการขับ

เหตุการณ์การขับ	Accelerometer sensor	Magnetic sensor	GPS	Gyroscope sensor
การเร่ง	แกน y		ความเร็วเพิ่มขึ้น	
การเบรก	แกน y		ความเร็วลดลง	
การเปลี่ยนเลนซ้าย	แกน x	แกน x	ทิศทาง	แกน z
การเปลี่ยนเลนขวา	แกน x	แกน x	ทิศทาง	แกน z
การเลี้ยวซ้าย	แกน x	แกน x	ทิศทาง	แกน z
การเลี้ยวขวา	แกน x	แกน x	ทิศทาง	แกน z

จากตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ชนิด คือ accelerometer sensor, magnetic sensor, GPS และ Gyroscope sensor การเร่งและการเบรก จะใช้ข้อมูลเฉพาะแกน y ของ accelerometer sensor และค่าความเร็วของ GPS สำหรับการเปลี่ยนเลนและการเลี้ยว จะใช้เซ็นเซอร์ทั้ง 4 ชนิด คือ ใช้ แกน x ของ accelerometer sensor โดยความแตกต่างของทิศทางซ้ายและขวา ดูจากลักษณะรูปแบบของกราฟถ้าไปทิศทางซ้ายจะเป็นกราฟพาราโบลาคว่ำ และถ้าไปทิศทางขวาจะเป็นกราฟพาราโบลาหงาย ซึ่งจะมีลักษณะแบบเดียวกันทั้งการเลี้ยวและการเปลี่ยนเลน ส่วนข้อมูลทิศทางเคลื่อนที่ (heading) จาก GPS และ แกน x ของ magnetic sensor จะมีการ

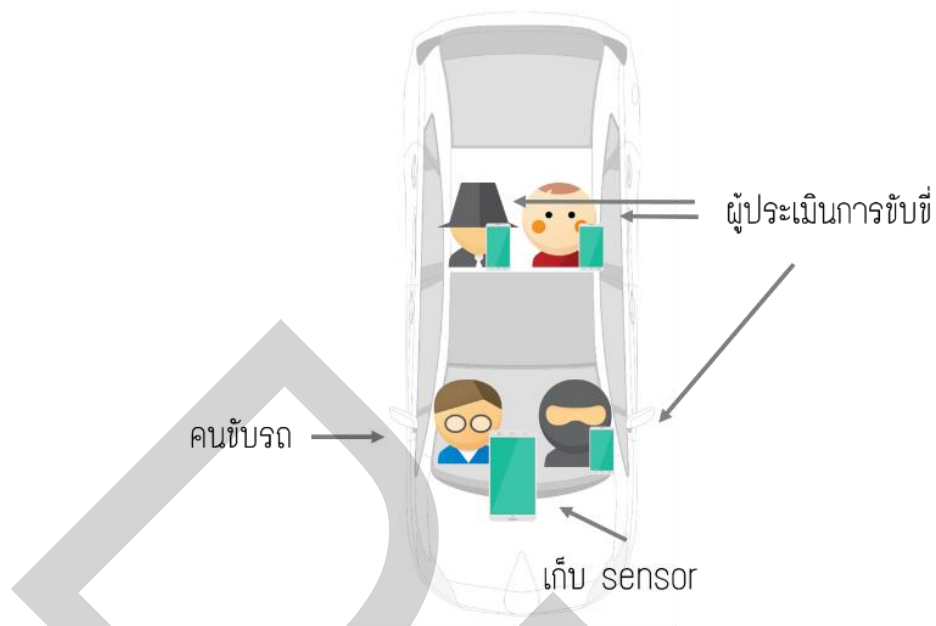
เปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ไม่สามารถบอกได้ว่าเคลื่อนที่ไปที่ทิศทางซ้าย หรือขวา เพียงแต่จะแยกการ เลี้ยวและการเปลี่ยนเลนได้เท่านั้นจากระยะเวลาการเกิดเหตุการณ์ โดยการเลี้ยวจะเกิดขึ้น โดยเวลาที่ นานกว่าการเปลี่ยนเลน

### 3.4 ทดสอบเก็บข้อมูลด้วยการจับจีเพื่อพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการจับจี

การทดสอบเก็บข้อมูลจากการจับจีสำหรับขั้นตอนนี้เป็นกรเก็บข้อมูลเช่นเซอรับน สมาร์ทโฟนและข้อมูลพฤติกรรมการจับจีจากผู้สังเกตการณ์ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในอัลกอริทึมทำนาย พฤติกรรมการจับจี เพื่อหาความถูกต้องของการนำอัลกอริทึมไปใช้งานสำหรับทำนายเหตุการณ์ ระหว่างการจับจีจากข้อมูลเช่นเซอรับนสมาร์ท โฟน โดยก่อนทำการทดสอบมีการวางแผนการ ทดสอบสำหรับผู้เข้าร่วมทดสอบ สมาร์ท โฟน เส้นทางทดสอบ และแอปพลิเคชันสำหรับการใ้ ใช้งานในการเก็บข้อมูล

#### 3.4.1 ตำแหน่งของผู้เข้าร่วมการทดสอบและอุปกรณ์

ผู้เข้าร่วมทดสอบแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ คนจับจี และผู้สังเกตการณ์ โดยจำนวนของผู้ สังกัดการณ์ในการทดสอบนี้จะใช้จำนวน 3 คน เพื่อใช้สำหรับเลือกข้อมูลการจับจีที่มีจำนวนผู้ สังกัดการณ์บันทึกเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันด้วยวิธี majority vote สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ ในการทดสอบ คือ สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แบ่งการทำงานเป็น 2 แบบ คือ สำหรับ เก็บข้อมูลเช่นเซอรับนจากสมาร์ท โฟน และสำหรับเก็บข้อมูลจากผู้สังเกตการณ์ จากผู้ทดสอบและ อุปกรณ์ทั้งหมดถูกวางตำแหน่งตามภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 ตำแหน่งผู้เข้าร่วมทดสอบ และอุปกรณ์ในกาทดสอบการขับขี่

จากภาพที่ 3.25 แสดงตำแหน่งการนั่งของผู้เข้าร่วมทดสอบ และอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบ โดยคนขับรถจะนั่งอยู่ทางด้านหน้าทางขวาในรถ ผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คนจะนั่งด้านหน้า 1 คนข้างคนขับและด้านหลัง 2 คน สำหรับผู้สังเกตการณ์แต่ละคนจะมีสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ลงแอปพลิเคชัน behaviour collector สำหรับบันทึกเหตุการณ์การขับขี่ระหว่างการทดสอบไว้ ส่วนสมาร์ทโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชัน sensor logger จะวางไว้บนคอนโซลของรถยนต์ โดยมีแผ่นกันคลื่นติดไว้ป้องกันอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลเช่น เซอร์เคลื่อนที่ โดยหันหัวไปทิศทางเดียวกับรถเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้าตามภาพที่ 3.26 เพื่อให้ข้อมูลเซ็นเซอร์ที่ได้มาใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่ของรถมากที่สุด

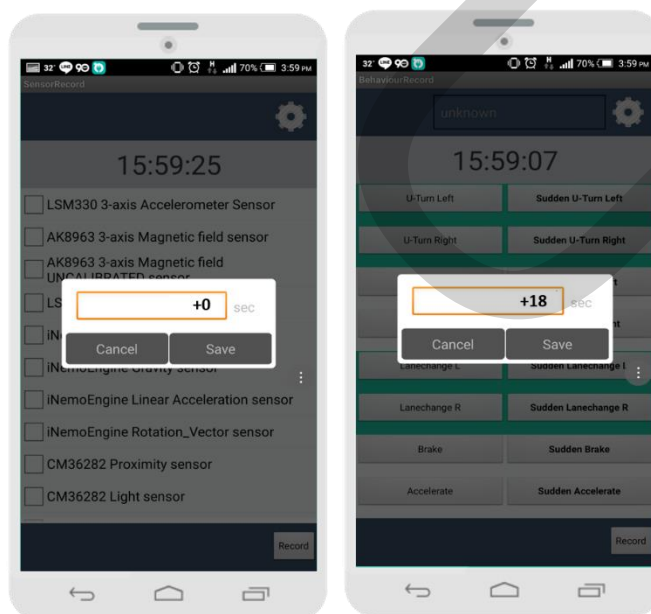




ภาพที่ 3.26 การวางสมาร์ทโฟนสำหรับเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์

### 3.4.2 การตั้งค่าแอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบ

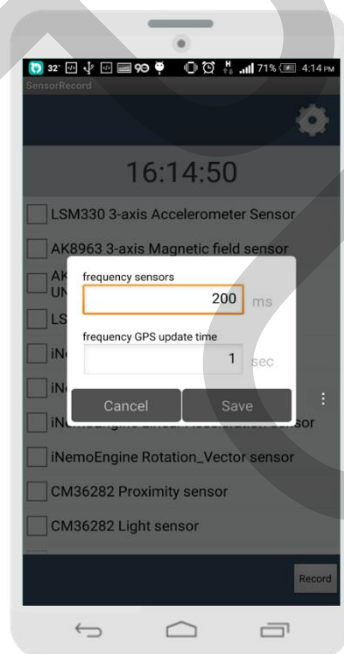
สมาร์ทโฟนที่ใช้สำหรับการทดสอบนี้มีทั้งหมด 4 เครื่องแบ่งเป็น เก็บข้อมูลเซ็นเซอร์จากอุปกรณ์ 1 เครื่อง และสำหรับบันทึกเหตุการณ์จากผู้สังเกตการณ์ 3 เครื่อง ในงานทดสอบนี้เรื่องของเวลาเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเพื่อนำข้อมูลจากเครื่องทั้งหมดนี้มารวมกันต้องเป็นเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงมีการตั้งค่าเวลาที่แอปพลิเคชันก่อนการทดสอบตามภาพที่ 3.27



ภาพที่ 3.27 การตั้งค่าเวลาของสมาร์ทโฟนในการทดสอบ

จากภาพที่ 3.27 แสดงการตั้งค่าเวลาของแอปพลิเคชัน sensor logger และแอปพลิเคชัน behaviour collector จากภาพทางด้านซ้ายคือแอปพลิเคชัน sensor logger มีเวลาปัจจุบัน 15:59:25 น. ส่วนด้านขวาคือแอปพลิเคชัน behaviour collector มีเวลาปัจจุบัน 15:59:07 น. ดังนั้นเวลาที่เริ่มเก็บข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 18 วินาที หากเก็บข้อมูลจะทำให้ตอนวิเคราะห์ข้อมูลเกิดความผิดพลาดในการระบุเวลาของพฤติกรรมการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์กับข้อมูลรูปแบบการเกิดเหตุการณ์ผิดไปจากเดิม ดังนั้นจากภาพจึงต้องเพิ่มเวลาในกับแอปพลิเคชัน behaviour collector อีก 18 วินาที เพื่อให้เท่ากับแอปพลิเคชัน sensor logger ก่อนการทดสอบ

นอกจากการตั้งค่าเวลาแล้ว แอปพลิเคชัน sensor logger จะกำหนดความถี่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์ โดยงานวิจัยนี้จะใช้ความถี่ของในการรับข้อมูลแต่ละครั้งสำหรับ accelerometer sensor, magnetic sensor และ gyroscope sensor มีความถี่เท่ากับ 5Hz หรือ 200 millisecond ต่อข้อมูล และใช้ความถี่ 1 Hz หรือ 1,000 millisecond ต่อข้อมูล โดยตั้งค่าแอปพลิเคชัน sensor logger ตามภาพที่ 3.28 เพื่อให้ได้ความถี่ที่ถูกต้อง



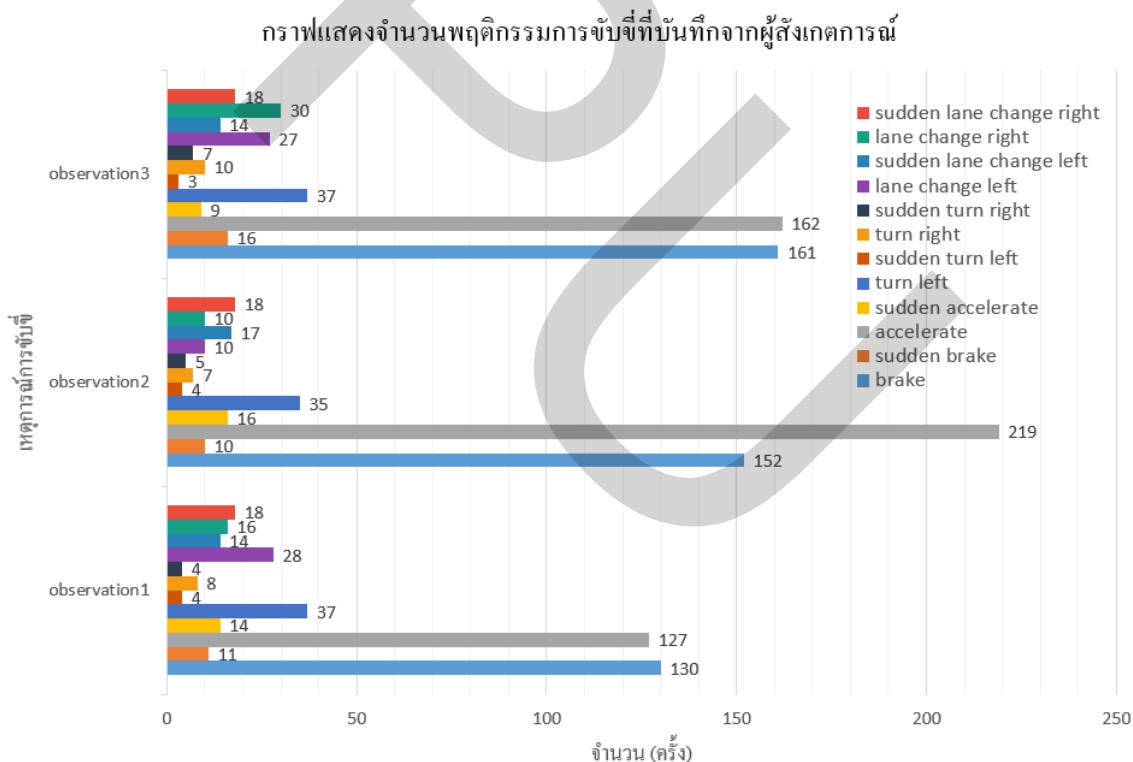
ภาพที่ 3.28 การตั้งค่าความถี่ของแอปพลิเคชัน sensor logger

เมื่อตั้งค่าเวลา และความถี่ของแอปพลิเคชัน sensor logger และ behaviour collector เรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งการวางตำแหน่งของผู้เข้าร่วมทดสอบทั้งหมดในรถเพื่อทำการทดสอบ หลังจากนั้นมีการแจกใบแผนการทดสอบเส้นทางการวิ่งรถทำการทดสอบให้กับผู้ขับขี่รถยนต์ โดย

เส้นทางที่ได้รับจะไม่บอกให้ผู้สังเกตการณ์ทราบว่าทำเหตุการณ์ใดบ้าง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มาจากการรู้สึกของผู้สังเกตการณ์แต่ละคนเอง จากนั้นเริ่มการวิ่งทดสอบตามเส้นทางที่กำหนดไว้พร้อมให้ผู้เข้าร่วมทดสอบกดปุ่มเริ่มบันทึกที่แอปพลิเคชันแต่ละคน และหากมีเหตุการณ์การขับขี่ต่าง ๆ ขึ้นผู้สังเกตการณ์จะบันทึกโดยกดปุ่มบนแอปพลิเคชัน behaviour collector

### 3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเซ็นเซอร์และข้อมูลพฤติกรรมรถขับขี่

หลังจากการเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์จากสมาร์ทโฟน และข้อมูลพฤติกรรมรถขับขี่จากผู้สังเกตการณ์แล้ว ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ accelerometer sensor, magnetic sensor, gyroscope sensor และ GPS กับพฤติกรรมรถขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ ในช่วงเวลาเดียวกันที่ผู้สังเกตการณ์บันทึกด้วยวิธี majority vote สำหรับข้อมูลพฤติกรรมรถขับขี่จากผู้สังเกตการณ์แต่ละคนที่บันทึกไว้สามารถดูได้จากภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.29 กราฟแสดงจำนวนพฤติกรรมรถขับขี่ที่บันทึกจากผู้สังเกตการณ์

จากภาพที่ 3.29 แสดงจำนวนเหตุการณ์การขับขี่ที่ผู้สังเกตการณ์บันทึกในการทดสอบ การขับขี่บนเส้นทางทดสอบที่เป็นสภาพแวดล้อมจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลการขับขี่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด จากข้อมูลพบว่าเหตุการณ์การขับขี่ด้วยการเร่ง และการเบรคมีจำนวนสูงกว่า เหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งในความเป็นจริงการขับขี่รถยนต์บนถนนนั้นเหตุการณ์เหล่านี้ควรจะมากกว่า เหตุการณ์อื่น ๆ เป็นปกติ เนื่องจากสภาพแวดล้อมและองค์ประกอบของถนนที่จะมีรถคันอื่นวิ่งร่วม เส้นทาง มีการเบรคและเร่งตามจังหวะจราจร อีกทั้งวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลของอัลกอริทึมทำนาย พฤติกรรมการขับขี่ที่พัฒนาขึ้นนี้จำนวนเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ไม่จำเป็นต้องมีจำนวนที่เท่ากัน เนื่องจากความสำคัญของอัลกอริทึมนี้ต้องใช้ reference pattern ของเหตุการณ์นั้นในการทำนาย พฤติกรรมการขับขี่ของเหตุการณ์นั้นจากข้อมูลจริงให้ถูกต้อง จากข้อมูลของผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คน นี้ผู้สังเกตการณ์บันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดเป็นจำนวน 412 ครั้ง 508 ครั้ง และ 495 ครั้ง เหตุการณ์ที่ถูก เลือกมากที่สุด คือ การเร่ง ลำดับที่ 2 คือ การเบรค และรองลงมา คือ การเลี้ยวซ้าย จากข้อมูลพบว่าผู้ สังเกตการณ์ทั้งหมดเลือก การเปลี่ยนเลนไปทางขวากะทันหัน จำนวนเท่ากัน คือ 18 ครั้ง เมื่อแยก เหตุการณ์การขับขี่ที่อันตรายออกจากเหตุการณ์การขับขี่ปกติพบว่ามีจำนวนเหตุการณ์ที่ผู้ สังเกตการณ์เลือกคือ 65 ครั้ง หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ทั้งคือ 13% ของเหตุการณ์ทั้งหมด

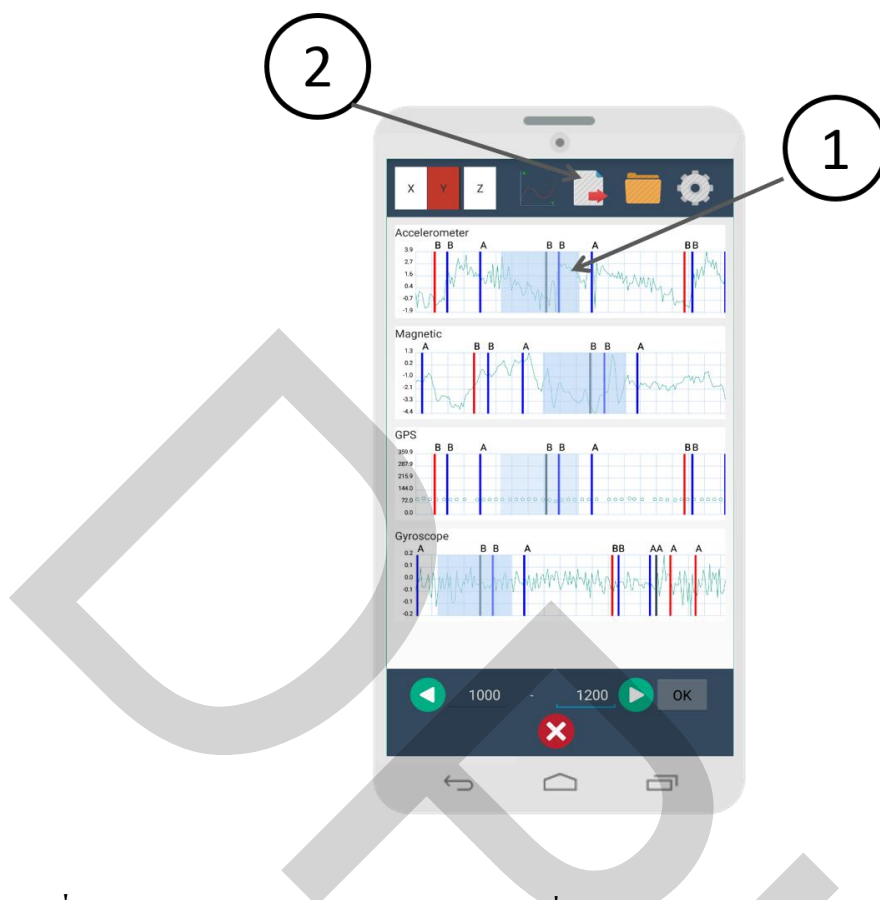
### 3.5.1 ขั้นตอนการใช้งานแอปพลิเคชันวิเคราะห์ข้อมูล (data analyser application)

จากเหตุการณ์การขับขี่ทั้งหมดจากผู้สังเกตการณ์ และข้อมูลจากเซ็นเซอร์จากสมาร์ต โฟน ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี้มาเลือกเหตุการณ์การขับขี่ที่ผู้สังเกตการณ์เลือก เหตุการณ์เดียวกันในช่วงเดียวกันด้วยวิธี majority vote ผ่านแอปพลิเคชัน data analyser ที่พัฒนาขึ้น มา โดยขั้นตอนแรก คือ การรวบรวมไฟล์ข้อมูลทั้งหมดมารวมกันที่ directory ชื่อ “record sensor” จากนั้นเมื่อเปิดแอปพลิเคชันจึงเลือกข้อมูลที่วิเคราะห์ตามภาพที่ 3.30



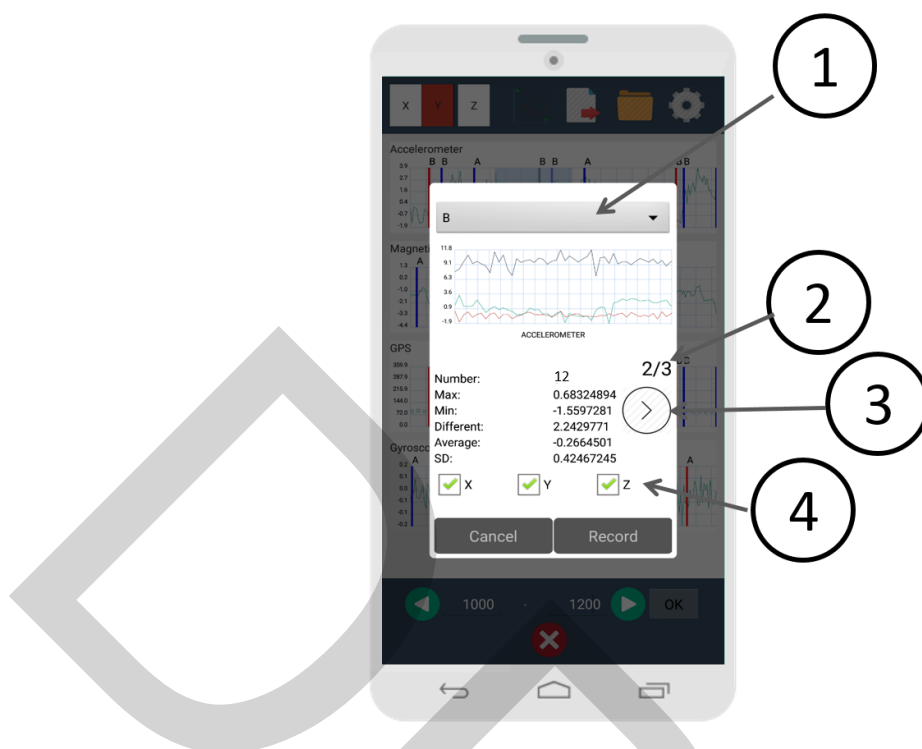
ภาพที่ 3.30 การเลือกชุดข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ ผ่านแอปพลิเคชัน data analyser

ภาพที่ 3.30 แสดงการเลือกชุดข้อมูล “20141128\_101122” เป็นข้อมูลวันและเวลาที่เก็บข้อมูลการขับขี่ เมื่อเลือกข้อมูลแล้วแอปพลิเคชันจะแสดงข้อมูลเซ็นเซอร์แต่ละชนิด คือ accelerometer sensor, magnetic sensor, GPS และ gyroscope sensor โดย plot เป็นจุดกราฟบนแอปพลิเคชัน พร้อมทั้งวาดเส้นจุดตัดของเหตุการณ์ที่บันทึกจากผู้สังเกตการณ์แต่ละคนลงในเส้นกราฟของเซ็นเซอร์แต่ละชนิด โดยใช้เวลาเป็นข้อมูล synchronize กัน โดยแยกสีของข้อมูลที่บันทึกพฤติกรรมของผู้สังเกตการณ์ทั้ง 3 คนออกจากกัน คือ สีแดง สีดำ และสีน้ำเงิน เพื่อใช้วิเคราะห์จำนวนผู้เลือกเหตุการณ์ในช่วงเวลาการเกิดเหตุการณ์เดียวกัน โดยมีลักษณะตามภาพที่ 3.31



ภาพที่ 3.31 การวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการจับจี้จากแอปพลิเคชัน data analyser

จากภาพที่ 3.31 แสดงช่วงของข้อมูลระหว่างจุดที่ 1,000 ถึง 1,200 ของข้อมูลเซ็นเซอร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยเลือกจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของการเกิดเหตุการณ์ตามหมายเลข 1 จากภาพ จะเห็นได้ว่าในพื้นที่สีฟ้าที่เลือกโดยการใช้ touch screen บนหน้าจอ นั้นมีผู้สังเกตการณ์เลือกข้อมูล การเบรคเหมือนกัน 2 คน คือ เส้นสีดำ และเส้นสีน้ำเงิน เป็นไปตามวิธี majority vote ที่เลือกนำมาใช้งาน จากนั้นเมื่อกดปุ่ม “OK” แอปพลิเคชัน data analyser จะเลือกพื้นที่สีฟ้าของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ โดยอ้างอิงจากเวลาที่เลือกเหตุการณ์นั้น ๆ จากภาพจะเห็นได้ว่าพื้นที่สีฟ้าของแต่ละเซ็นเซอร์ไม่ตรงกัน เนื่องจากข้อมูลของเซ็นเซอร์บางครั้งมีโอกาสที่ขาดหายไประหว่างการเก็บข้อมูลขึ้นอยู่กับการทำงานของเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งในสมาร์ทโฟน แต่เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ที่ขาดหายไปไม่เกิน 1 วินาที ในทุก ๆ ช่วงเวลาที่ทำงานติดต่อกัน 10 นาที ทำให้ไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลมากนัก เนื่องจากแอปพลิเคชัน analyser แก้ปัญหานี้ด้วยการเลือกช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์เดียวกันออกมา ต่อจากนั้นเลือก export ข้อมูลตามหมายเลข 2



ภาพที่ 3.32 การบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ที่เลือกผ่านแอปพลิเคชัน data analyser

ภาพที่ 3.32 แสดงข้อมูลของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดที่เลือก export ออกมาตามผู้สังเกตการณ์ ที่เลือกเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเวลานั้น จากภาพผู้ใช้งานจะเลือกเหตุการณ์การขับขี่ที่จะบันทึกตาม หมายเลข 1 จากตัวอย่าง คือ เลือก B หมายถึง การเบรคสำหรับการบันทึกในเหตุการณ์นี้ ทั้งหมด สามารถเลือกได้ 12 เหตุการณ์ เป็นเหตุการณ์ที่ปกติ และเหตุการณ์อันตราย ก่อนบันทึกข้อมูล งานวิจัยนี้จะตรวจสอบจำนวนผู้สังเกตการณ์ที่เลือกช่วงเหตุการณ์นี้มีมากกว่าครึ่งหนึ่งของผู้ สังเกตการณ์ทั้งหมดที่วิเคราะห์มาจากแอปพลิเคชัน data analyser โดยดูจากหมายเลข 2 ตัวอย่างมีผู้ สังเกตการณ์เลือกทั้งหมด 2 ตามข้อมูลที่เลือกไว้ หลังจากนั้นจะเลือกแกนเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการ บันทึกซึ่งแกนของเซ็นเซอร์นั้นมีความสัมพันธ์แตกต่างกันออกไปตามทิศทางการเคลื่อนที่ โดย เหตุการณ์การขับขี่ด้วยการเบรค จะเลือกแกน y ของ accelerometer sensor สำหรับบันทึก โดยเลือก จากหมายเลข 4 และยังสามารถเลือกแกนของเซ็นเซอร์อื่น ๆ ได้โดยกดปุ่มลูกศรถัดไปตามหมายเลข 3 เมื่อเลือกข้อมูลต่าง ๆ เสร็จสมบูรณ์แล้วสามารถบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของเหตุการณ์การขับขี่นี้ลงใน รูปแบบ csv ที่กำหนดไว้ โดยข้อมูลการเบรคที่บันทึกสามารถแสดงได้ตามภาพที่ 3.33 เพื่อนำไปใช้ สำหรับอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ต่อไป

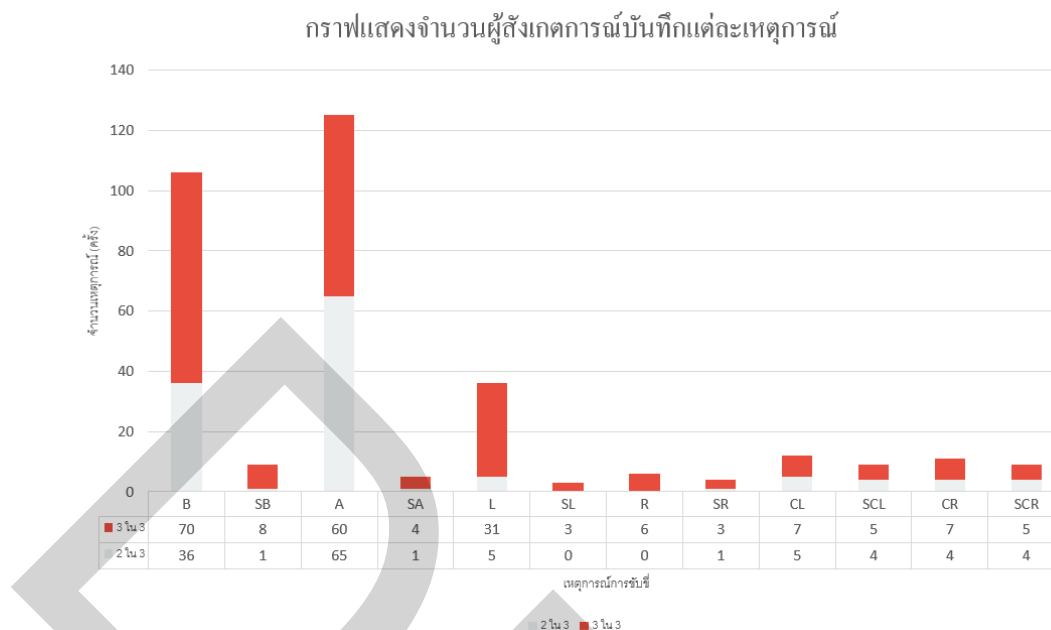


ภาพที่ 3.33 ข้อมูลการเบรกที่บันทึกหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.5.2 ข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน data analyser

จากข้อมูลเซ็นเซอร์ และข้อมูลพฤติกรรมรถขับขี่จากผู้สังเกตการณ์หลังวิเคราะห์ผ่านแอปพลิเคชัน data analyser โดยเลือกเหตุการณ์การขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ที่บันทึกเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้วิธี majority vote ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามภาพที่ 3.34





ภาพที่ 3.34 กราฟแสดงจำนวนผู้สังเกตการณ์บันทึกเหตุการณ์การขับขี่แต่ละเหตุการณ์

จากภาพที่ 3.34 แสดงจำนวนเหตุการณ์ที่ผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน โดยแยกเป็น 2 แบบ คือ ผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์เดียวกัน 2 ใน 3 คน และผู้สังเกตการณ์การเลือกเหตุการณ์ทั้งหมดเหมือนกัน โดยแยกเหตุการณ์การขับขี่ออกเป็น 12 เหตุการณ์ คือ B (การเบรค) SB (เบรคอันตราย) A (การเร่ง) SA (การเร่งอันตราย) L (เลี้ยวซ้าย) SL (เลี้ยวซ้ายอันตราย) R (เลี้ยวขวา) SR (เลี้ยวขวาอันตราย) CL (เปลี่ยนเลนซ้าย) SCL (เปลี่ยนเลนซ้ายอันตราย) CR (เปลี่ยนเลนขวา) และ SCR (เปลี่ยนเลนขวาอันตราย) จากข้อมูลพบว่าเหตุการณ์การขับขี่ที่ผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์เดียวกันมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้สังเกตการณ์ทั้งหมดจำนวน 335 ครั้ง คิดเป็น 66% จากเหตุการณ์ที่บันทึกทั้งหมดจากผู้สังเกตการณ์ที่บันทึกข้อมูลมากที่สุด 508 ครั้ง เมื่อนำมาแยกเหตุการณ์การขับขี่บนเส้นทางทดสอบจริงบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต พบว่า 3 อันดับแรกของการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ คือ การเร่ง การเบรค และการเลี้ยวซ้าย โดยมีจำนวน 125 ครั้ง 106 ครั้ง และ 36 ครั้งตามลำดับ และเมื่อนำข้อมูลแยกจำนวนของผู้บันทึกเหตุการณ์ระหว่างผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์เดียวกัน 2 ใน 3 คน และผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์ทั้งหมดเหมือนกันในช่วงเวลาเดียวกันพบว่า ผู้สังเกตการณ์ที่เลือกเหตุการณ์เหมือนกันในเวลาเดียวกันมีจำนวนมากกว่าด้วยจำนวน 209 ครั้งต่อ 126 ครั้ง สรุปได้ว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์การขับขี่ขึ้นผู้สังเกตการณ์ทั้งหมดจะคิดว่านั้นคือเหตุการณ์การขับขี่ที่เกิดขึ้นจริง เมื่อดูจำนวนของเหตุการณ์ที่มีผู้บันทึกเหตุการณ์การขับขี่พบว่า การเลี้ยวซ้ายอันตราย และเลี้ยวขวา ผู้สังเกตการณ์ทุกคนบันทึก

เหมือนกันทุกครั้งที่เกิดเหตุการณ์ คือ ไม่มีผู้สังเกตการณ์คนใดไม่บันทึกเหตุการณ์การขับขี่เมื่อเกิดเหตุการณ์เหล่านี้ขึ้น

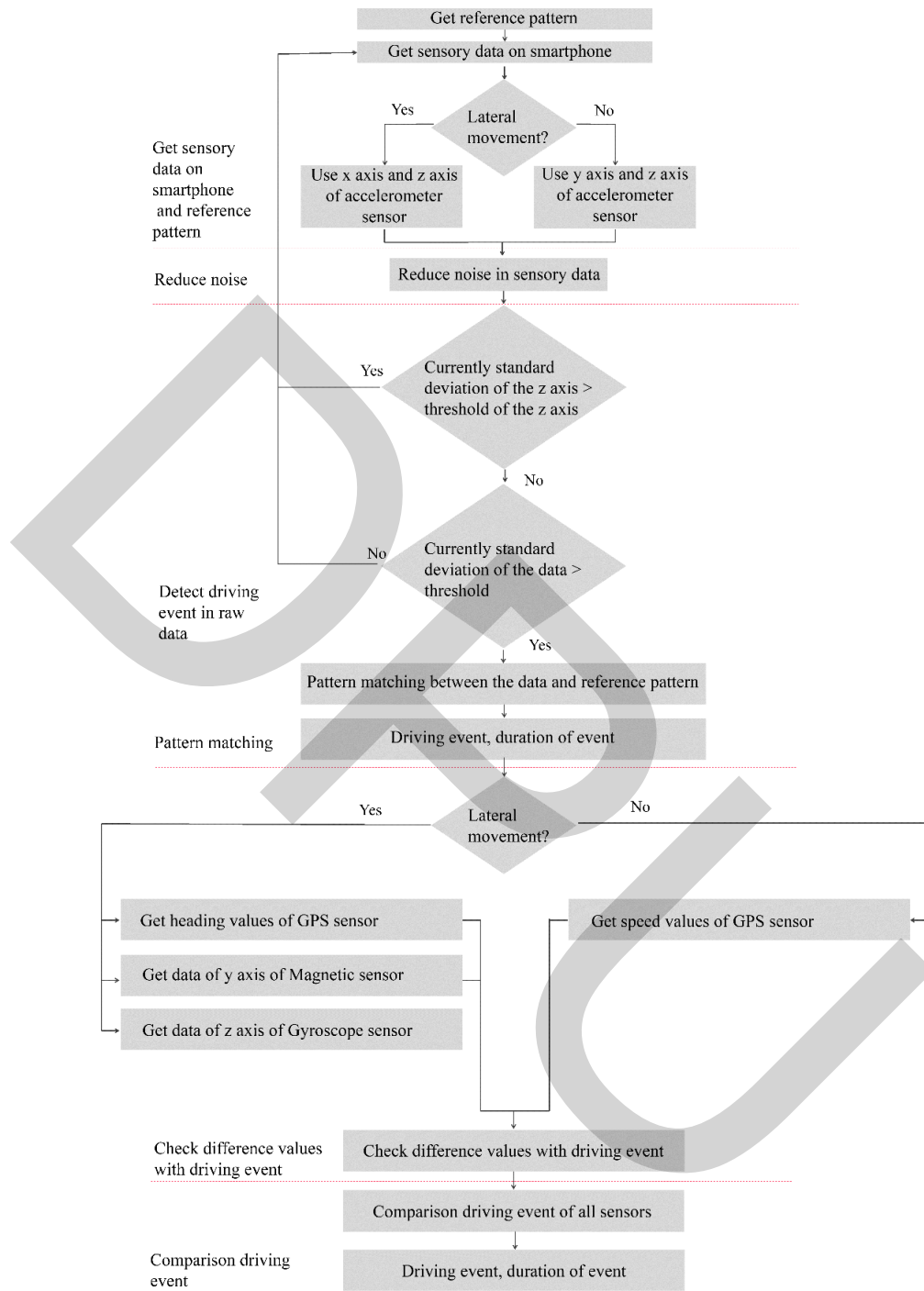
### 3.5.3 การแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบ และสำหรับผลการทดลอง

หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมรถขับขี่จากผู้สังเกตการณ์ ข้อมูลเซ็นเซอร์แต่ละชนิดที่มีความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น ๆ จะถูกบันทึกลงใน csv ไฟล์ใน directory “record sensor” เพื่อนำไปใช้สำหรับอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่ เนื่องจากการทดสอบการขับขี่ทดสอบครั้งเดียว ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือขึ้นจึงแบ่งข้อมูลเซ็นเซอร์แต่ละชนิด และข้อมูลพฤติกรรมรถขับออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดแรกเพื่อพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่เพื่อหาวิธีการตั้งค่า และตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลกับอัลกอริทึมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยเลือกข้อมูลเซ็นเซอร์ 1 ใน 3 ของข้อมูลเซ็นเซอร์ทั้งหมด 19,758 จุด และเลือกประเภทของเหตุการณ์การขับขี่โดยการสุ่ม 1 ใน 3 ของข้อมูลเหตุการณ์การขับขี่แต่ละประเภทที่วิเคราะห์ผ่านแอปพลิเคชัน data analyser เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สภาพแวดล้อมของเส้นทางที่ทดสอบแตกต่างกันทั้ง 3 แบบ คือ บริเวณภายในมหาวิทยาลัย บริเวณถนนที่มีจำนวนรถบนท้องถนนหนาแน่น และบริเวณที่มีจำนวนรถบนท้องถนนน้อย นำมาใช้เป็น reference pattern ในอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่

สำหรับชุดข้อมูล 2 ใน 3 ที่เหลือจะใช้สำหรับประมวลผลการทดสอบของงานวิจัยโดยใช้การตั้งค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามข้อมูลทดสอบในชุดแรกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ไม่เหมือนกันในการหาผลการทดลอง

### 3.6 การพัฒนาอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่

อัลกอริทึมสำหรับทำนายพฤติกรรมรถขับขี่พัฒนาขึ้นเพื่อทำนายพฤติกรรมรถขับขี่จากข้อมูลเซ็นเซอร์บนสมาร์ตโฟน เพื่อนำไปใช้พัฒนาแอปพลิเคชันรถบังคับขับขี่ที่ปลอดภัย โดยอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่นี้สามารถเลือกเซ็นเซอร์ที่ต้องการนำมาใช้งานได้ตามประสิทธิภาพของสมาร์ตโฟนแต่ละเครื่องที่มีความหลากหลาย ในเรื่องของเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ และพลังงานที่มีอย่างจำกัด โดยภาพที่ 3.35 แสดงการทำงานของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่



ภาพที่ 3.35 อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมจราจรจับจี

จากภาพที่ 3.35 แสดงอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมจราจรจับจีโดยอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนการทำงานหลัก ๆ ทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 คือ การรับข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ได้แก่ accelerometer sensor, magnetic sensor, GPS และ gyroscope sensor จากสมาร์ตโฟนมาเก็บไว้เป็น buffer ตามที่กำหนด และรับข้อมูล reference pattern จากพฤติกรรมกรับจีทีที่ได้จากผู้สังเกตการณ์เข้ามา สำหรับทำ pattern matching ระหว่างข้อมูลทั้งสองชนิด

ขั้นตอนที่ 2 คือ การลดสัญญาณรบกวน ของข้อมูลเซ็นเซอร์ที่รับเข้ามา เนื่องจากข้อมูลที่รับเข้ามาระหว่างการขับขี่รถยนต์นั้นจะมีข้อมูลการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ของรถที่ขับขี่ และสภาพของผิวถนนระหว่างการขับขี่ ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอาจจะทำให้รูปแบบของเซ็นเซอร์เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ reference pattern มีความผิดพลาดได้ โดยการใช้เทคนิค simple moving average

ขั้นตอนที่ 3 คือ การตรวจสอบโอกาสการเกิดเหตุการณ์ในช่วงของข้อมูลเซ็นเซอร์ เพื่อช่วยลดการประมวลผลของสมาร์ตโฟนไม่ให้ทำงานในขั้นตอน pattern matching ตลอดเวลาที่รับข้อมูลเข้ามา โดยขั้นตอนนี้จะตรวจสอบค่า standard deviation ของช่วงข้อมูลปัจจุบันที่รับเข้ามา กับค่า standard deviation โดยรวมที่ผ่านมตลอดการขับขี่ หากค่า standard deviation สูงกว่าค่าโดยรวม อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมกรับจีทีจะนำไปทำขั้นตอน pattern matching ต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 คือ การทำ pattern matching ระหว่างช่วงของข้อมูลเซ็นเซอร์ที่รับเข้ามา กับข้อมูลของ reference pattern ของเหตุการณ์กรับจีทีต่าง ๆ ที่ได้มาจากผู้สังเกตการณ์ส่วนใหญ่บันทึกไว้ เปรียบเทียบความคล้ายของรูปแบบของข้อมูล โดยใช้ เทคนิค Dynamic Time warping ว่าใกล้เคียงเหตุการณ์ใดมากที่สุด เพื่อหาคำตอบที่เป็นประเภทของเหตุการณ์ที่ได้จากข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 คือ การเปรียบเทียบเหตุการณ์กรับจีทีที่ได้จากขั้นตอน pattern matching โดยพิจารณาตามความสัมพันธ์ของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมกรับจีที และวิเคราะห์ด้วยค่าความแตกต่างของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดกับค่าความแตกต่างของเซ็นเซอร์ที่มาจากข้อมูลเซ็นเซอร์ที่มาจากผู้สังเกตการณ์ส่วนใหญ่บันทึก โดยขั้นตอนนี้จะมีคำตอบพฤติกรรมกรับจีทีจากแต่ละเซ็นเซอร์ จากนั้นจะเลือกเหตุการณ์กรับจีทีจากเหตุการณ์ที่เซ็นเซอร์ทายมากที่สุดเป็นคำตอบของอัลกอริทึม

### 3.6.1 การรับข้อมูลเซ็นเซอร์จากสมาร์ตโฟน และข้อมูล reference pattern

เริ่มต้นการทำงานของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมกรับจีที จะรับข้อมูล reference pattern ที่ได้มาจากการบันทึกของผู้สังเกตการณ์ระหว่างการทดสอบการขับขี่ โดยเลือกเหตุการณ์เฉพาะข้อมูลที่ผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์กรับจีทีเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน โดยวิธี majority vote ข้อมูล reference pattern เข้ามานี้เป็นรูปแบบข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ จากข้อมูล accelerometer sensor ที่มีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์กรับจีที ตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ของแกนข้อมูล accelerometer sensor กับเหตุการณ์การขับขี่

แกนข้อมูลของ accelerometer sensor	เหตุการณ์การขับขี่
แกน y	การเบรก
แกน y	การเร่ง
แกน x	การเลี้ยว
แกน x	การเปลี่ยนเลน

จากตารางที่ 3.4 ข้อมูลจากแกนของ accelerometer sensor ที่ใช้เป็น reference pattern จะแบ่งเป็น 2 แกน คือ แกน y จะใช้สำหรับการเบรกและการเร่ง ส่วนแกน x ใช้สำหรับการเลี้ยวและการเปลี่ยนเลน โดยข้อมูลความสัมพันธ์ที่แสดงเป็นการวางสมาร์ตโฟนหันด้านบนไปทิศทางเดียวกับรถเคลื่อนที่ไปด้านหน้า สำหรับข้อมูล reference pattern ใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูล accelerometer sensor ที่รับเข้ามาในขั้นตอน pattern matching นอกจากข้อมูล reference pattern ที่รับเข้ามาแล้วอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่จะรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์สมาร์ตโฟนเข้ามาได้แก่ accelerometer sensor, magnetic sensor, gyroscope sensor และ GPS สำหรับข้อมูลทั้ง 4 เซ็นเซอร์ อัลกอริทึมต้องการข้อมูลจากเซ็นเซอร์อย่างน้อย 1 เซ็นเซอร์ คือ accelerometer sensor เพื่อนำมาใช้หาพฤติกรรมการขับขี่ และช่วงเวลาของการเกิดพฤติกรรมการขับขี่ด้วยเทคนิค pattern matching ความถี่ที่งานวิจัยนี้เลือกใช้มี 2 ความถี่ คือ 5 Hz สำหรับ accelerometer sensor, magnetic sensor และ gyroscope sensor และ 1 Hz สำหรับ GPS เหตุผลที่ใช้ความถี่แตกต่างกันนั้นเนื่องจากปัจจุบันนี้สมาร์ตโฟนความถี่สูงสุดที่ GPS สามารถรับข้อมูลได้จะอยู่ที่ 1 Hz ซึ่งเพียงพอกับการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ที่มีช่วงเวลาเกิดสั้นที่สุดอย่างการเปลี่ยนเลนประมาณ 1,250 ms หรือ 1.2 Hz ข้อมูลมาจากการบันทึกพฤติกรรมการขับขี่จากผู้สังเกตการณ์

หลังจากรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละชนิดเข้ามาแล้วข้อมูลจะต้องถูกแยกพิจารณาเป็น 2 ทิศทางการเคลื่อนที่ คือ ทิศทาง lateral และทิศทาง longitudinal เนื่องจาก 2 ทิศทางนี้มีเหตุการณ์การขับขี่และข้อมูลเซ็นเซอร์ที่ใช้พิจารณาเหตุการณ์การขับขี่แตกต่างกัน โดยแสดงตารางที่ 3.5

### ตารางที่ 3.5 ความสัมพันธ์ของทิศทางการเคลื่อนที่กับเหตุการณ์การจับจี้

ทิศทาง longitudinal	ทิศทาง lateral
การเบรก	การเลี้ยว
การเร่ง	การเปลี่ยนเลน

จากตารางที่ 3.5 แสดงทิศทางที่มีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์การจับจี้เมื่อวางสมาร์ทโฟน โดยหันด้านบนไปทิศทางเดียวกับรถเคลื่อนที่ไปด้านหน้า ทิศทาง longitudinal จะประกอบไปด้วย การเบรกและการเร่ง รวมถึงเหตุการณ์ที่อันตรายของการเบรกและการเร่งเช่นกัน และสำหรับทิศทาง lateral เป็นเหตุการณ์การเลี้ยวและการเปลี่ยนเลน ซึ่งรวมทั้งไปทิศทางซ้าย และทางด้านขวา รวมถึง เหตุการณ์ที่อันตรายด้วย

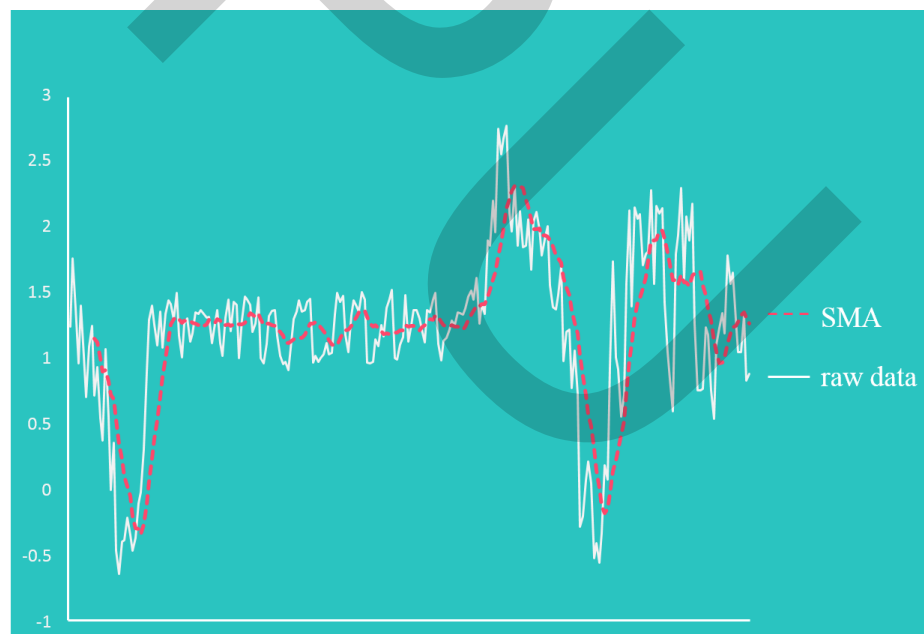
ข้อมูลที่ได้รับเข้ามานั้นจะถูกจัดเก็บในรูปแบบ buffer เพื่อทำให้เกิดเป็นรูปแบบของข้อมูล เพื่อใช้เปรียบเทียบในขั้นตอน pattern matching สำหรับขนาดของ buffer หรือ window ที่เลือกใช้ใน อัลกอริทึมนี้มาจากการหาค่าที่ดีที่สุดจากการประมวลผลอัลกอริทึม โดยพิจารณาจาก 3 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยของขนาดข้อมูลของพฤติกรรมการจับจี้ที่บันทึกโดยผู้สังเกตการณ์ทั้งหมดในแต่ละแกน ทิศทาง ขนาดของข้อมูลทีมากที่สุดของแต่ละแกนทิศทางการเคลื่อนที่ และขนาดข้อมูลทีน้อยที่สุดของทิศทางการเคลื่อนที่ ค่าต่าง ๆ ที่เลือกมาพิจารณา คือ เวลาของการเกิดเหตุการณ์การต่าง ๆ จากการทดลองนำค่าของทั้ง 3 แบบมาใช้งานในอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการจับจี้ พบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้ จากขนาดของข้อมูลแต่ละทิศทางการเคลื่อนที่ได้คำตอบที่ดีที่สุดในการนำมาใช้งานสำหรับ อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการจับจี้ เนื่องจากเมื่อนำเอาเฉพาะค่าของจำนวนจุดข้อมูลทีน้อยที่สุด หรือค่าของจำนวนจุดข้อมูลทีมากที่สุดมาใช้งานนั้น ค่าของข้อมูลยังไม่ได้เป็นค่าที่เกิดเหตุการณ์ ส่วนใหญ่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น จำนวนจุดของข้อมูลเลือกใช้ตามจำนวนจุดของการเปลี่ยนเลนที่น้อย ที่สุด จะพบว่าเมื่อนำไปใช้เปรียบเทียบข้อมูล pattern matching กับ reference pattern เหตุการณ์การ เปลี่ยนเลนจะได้ค่าที่ดี แต่การเลี้ยวจะไม่ได้คำตอบที่ดีเนื่องจากช่วงเวลาในการเปรียบเทียบนั้นสั้นเกินไป กลับกันหากนำจุดข้อมูลทีมากที่สุดมาใช้ คือ การเลือกจำนวนจุดเท่ากับการเกิดเหตุการณ์ เลี้ยวทีมากที่สุด การทำนายการเลี้ยวจะได้ดี แต่การเปลี่ยนเลนกลับได้ผลลัพธ์ที่แย่ การเลือกนั้นเรา ไม่สามารถทราบได้ว่าเหตุการณ์ใดจะเกิดขึ้นในข้อมูลที่ได้รับเข้ามาดังนั้นวิธีการที่ดีที่สุดในการเลือก ขนาดของ window คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดของข้อมูลแต่ละทิศทางการเคลื่อนที่

### 3.6.2 การลดสัญญาณรบกวน

หลังจากที่ข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจาก accelerometer sensor ถูกเก็บไว้เท่ากับจำนวน window ที่กำหนดของแต่ละแกนทิศทางการเคลื่อนที่ ข้อมูลใน window นั้นจะถูกนำมาลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ และพื้นผิวของถนนที่รถยนต์วิ่ง เพื่อให้เหลือแต่ข้อมูลเฉพาะที่เกิดการจากข้อผิดพลาดเพียงอย่างเดียว จะได้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล accelerometer sensor ขณะเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากขึ้น โดยเทคนิคที่เลือกนำมาใช้งาน คือ Simple moving average

$$SMA = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_{n-1}}{n} \quad (1)$$

สูตรการคำนวณหา simple moving average ของข้อมูลใน window โดยการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดใน window นั้น P หมายถึง ค่าของข้อมูลแต่ละตำแหน่ง และ n หมายถึง จำนวนจุดข้อมูลทั้งหมด จากสูตรการคำนวณนี้จะได้ลักษณะของรูปแบบข้อมูลใหม่ตามภาพที่ 3.36



ภาพที่ 3.36 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังทำเทคนิค simple moving average

จากภาพที่ 3.36 แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูลก่อนและหลังทำการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธี Simple moving average เส้นสีขาว คือ raw data ของข้อมูล accelerometer sensor ที่ได้รับมาจาก

สมาร์ตโฟน และเส้นสีแดง คือ การนำ raw data ชุดเดียวกันทำการลดสัญญาณรบกวน จากภาพจะเห็นว่าเส้นกราฟสีขาวจะมีลักษณะของข้อมูลเปลี่ยนแปลงที่ไม่นิ่ง ทำการหาคำนำไปใช้งานในขั้นตอน pattern matching คำตอบที่ได้รับจะผิดพลาดได้ ส่วนเส้นสีแดง คือ กราฟที่ลดสัญญาณรบกวนแล้วจะพบว่ามองเห็น trend การเกิดของข้อมูลได้ชัดเจนมากขึ้นว่าข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด แต่การทำ simple moving average จะทำให้ข้อมูลหายไปจากเดิมบ้าง แต่ไม่มีผลมากนัก หากข้อมูลที่ได้ออกมานั้นเป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ชัดเจนในการเกิดเหตุการณ์การจับชิ่ง

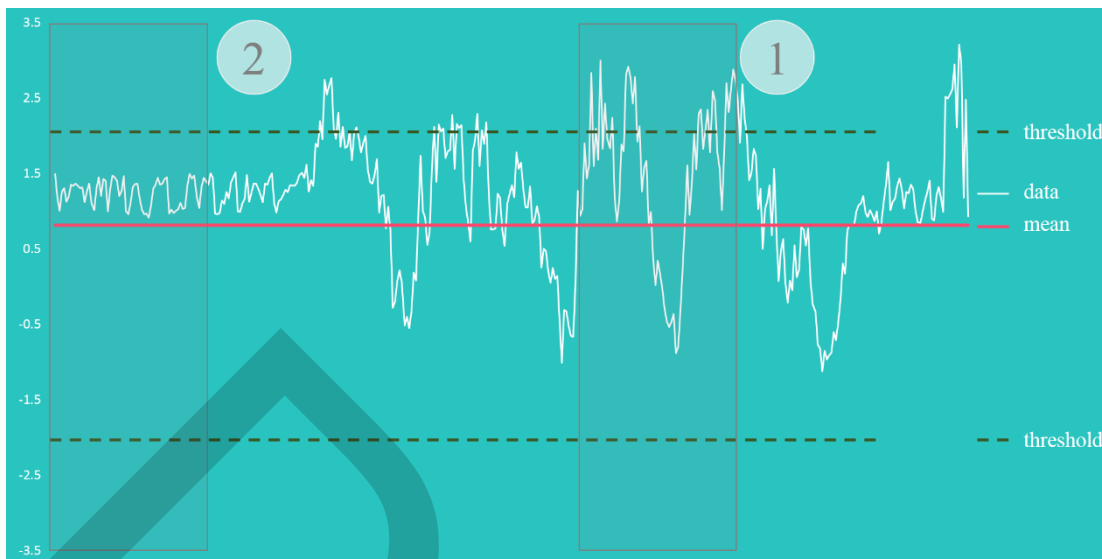
### 3.6.3 ตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์การจับชิ่งในข้อมูล

จากความหลากหลายของสมาร์ตโฟนในปัจจุบันนี้ที่มีความสำคัญกับการใช้งาน อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการจับชิ่ง ได้แก่ จำนวนเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง เช่น บางรุ่นมีการติดตั้ง gyroscope sensor ซึ่งมีประโยชน์ในงานวิจัยนี้เพื่อช่วยตรวจสอบการจับชิ่งในการเลี้ยวและเปลี่ยนแปลงหรือพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดของอุปกรณ์ เพื่อไม่ให้อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการจับชิ่งทำงานตลอดเวลาที่ข้อมูล accelerometer sensor เข้ามาด้วยความถี่ 250 ms จึงใช้การตรวจสอบค่า standard deviation ของข้อมูล เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลใน window ปัจจุบัน กับค่า standard deviation ของข้อมูลที่ผ่านมามาตั้งแต่เริ่มการจับชิ่ง โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

จากสูตร 2 สัญลักษณ์  $x_i$  คือ ค่าของข้อมูลตำแหน่งนั้น  $\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลใน window นั้น  $N$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด จากเทคนิคนี้จะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดเหตุการณ์การจับชิ่ง และไม่เกิดการจับชิ่งในข้อมูลตามภาพที่ 3.37





ภาพที่ 3.37 ตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ในข้อมูลด้วย standard deviation

จากภาพที่ 3.37 แสดงข้อมูลของ accelerometer sensor ที่รับมาจากสมาร์ทโฟน โดยมีค่า standard deviation รวมที่ผ่านมาตั้งแต่เริ่มการขับขี่เท่ากับหรือเท่ากับค่า threshold [2.5] จากภาพหมายเลข 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยมีค่า standard deviation ใน window นั้นเกินค่า [2.5] แสดงว่าช่วงของข้อมูลใน window นี้มีโอกาสเกิดเหตุการณ์การขับขี่ขึ้น ส่วนหมายเลข 2 นั้นแสดงให้เห็นค่าข้อมูลจาก accelerometer sensor ที่ไม่เกิน standard deviation รวมที่ผ่านมานั้นแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลช่วงนั้นอาจจะเป็นเพียงการเคลื่อนที่ของรถยนต์ปกติโดยไม่เกิดเหตุการณ์การขับขี่ขึ้นและอัลกอริทึมจะกลับไปรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์เข้ามาใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 จากผลลัพธ์ที่มีความน่าจะเป็นที่เกิดเหตุการณ์การขับขี่ขึ้นจะส่งข้อมูลใน window หมายเลข 1 ไปยังขั้นตอน pattern matching ต่อไป ประโยชน์ที่ได้จากการตรวจสอบ standard deviation นี้ คือ อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมกรรมการขับขี่ไม่จำเป็นต้องทำงานตลอดเวลา ทำให้ประหยัดแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนที่มีอยู่อย่างจำกัด

#### 3.6.4 Pattern matching

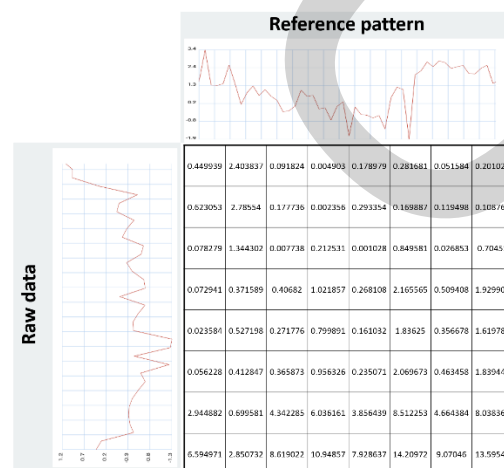
ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลดิบที่รับมาจากข้อมูลเซ็นเซอร์ accelerometer ของสมาร์ทโฟนที่เก็บไว้ในรูปแบบของ window มาเปรียบเทียบกับ reference pattern ของเหตุการณ์การขับขี่ที่บันทึกมาจากผู้สังเกตการณ์ที่ทดลอง ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แอปพลิเคชัน data analyser ด้วยการเลือกช่วงเวลาที่ผู้สังเกตการณ์บันทึกเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันด้วยวิธี majority vote ข้อมูล accelerometer sensor ที่นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูล reference pattern นั้นจะแยกการเปรียบเทียบตามทิศทางเคลื่อนที่ 2 ทิศทาง คือ แกน y ของ accelerometer sensor จะเปรียบเทียบกับความเร็วและการเร่ง แบบอันตรายและไม่อันตราย ส่วนแกน x ของ accelerometer

sensor จะนำไปเปรียบเทียบกับ การเลี้ยวซ้าย การเลี้ยวขวา การเปลี่ยนเลนซ้าย และการเปลี่ยนเลนขวา แบบอันตรายและไม่อันตราย เพื่อหาความคล้ายของข้อมูลที่สุดเป็นคำตอบประเภทพฤติกรรม การจับจี และช่วงเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของเหตุการณ์การจับจีจาก accelerometer sensor โดยการใช้เทคนิค Dynamic time warping

เทคนิค Dynamic time warping คือการนำข้อมูล accelerometer sensor ที่รับมาจากสมาร์ทโฟน และข้อมูล pattern matching ที่เกี่ยวข้องกับทิศทางเคลื่อนที่ของแกนข้อมูลมาหาค่าความแตกต่างระหว่างจุดหนึ่งจุดข้อมูลกับทุกจุดของ reference pattern โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้ (C. Saiprasert, October 2013)

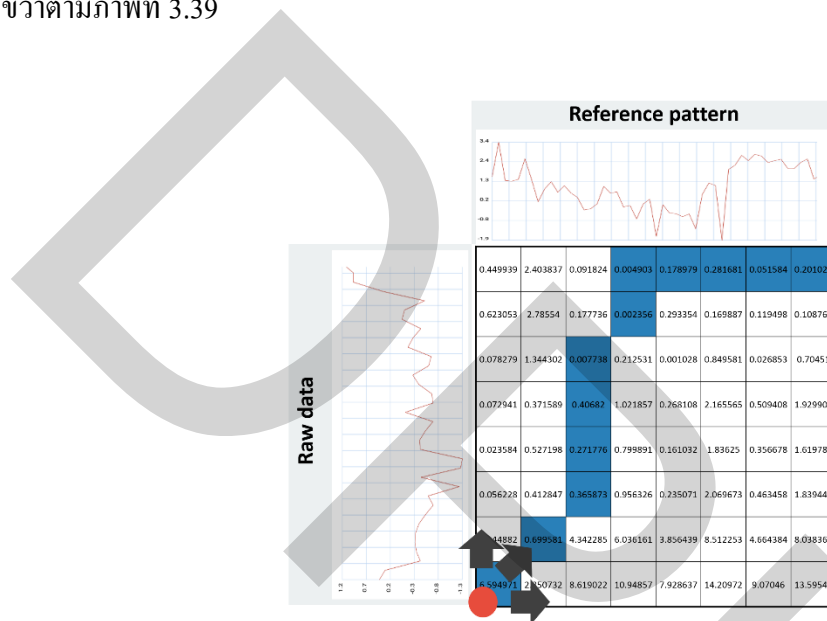
$$z_{ij} = (x_i - y_j)^2 \quad (3)$$

จากสูตร 3 สัญลักษณ์  $x_i$  คือข้อมูลที่ได้รับมาจาก accelerometer sensor  $y_j$  คือข้อมูลจาก reference pattern เมื่อนำข้อมูลแต่ละตำแหน่งมาค่าความแตกต่างและกำลังสองแล้วจะได้ผลลัพธ์ของทั้งสองข้อมูลเป็น ตาราง matrix 2 มิติ มีขนาดของ matrix คือ ขนาดของ window  $\times$  ขนาดของ reference pattern ตามภาพที่ 3.38 สำหรับข้อดีของการใช้ dynamic time warping คือ ความยาวของชุดข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลอ้างอิง ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ทำให้มีความยืดหยุ่นในการรองรับข้อมูลดิบได้ในหลายกรณีการใช้งาน



ภาพที่ 3.38 ผลลัพธ์ matrix จากการคำนวณระหว่าง reference pattern กับ raw data

จากภาพที่ 3.38 เป็นการคำนวณหาความแตกต่างระหว่าง reference pattern และ raw data จากภาพคือการนำข้อมูลของจุดหนึ่งจุดของ raw data คำนวณหาความแตกต่างจากทุกจุดของ reference pattern โดยการคำนวณนี้จะมีตาราง matrix เท่ากับจำนวน reference pattern ที่ใช้งานในแต่ละทิศทางการเคลื่อนที่ หลังจากนั้นจะใช้หาเส้นทางที่มีค่าน้อยที่สุดในการเลื่อนจากมุมล่างซ้ายของตารางไปยังมุมบนขวาของตาราง โดยที่ทิศทางการเคลื่อนที่มี 3 ทิศทางคือ ด้านบน ด้านขวา และด้านบนขวาตามภาพที่ 3.39



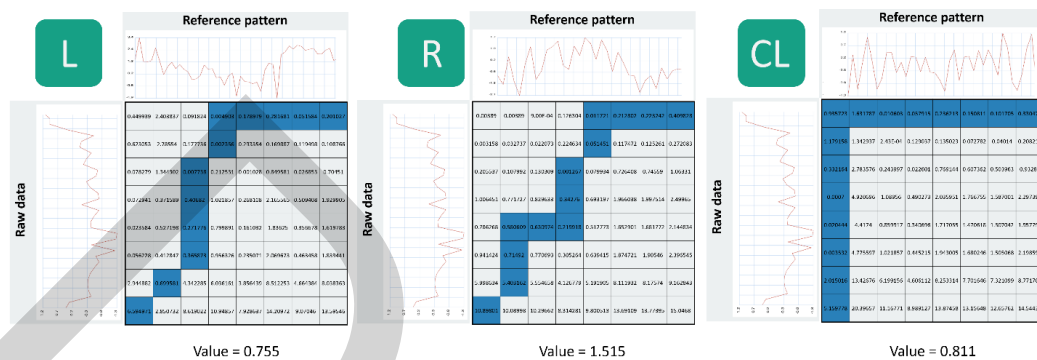
ภาพที่ 3.39 การเลือกเส้นทางที่มีค่าน้อยที่สุดในตาราง matrix

จากภาพที่ 3.39 แสดงการเลือกเส้นทางที่มีค่าน้อยที่สุดจากมุมซ้ายล่างไปยังมุมขวาบน โดยมีทิศทาง 3 ทิศทาง คือ ด้านบน ด้านขวา และด้านบนขวา จากภาพเส้นทางสีน้ำเงินคือเส้นทางที่มีค่าน้อยที่สุดของตาราง matrix นี้เมื่อนำ raw data เปรียบเทียบกับ reference pattern จากเส้นทางที่เลือกมาจากตาราง matrix จะถูกคำนวณค่าน้ำหนักของเส้นทางแต่ละ reference pattern ด้วยสูตร 4

$$value = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i)}{N} \quad (4)$$

จากสูตร (4) คือการหาค่ารวมของความแตกต่างที่น้อยที่สุดของแต่ละจุดข้อมูลหารด้วยจำนวนครั้งที่ใช้ในการเลื่อนจากมุมซ้ายล่างไปยังมุมขวาบนของเส้นทางที่เลือกของตาราง matrix โดย N หมายถึงจำนวนจุดที่เส้นทางเลือกผ่าน และ  $x_i$  คือค่าของข้อมูลที่จุดเลือกผ่าน ซึ่งอัลกอริทึม

ทำนายพฤติกรรมการขับขี่จะคำนวณหาเส้นทางที่มีค่าน้อยที่สุดโดยนำข้อมูลของแกนข้อมูล accelerometer sensor เปรียบเทียบกับ reference pattern ที่มีความสัมพันธ์กัน จากนั้นจะเลือกคำตอบ เหตุการณ์การขับขี่จากค่าที่น้อยที่สุด ตามตัวอย่างภาพที่ 3.40



ภาพที่ 3.40 การเลือกเหตุการณ์การขับขี่ด้วย Dynamic time warping

ภาพที่ 3.40 แสดงตัวอย่างการเลือกเหตุการณ์การขับขี่ระหว่าง L (เลี้ยวซ้าย) R (เลี้ยวขวา) และ CL (การเปลี่ยนเลนซ้าย) โดยเทียบกับ raw data ที่มาจาก accelerometer sensor แกน x ที่มีความสัมพันธ์กับทิศทางนี้ โดยตัวอย่างแสดงตาราง matrix ของแต่ละเหตุการณ์ เส้นสีน้ำเงิน คือเส้นทางที่มีค่าน้อยที่สุดในการเลือกจากมุมซ้ายล่างไปยังมุมขวาบนของตาราง matrix โดยมีการคำนวณค่าเส้นทางออกมาแต่ละ reference pattern ดังนี้ เลี้ยวซ้ายมีค่า 0.755 เลี้ยวขวา 1.515 และเปลี่ยนเลนซ้าย 0.811 จากค่าทั้งหมดนี้อัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่จะเลือก การเลี้ยวซ้าย เป็นคำตอบของอัลกอริทึมสำหรับ window นี้ และจะทำขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้ทุกครั้งถ้ามี window ไດผ่านขั้นตอน standard deviation ผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้ คือ เหตุการณ์การขับขี่ เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของเหตุการณ์นั้น ๆ เพื่อนำผลลัพธ์ไปหาค่าความแตกต่างของเซ็นเซอร์อื่น ๆ เพื่อเทียบพฤติกรรมการขับขี่ต่อไป

### 3.6.5 ขั้นตอนการตรวจสอบความแปรผันของข้อมูล

หลังจากการทำขั้นตอน pattern matching แล้วผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอน pattern matching คือ เหตุการณ์การขับขี่ เวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดของการเกิดเหตุการณ์จากข้อมูล accelerometer sensor จากนั้นหากต้องการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ชนิดอื่น ได้แก่ magnetic sensor, GPS และ gyroscope sensor โดยหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละเซ็นเซอร์นำมาเปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างแต่ละเหตุการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเซ็นเซอร์แต่ละชนิด โดยดูจากตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่าของเซ็นเซอร์กับพฤติกรรมการจับชีพีจากการทดลองจับจริง

เหตุการณ์การจับชีพี	Magnetic sensor	Gyroscope sensor	GPS
การเบรค	-	-	ความเร็ว
การเร่ง	-	-	ความเร็ว
การเลี้ยวซ้าย	5.06 - 6.3	0.39 – 0.55	16.36 – 28.33
การเลี้ยวขวา	$\mu m/s$	rad/s	degree/s
การเปลี่ยนแปลงซ้าย	0.36 – 12.66	0.27 - 0.39	18.35- 40.89
การเปลี่ยนแปลงขวา	$\mu m/s$	rad/s	degree/s

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าความแตกต่างของค่าที่มากที่สุดกับค่าที่น้อยที่สุดของข้อมูลเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์การจับชีพีแต่ละชนิด เพื่อใช้เป็น upper และ lower bound เพื่อตรวจสอบการเกิดเหตุการณ์ในการจับชีพีต่าง ๆ ค่าอ้างอิงในตารางที่แสดงมาจากข้อมูลจากผู้สังเกตการณ์ที่บันทึกข้อมูลการจับชีพีโดยเลือกเฉพาะข้อมูลจากผู้สังเกตการณ์เลือกเหตุการณ์เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันด้วยวิธี majority vote และเลือกข้อมูลจากขั้นตอนนี้ออกมาอีกครั้งด้วยจำนวน 1 ใน 3 ของเหตุการณ์การแต่ละชนิดสำหรับเป็นข้อมูลอ้างอิงในตารางนี้

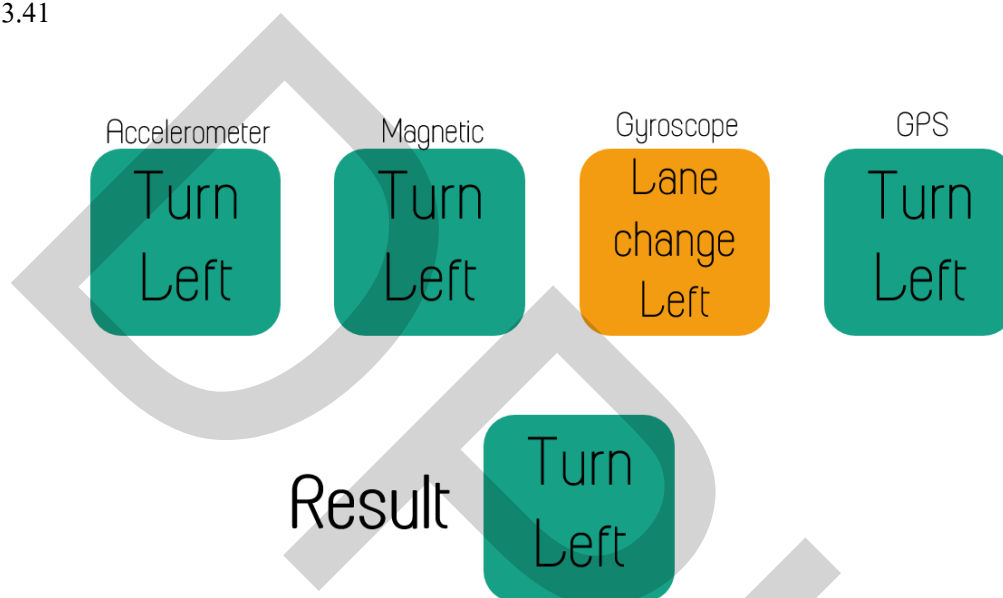
จากข้อมูลในตารางการเบรคและการเร่งจะใช้ข้อมูลจาก GPS ที่มีค่าความเร็ว เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น คือการเร่ง และหากค่าความเร็วลดลงคือการเบรค สำหรับเหตุการณ์การเลี้ยว และการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะใช้เหมือนกันแต่จะแตกต่างกันตรงค่าความแตกต่างของข้อมูลจากเซ็นเซอร์ โดยค่าของการเปลี่ยนแปลงจะมีค่าน้อยกว่า เช่น การเลี้ยวค่าการเปลี่ยนแปลงของทิศทางเคลื่อนที่อยู่ระหว่าง 16.36 – 28.33 องศาต่อวินาที แต่การเปลี่ยนแปลงจะน้อยกว่าที่ 18.35-40.89 องศาต่อวินาที สำหรับค่าการเปลี่ยนแปลงของ magnetic sensor สำหรับการเลี้ยวอยู่ระหว่าง 5.06 - 6.3  $\mu m/s$  และการเปลี่ยนแปลงจะน้อยกว่าอยู่ระหว่าง 0.36 – 12.66  $\mu m/s$  และสำหรับข้อมูลจาก gyroscope sensor การเลี้ยวจะอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.55 rad/s และการเปลี่ยนแปลงจะอยู่ระหว่าง 0.27 - 0.39 rad/s จากข้อมูลของตารางนี้สามารถนำช่วงของเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดจากขั้นตอน pattern matching ที่ใช้ข้อมูล accelerometer sensor ในการวิเคราะห์มาใช้หาคำตอบของพฤติกรรมการจับชีพีจากเซ็นเซอร์อื่น ๆ ได้ โดยนำค่าของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดที่อยู่ระหว่างช่วงเวลาเดียวกับผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอน pattern matching มาหาความแตกต่างระหว่างค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดเพื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.6 ตามแต่ละชนิดของเซ็นเซอร์เพื่อแสดงผลลัพธ์ของพฤติกรรม

การจับชื่อออกมา และเลือกคำตอบของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถจับชื่อจากจำนวนเหตุการณ์ที่เซ็นเซอร์ทั้งหมดทำนายมากที่สุดเป็นคำตอบสุดท้าย

#### 1. การเลือกคำตอบของอัลกอริทึมที่จำนวนเหตุการณ์ไม่เท่ากัน

หากการเปรียบเทียบจำนวนของเหตุการณ์แต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากันคำตอบของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถจับชื่อจะเลือกเหตุการณ์ที่มีผู้ทำนายมากที่สุดเป็นคำตอบตามภาพที่

3.41



ภาพที่ 3.41 เปรียบเทียบเหตุการณ์รถจับชื่อที่ทำนายไม่เท่ากัน

ภาพที่ 3.41 แสดงคำตอบจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ได้หลังจากทำอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถจับชื่อ โดยจำนวนของเหตุการณ์ที่ทำนายแต่ละเซ็นเซอร์มีจำนวนไม่เท่ากัน จากภาพจะพบว่า accelerometer sensor ให้คำตอบเป็นเหตุการณ์การเลี้ยว จากขั้นตอน pattern matching และเมื่อทำขั้นตอน pattern matching เสร็จแล้วคำตอบจากขั้นตอนนี้คือ เวลาเริ่มต้น เวลาสิ้นสุดของเหตุการณ์ และพฤติกรรมรถจับชื่อ หลังจากนั้นนำช่วงเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดที่เกิดเหตุการณ์รถจับชื่อนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละชนิดในช่วงเวลานั้น ไปหาค่าความแตกต่างและเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลกับตารางที่ 3.6 จากตัวอย่าง magnetic sensor ได้คำตอบเป็น การเลี้ยวซ้าย GPS ได้คำตอบเป็นการเลี้ยวซ้าย แต่สำหรับ gyroscope sensor ทำนายว่าเป็นการเปลี่ยนเลนซ้าย ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีคำตอบไม่เหมือนกันทั้งหมด ดังนั้นอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถจับชื่อจะเลือกเหตุการณ์ที่เซ็นเซอร์ส่วนใหญ่ทำนาย คือ การเลี้ยวซ้ายเป็นคำตอบ

## 2. การเลือกคำตอบของอัลกอริทึมที่จำนวนเหตุการณ์เท่ากัน

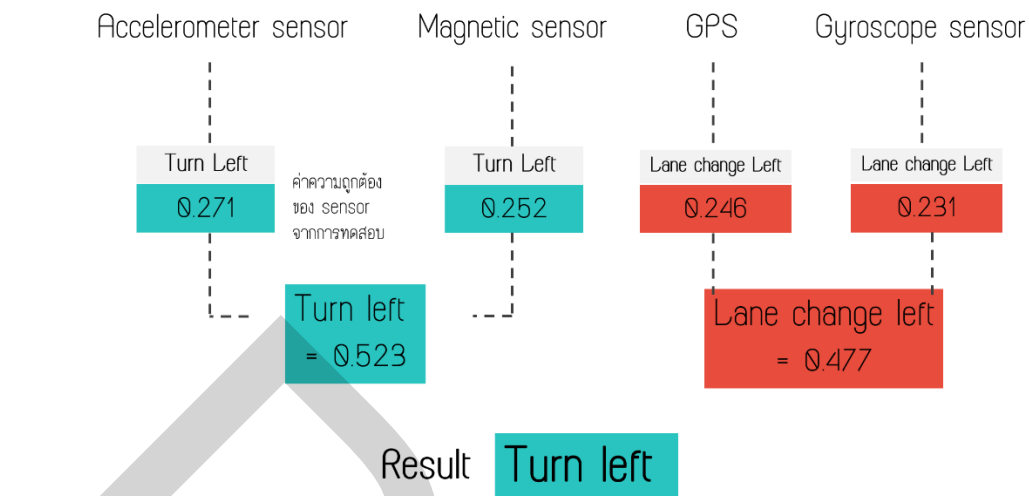
กรณีการเปรียบเทียบเหตุการณ์การขับขี่จากเซ็นเซอร์แต่ละชนิดที่มีเหตุการณ์เท่ากัน ทำให้การหาผลลัพธ์ของอัลกอริทึมจำเป็นต้องใช้น้ำหนักเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยค่าน้ำหนักของแต่ละเซ็นเซอร์ที่ได้มานั้นนำมาจากการหาค่าความถูกต้องของข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับการทดสอบเป็นจำนวน 1 ใน 3 ของข้อมูลจำนวน 19,758 จุด โดยเมื่อทำการประมวลผลอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่แล้วจะเลือกค่าน้ำหนักของแต่ละเซ็นเซอร์ด้วยค่าความถูกต้องในการทำนายพฤติกรรมการขับขี่จากข้อมูลการทดสอบนี้ โดยมีค่าความถูกต้องดังนี้

ตารางที่ 3.7 น้ำหนักของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดในการทำนายพฤติกรรมการขับขี่

เซ็นเซอร์	น้ำหนัก
Accelerometer sensor	0.271
Accelerometer sensor และ magnetic sensor	0.252
Accelerometer sensor และ GPS	0.246
Accelerometer sensor และ gyroscope sensor	0.231

จากตารางที่ 3.7 แสดงค่าน้ำหนักของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดในการทำนายพฤติกรรมการขับขี่ในกรณีที่มีคำตอบของจำนวนพฤติกรรมการขับขี่ที่เท่ากัน จากตารางพบว่าเซ็นเซอร์แต่ละชนิดจะมี accelerometer sensor เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เนื่องจาก accelerometer sensor จะเป็นข้อมูลที่บอกว่าเกิดเหตุการณ์การขับขี่ขึ้นหรือไม่ และเกิดขึ้นในช่วงเวลาใด จากข้อมูลเซ็นเซอร์ที่รับเข้ามา จากนั้นตอน pattern matching ข้อมูลตารางสรุปได้ว่าการใช้ accelerometer sensor เพียงอย่างเดียวมีค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ 0.271 มาจากค่าความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ที่ทำนายเหตุการณ์โดยรวมทั้งหมด สำหรับน้ำหนักที่ดีที่สุดรองลงมา คือ magnetic sensor มีค่าน้ำหนัก 0.252 ลำดับต่อมาคือ GPS และ gyroscope sensor มีค่า 0.246 และ 0.231 ตามลำดับ

จากข้อมูลน้ำหนักที่กล่าวมานี้ วิธีการทำนายพฤติกรรมการขับขี่จากเซ็นเซอร์แต่ละชนิดจะมีการรมนำน้ำหนักเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยตาม



ภาพที่ 3.42 เปรียบเทียบเหตุการณ์การขับขี่ที่ทำนายเท่ากัน

ภาพที่ 3.42 แสดงการทำนายเหตุการณ์การขับขี่ที่เท่ากัน โดยขั้นตอน pattern matching โดยการใช้ accelerometer sensor ได้คำตอบ คือ การเลี้ยวซ้าย เช่นเดียวกับ magnetic sensor เมื่อนำข้อมูลความแตกต่างของค่าที่มากที่สุดและค่าต่ำที่สุดในช่วงเวลาเดียวกันมาเปรียบเทียบได้คำตอบเป็นการเลี้ยวซ้ายเช่นกัน แต่สำหรับข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันของ GPS และ gyroscope sensor กลับให้คำตอบเป็นการเปลี่ยนเลนซ้าย จากคำตอบนี้มีจำนวนที่ทำนายเท่ากัน คือ การเลี้ยวซ้ายและการเปลี่ยนเลนซ้าย เป็นจำนวน 2 เซ็นเซอร์ ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบได้จากการพิจารณาจำนวนที่ทำนายมากกว่ากัน ได้ ดังนั้นจึงนำข้อมูลของน้ำหนักความถูกต้องของเซ็นเซอร์จากรายที่ 3.7 มาพิจารณาประกอบจะได้ว่า ข้อมูลการเลี้ยวซ้ายมีค่าน้ำหนักความถูกต้องเท่ากับ 0.523 โดยการนำน้ำหนักของ accelerometer sensor และ magnetic sensor มารวมกัน ส่วนการเปลี่ยนเลนซ้าย มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.477 โดยนำค่าน้ำหนักของ GPS และ gyroscope sensor มารวมกัน ทำให้คำตอบสุดท้ายของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมขับขี่ทำนายว่า การเลี้ยวซ้ายคือคำตอบสำหรับข้อมูลนี้ โดยดูจากค่าน้ำหนักของเหตุการณ์ที่มากที่สุด

โดยสรุปได้ว่า วิธีการนำเสนอของวิทยานิพนธ์นี้มีการจัดลำดับความน่าเชื่อถือของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เพื่อใช้บ่งบอกถึงเหตุการณ์ในการขับขี่ โดยอ้างอิงจากข้อมูลสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายเหตุการณ์ในการขับขี่จากข้อมูลการทดสอบการขับขี่



### 3.7 การพัฒนาโปรแกรมทำนายพฤติกรรมการขับขี่

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับทำนายพฤติกรรมการขับขี่ โปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา JAVA โดยใช้อัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นเป็น library ในการเรียกใช้งาน โดยรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่เก็บมาจากแอปพลิเคชัน sensor logger เป็นข้อมูล input และใช้ข้อมูลจากแอปพลิเคชัน behaviour collector ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลจากแอปพลิเคชัน data analyser เป็นข้อมูล reference pattern ในการเปรียบเทียบในขั้นตอน pattern matching โดยลักษณะการทำงานของโปรแกรมมีลักษณะดังภาพที่

3.43

```

0 [A] : <- null
1 [A] : <- null
2 [B] : [B]
3 [A] : <- null
4 [A] : <- null
5 [A] : <- null
6 [B] : [B]
7 [B] : <- null
8 [A] : [A]
9 [B] : [B]
10 [B] : [B]
11 [B] : [B]
12 [B] : <- null
13 [A] : <- null
14 [B] : <- null
15 [A] : <- null
16 [A] : <- null
17 [B] : <- null
18 [SA] : [A]
19 [SB] : <- null
20 [SB] : [B]

```

ภาพที่ 3.43 โปรแกรมทำนายพฤติกรรมการขับขี่

ภาพที่ 3.43 แสดงการทำนายของโปรแกรมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ หลังจากกดประมวลผล โปรแกรมจะแสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ออกมาทางหน้าจอ จากตัวอย่าง แสดงผลลัพธ์ของอัลกอริทึมเมื่อเปรียบเทียบกับผู้สังเกตการณ์บันทึก โดยบรรทัดที่ 1 แสดง 0 หมายถึง ข้อมูลตำแหน่งที่ 0 ของผู้สังเกตการณ์ บันทึกว่าเป็นเหตุการณ์ A หมายถึงการเร่ง แต่อัลกอริทึมทำนายว่า null หมายถึงช่วงเวลาที่ผู้สังเกตการณ์กดนั้นอัลกอริทึมที่ทำนายพฤติกรรมการขับขี่ไม่มีเหตุการณ์การขับขี่ที่ทำนายออกมา อาจเกิดจาก standard deviation ไม่เกินกว่า standard deviation โดยรวม หรือข้อมูลช่วงนั้น ไม่มีความคล้ายกับ reference pattern ที่กำหนดไว้ สำหรับบรรทัดที่ 3 พบว่าหน้าจอแสดง 2 หมายถึง ข้อมูลตำแหน่งที่ 2 ผู้สังเกตการณ์

บันทึกว่าเป็น B หมายถึงการเบรก และอัลกอริทึมทำนายว่า B คือการบรคเช่นกัน แสดงว่าการทำนายของอัลกอริทึมทำนายถูกต้อง

BCU

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

จากการทดลองอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่เปรียบเทียบกับผู้สังเกตการณ์ โดยเปรียบเทียบช่วงเวลาที่ผู้สังเกตการณ์บันทึกเหตุการณ์ กับช่วงเวลาที่อัลกอริทึมทำนายเหตุการณ์การขับขี่จากข้อมูลเซ็นเซอร์ของสมาร์ตโฟน จากผลการทดลองนี้อาจจะเกิดการผิดพลาดของผลการทดลองของการทำนายพฤติกรรมการขับขี่ได้เนื่องจาก reference pattern ที่นำมาเปรียบเทียบนั้นขึ้นอยู่กับผู้สังเกตการณ์บันทึกในแต่ละคนในช่วงการเกิดเหตุการณ์การขับขี่เดียวกัน ดังนั้นระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์อาจจะมีโอกาสคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงบ้าง เพราะการทดสอบการขับขี่ขณะเก็บข้อมูลไม่ได้กำหนดช่วงเวลาให้ผู้สังเกตการณ์บันทึกว่าให้กดทันทีที่เกิดเหตุการณ์ หรือกดบันทึกหลังจากเกิดเหตุการณ์ เนื่องจากต้องการให้บันทึกตามความรู้สึกของผู้สังเกตการณ์แต่ละคนที่รู้สึกว่าเกิดเหตุการณ์นั้น โดยสามารถสรุปผลการทดลองจากการพัฒนาอัลกอริทึมได้ดังนี้

#### 4.1 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่

ตารางที่ 4.1 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่

Sensor name				Number of Actual Driving Events											Accuracy (%)	
Accelerometer	Magnetic	GPS	Gyroscope	B	SB	A	SA	L	SL	R	SR	CL	SCL	CR		SCR
				59	7	81	3	20	2	2	2	4	6	5	12	
✓				56	3	62	2	19	2	1	2	1	6	1	10	81
✓	✓			56	3	62	2	14	1	1	1	1	4	0	9	76
✓		✓		56	3	62	2	4	0	2	0	2	6	2	10	73
✓			✓	56	3	62	2	1	0	2	0	2	6	2	10	71
✓	✓	✓		56	3	62	2	4	0	2	0	2	6	2	10	73
✓		✓	✓	56	3	62	2	1	0	2	0	2	6	2	10	71
✓	✓		✓	56	3	62	2	1	0	2	0	2	6	2	10	71
✓	✓	✓	✓	56	3	62	2	1	0	2	0	2	6	2	10	71

จากตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ กับข้อมูลเหตุการณ์ที่ประเมินโดยผู้สังเกตการณ์ จากตารางด้านซ้าย แสดงจำนวนเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำนายพฤติกรรมการขับขี่ โดยมีข้อมูลจาก accelerometer sensor, magnetic sensor, GPS และ

gyroscope sensor โดยเครื่องหมายถึงถูกแสดงถึงการเลือกใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์นั้น ๆ และด้านขวาแสดงจำนวนของเหตุการณ์ที่อัลกอริทึมทำนายถูกต้อง โดยมีแกวสีแดงแสดงจำนวนเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ที่ผู้สังเกตการณ์ประเมิน (Ground Truth) จากข้อมูลการจำนวนเหตุการณ์การจับจีที่มีความแตกต่างกันมากเรื่องของจำนวนเหตุการณ์ของแต่ละเหตุการณ์ที่บันทึกมาจากผู้สังเกตการณ์ เนื่องจากเส้นทางที่เราได้เก็บข้อมูลนั้นเป็นเส้นทางทดสอบที่มีสภาพจราจร และสิ่งแวดล้อมตามความเป็นจริง ประกอบกับเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นนั้นเป็นความรู้สึกของผู้สังเกตการณ์เอง โดยไม่ได้มีข้อบังคับในการบันทึกเหตุการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลเหมือนการใช้งานจริงมากที่สุด เส้นทางส่วนใหญ่ในการเกิดเหตุการณ์การจับจีนั้นมักจะเกิดการเบรค การเร่งมากกว่าการเลี้ยว หรือการเปลี่ยนแปลง เช่น การเลี้ยวตามแยกต่าง ๆ นั้น ก่อนจะเลี้ยวผู้จับจีมักจะชะลอความเร็วก่อนที่จะเลี้ยว และจะเร่งความเร็วหลังจากเลี้ยวแล้ว ทำให้หากเกิดเหตุการณ์เลี้ยวหรือการเปลี่ยนแปลงขึ้นเหตุการณ์ที่มักจะเกิดขึ้นพร้อมกันก็จะมีเบรคและการเร่งเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ส่งผลให้จำนวนเหตุการณ์การเลี้ยวมีน้อยกว่าการเบรคและเร่ง

จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปผลลัพธ์ได้ดังนี้ เมื่อใช้ข้อมูลจาก accelerometer meter เพียงเซ็นเซอร์เดียวให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ 81% โดยสามารถทำนาย การเลี้ยวซ้าย ปกติ การเลี้ยวซ้ายอันตราย และการเลี้ยวขวาอันตรายได้มากกว่าเงื่อนไขอื่น ๆ เมื่อพิจารณาการทำนายการเบรคและเร่งทุกเงื่อนไขสามารถทำนายพฤติกรรมการจับจีได้ความถูกต้องเท่ากัน 82% แต่หากพิจารณาเหตุการณ์ที่เฉพาะการเปลี่ยนแปลง การทำนายโดยใช้ accelerometer sensor เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอกับการทำนาย โดยการทำนายได้ผลดีที่สุด คือ การรวนนำเซ็นเซอร์ อื่น ๆ มาใช้ในการทำนายพฤติกรรมนี้ด้วย โดยมีความถูกต้องการทำนายการเปลี่ยนแปลงที่ 74%

## 4.2 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับทิศทาง longitudinal

ตารางที่ 4.2 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับทิศทาง longitudinal

Sensor name				Number of Actual Driving Events				Accuracy (%)
Accelerometer	Magnetic	GPS	Gyroscope	B	SB	A	SA	
				59	7	81	3	
✓				56	3	62	2	82
✓	✓			56	3	62	2	82
✓		✓		56	3	62	2	82
✓			✓	56	3	62	2	82
✓	✓	✓		56	3	62	2	82
✓		✓	✓	56	3	62	2	82
✓	✓		✓	56	3	62	2	82
✓	✓	✓	✓	56	3	62	2	82

จากตารางที่ 4.2 แสดงเหตุการณ์การขับขี่แยกความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่เฉพาะทิศทาง longitudinal ได้แก่ การเบรก การเร่ง แบบอันตรายและไม่อันตราย จากผลการทดลองพบว่าความถูกต้องของการใช้เซ็นเซอร์ในทุกเงื่อนไขของ accelerometer sensor, magnetic sensor, GPS และ gyroscope sensor มีค่าเท่ากับ 82% เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับทิศทางเคลื่อนที่ longitudinal จะมีเพียง accelerometer sensor และ ค่าทิศทางเคลื่อนที่ (heading) ของ GPS เท่านั้น ดังนั้นจะสรุปข้อมูลนี้ได้ว่าเมื่อเกิดพฤติกรรมรถขับขี่ในทิศทาง longitudinal สามารถเลือกใช้ข้อมูลจาก accelerometer sensor แกน y อย่างเดียวได้ และเนื่องจากข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มีความถูกต้องเท่ากัน ขณะนำไปใช้งานสามารถใช้เซ็นเซอร์ที่กินพลังงานน้อยที่สุดได้เช่นกัน เพื่อช่วยประหยัดการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ของสมาร์ตโฟน

### 4.3 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับการเลีย

ตารางที่ 4.3 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับการเลีย

Sensor name				Number of Actual Driving Events				Accuracy (%)
Accelerometer	Magnetic	GPS	Gyroscope	L	SL	R	SR	
				20	2	2	2	
✓				19	2	1	2	92.30
✓	✓			14	1	1	1	65.38
✓		✓		4	0	2	0	23.07
✓			✓	1	0	2	0	11.53
✓	✓	✓		4	0	2	0	23.07
✓		✓	✓	1	0	2	0	11.53
✓	✓		✓	1	0	2	0	11.53
✓	✓	✓	✓	1	0	2	0	11.53

จากตารางที่ 4.3 แสดงความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับการเลีย ได้แก่ L (การเลียซ้าย) SL (การเลียซ้ายอันตราย) R (การเลียขวา) และSR (เลียขวาแบบอันตราย) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้ accelerometer sensor จากข้อมูลแกน x เพียงอย่างเดียว นั้นมีค่าความถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์อื่น ๆ เข้ามาประกอบในข้อมูลด้วยค่อนข้างมาก โดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 92.3% ค่าความถูกต้องที่มีค่าความถูกต้องรองลงมา คือ magnetic sensor กับ accelerometer sensor มีค่าความถูกต้อง 65.38% จากผลการทดลองจะเห็นได้ชัดว่าค่าความถูกต้องค่อนข้างแตกต่างกันมาก

#### 4.4 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับการเปลี่ยนเลน

ตารางที่ 4.4 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับการเปลี่ยนเลน

Sensor name				Number of Actual Driving Events				Accuracy (%)
Accelerometer	Magnetic	GPS	Gyroscope	CL	SCL	CR	SCR	
				4	6	5	12	
✓				1	6	1	10	66.67
✓	✓			1	4	0	9	51.85
✓		✓		2	6	2	10	74.07
✓			✓	2	6	2	10	74.07
✓	✓	✓		2	6	2	10	74.07
✓		✓	✓	2	6	2	10	74.07
✓	✓		✓	2	6	2	10	74.07
✓	✓	✓	✓	2	6	2	10	74.07

จากตารางที่ 4.4 แสดงความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับทิศทาง lateral ได้แก่ CL (การเปลี่ยนเลนซ้าย) SCL (การเปลี่ยนเลนซ้ายอันตราย) CR (การเปลี่ยนเลนขวา) และSCR (การเปลี่ยนเลนขวาอันตราย) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้ accelerometer sensor จากข้อมูลแกน x เพียงอย่างเดียวนั้นมีค่าความถูกต้องที่น้อยกว่าการนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์อื่น ๆ มาประกอบด้วย จากผลการทดลองพบว่า การรวมข้อมูลจาก accelerometer sensor แกน x และเซ็นเซอร์อื่น ๆ ที่ไม่นับรวมกับ magnetic sensor จะใช้ magnetic sensor ด้วยจำเป็นต้องมีเซ็นเซอร์อื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วยผลลัพธ์จะมีค่าตอบที่ดีที่สุดคือ 74.07%

#### 4.5 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับเหตุการณ์การขับขี่ที่อันตราย

ตารางที่ 4.5 ความถูกต้องของอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับการขับขี่ที่อันตราย

Sensor name				Number of Actual Driving Events						Accuracy (%)
Accelerometer	Magnetic	GPS	Gyroscope	SB	SA	SL	SR	SCL	SCR	
				7	3	2	2	6	12	
✓				3	2	2	2	6	10	72
✓	✓			3	2	1	1	4	9	60
✓		✓		3	2	0	0	6	10	66
✓			✓	3	2	0	0	6	10	66
✓	✓	✓		3	2	0	0	6	10	66
✓		✓	✓	3	2	0	0	6	10	66
✓	✓		✓	3	2	0	0	6	10	66
✓	✓	✓	✓	3	2	0	0	6	10	66

จากผลการทดลองตารางที่ 4.5 แสดงค่าความถูกต้องของการทำนายพฤติกรรมรถขับขี่กับเหตุการณ์การขับขี่ที่อันตราย ได้แก่ SB (การเบรคอันตราย) SA (การเร่งอันตราย) SL (การเลี้ยวซ้ายอันตราย) SR (เลี้ยวขวาแบบอันตราย) SCL (การเปลี่ยนเลนซ้ายอันตราย) และ SCR (การเปลี่ยนเลนขวาอันตราย) ค่าความถูกต้องที่มากที่สุด คือการใช้ accelerometer sensor เพียงอย่างเดียว 72%



## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากการทดลองอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่จากการใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายตัว ผลลัพธ์โดยรวมแสดงให้เห็นถึงการใช้ข้อมูลจาก accelerometer sensor เพียงอย่างเดียวมีความถูกต้องมากที่สุด 81% แต่หากต้องการตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่โดยการเปลี่ยนแปลงต้องนำเซ็นเซอร์อื่น ๆ มาประกอบการทำนายด้วยจะได้ผลลัพธ์เพียง 74% สำหรับเหตุการณ์นี้ แต่เมื่อพิจารณาแยกออกเป็นทิศทาง longitudinal การเลือกใช้เซ็นเซอร์นั้นจะไม่มีผลการทดลองที่แตกต่างกัน เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่มีความสัมพันธ์กับทิศทางนี้มีเพียง 2 เซ็นเซอร์ คือ accelerometer sensor และ GPS และมีผลการทดลองที่ 2 เซ็นเซอร์บอกเหตุการณ์การขับขี่เป็นคำตอบเดียวกันที่ความถูกต้อง 82% สำหรับทิศทาง longitudinal ผลลัพธ์ที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ accelerometer sensor แต่หากพิจารณาแยกเหตุการณ์การเลี้ยว และการเปลี่ยนแปลงออกจากกันพบว่า หากต้องการทำนายการเปลี่ยนแปลงอย่างเดียวนั้นการใช้ข้อมูลจาก accelerometer sensor เพียงอย่างเดียวมีผลการทดลองที่มีค่าความถูกต้องน้อยกว่าการรวมกันของหลาย ๆ เซ็นเซอร์ เนื่องจากระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ของทั้งสองเหตุการณ์มีรูปแบบคล้ายกัน แต่เวลาการเกิดนั้นแตกต่างกัน หากทำนายการเลี้ยวได้ดี แต่การเปลี่ยนแปลงจะทำนายได้ไม่ดี

งานวิทยานิพนธ์นี้มีการรวมการเสนอวิธีการทำนายพฤติกรรมการขับขี่จากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ โดยการใช้ค่าความถูกต้องของการทำนายเหตุการณ์การขับขี่จากข้อมูลทดสอบจริง มาแปลงเป็นน้ำหนักความน่าเชื่อถือในการทำนายเหตุการณ์การขับขี่ และค่าน้ำหนักนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อเลือกใช้เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ในอนาคตได้

นอกจากนั้นอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถปรับเปลี่ยนการใช้ข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสมของการใช้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ และยังสามารถปรับให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพของสมาร์ตโฟนแต่ละรุ่นได้ แต่ประสิทธิภาพและความถูกต้องจะมีค่าแตกต่างกันตามข้อมูลที่ได้จากแต่ละเซ็นเซอร์ตามที่กล่าวไว้ในข้างต้น

จากการทดลองนี้เนื่องจากการใช้ข้อมูลเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดที่มาจากขั้นตอน pattern matching จากข้อมูล accelerometer sensor เป็นหลัก หากการทำนายเหตุการณ์การขับขี่ผิดพลาดหรือ

ข้อมูลของเวลาคลาดเคลื่อนก็จะทำให้การนำมาหาเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างในแต่ละเซ็นเซอร์ก็จะมีข้อผิดพลาดได้เช่นกัน และช่วงเวลาที่ผู้สังเกตการณ์บันทึกสำหรับการทำ pattern matching อาจจะมีเวลาของการเกิดเหตุการณ์นานเกินไปจากเหตุการณ์การจับขี้อจริง เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่ได้ควบคุมผู้สังเกตการณ์ให้เลือกบันทึกเหตุการณ์ในช่วงเวลาใดของการทดสอบ โดยใช้ความรู้สึกของผู้สังเกตการณ์แต่ละคนแทน ทำให้ข้อมูลที่ใช้ใน reference pattern อาจจะมีเวลานานเกินไปในการเปรียบเทียบ

ส่วนเรื่องของจำนวนเหตุการณ์ที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบที่มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากการขับรถเพื่อเก็บข้อมูลเซ็นเซอร์ และพฤติกรรมการขับขี่ของผู้สังเกตการณ์ วิทยานิพนธ์นี้ใช้เส้นทางทดสอบการขับขี่จริง สภาพจราจรจริง และใช้ความรู้สึกจากผู้สังเกตการณ์แต่ละคนที่รู้สึกถึงเหตุการณ์นั้น ทำให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้ถูกควบคุมด้วยจำนวนเหตุการณ์ ประกอบกับจำนวนเหตุการณ์การเบรคและเร่งที่มีจำนวนมากกว่าการเลี้ยวเหยอะ เกิดจากลักษณะกายภาพ และพฤติกรรม การขับขี่จริงนั้น เมื่อเกิดการเลี้ยวเกิดขึ้นผู้ขับขี่จะต้องเบรคหรือชะลอรถก่อนเลี้ยว และหลังจากเลี้ยวจะเร่งเครื่องอีกครั้ง ดังนั้นการเกิดเหตุการณ์การเลี้ยวมักจะเกิดการเร่งและเบรคด้วย ซึ่งไม่รวมเหตุการณ์เร่งและเบรคระหว่างการขับขี่เส้นทางตรงปกติในการทดสอบ และหลักการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้หาผลการทดลองนั้นเป็นการเปรียบเทียบด้วยวิธี pattern matching ที่จำนวนเหตุการณ์การขับขี่แต่ละเหตุการณ์ไม่จำเป็นต้องมีจำนวนเท่ากันในการเปรียบเทียบ เพราะความสำคัญของการทำนายจะอยู่ที่การใช้ reference pattern ของเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ที่มีทำนายเหตุการณ์นั้นที่เกิดขึ้นจริงให้ถูกต้อง ทำให้จำนวนความแตกต่างของแต่ละเหตุการณ์ไม่มีผลกับการทดลอง

## 5.2 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาต่อยอดให้มีผลลัพธ์ของอัลกอริทึมให้ดีขึ้น โดยในครั้งต่อไปอาจจะปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำอัลกอริทึมทำนายพฤติกรรมการขับขี่ในขั้นตอนต่าง ๆ ให้ดีขึ้น ดังนี้

1. ขั้นตอน pattern matching ระหว่างข้อมูล accelerometer sensor กับข้อมูล reference pattern ตรงส่วนนี้เป็นส่วนที่มีความสัมพันธ์กับงานวิจัยมากที่สุด เพื่อบอกผลลัพธ์ และช่วงเวลาของการเกิดเหตุการณ์การขับขี่ในข้อมูล เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างกับเซ็นเซอร์แต่ละชนิด หากเกิดข้อผิดพลาดตั้งแต่ขั้นตอนนี้ผลลัพธ์ที่ได้จะมีโอกาสผิดพลาดไปด้วย ดังนั้นหากจะปรับปรุงสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนวิธีการใช้เทียบ pattern matching ด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น วิธีการใช้ wavelet วิธีการเทียบข้อมูลจุดต่อจุด หรือการแปลงข้อมูลเซ็นเซอร์เป็นลักษณะของ

กราฟ analog เพื่อให้ทราบว่าวิธีใดจะมีผลที่ดีที่สุดสำหรับการทำนายเหตุการณ์การจับจีจากข้อมูลเซ็นเซอร์

2. การใช้จำนวน reference pattern สำหรับเหตุการณ์การจับจีแต่ละเหตุการณ์ ข้อมูล reference pattern ในอนาคตอาจจะมีการรวมข้อมูลของหลาย reference pattern ของการเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ รวมกันกลายเป็น pattern เดียวกับเหตุการณ์นั้น เพื่อลดขั้นตอนการประมวลผลสำหรับ pattern matching



กรม  
การ  
การ  
การ

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

เว็บไซต์บริษัทกลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ. สืบค้น 13 กรกฎาคม 2558,

จาก <http://ts2.thairsc.com/th-version>

เว็บไซต์ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน. สืบค้น 13 กรกฎาคม 2558,

<http://www.roadsafetythailand.com/main/index.php/data-statistics-h/statsongkranday>

### ภาษาต่างประเทศ

C. Saiprasert, T. P.A. (2013). *Detecting Driving Events Using Smartphone*. Tokyo: 20th World Congress Intelligent Transport Systems.

J. Dai, J. T. (2010). *Mobile Phone Based Drunk Driving Detection*, Munich: 4th International ICST Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare.

K. Yamphuan, W. S. (2012). *Driving Events Detection and Classification using GPS Data from Smartphone*. Nakhonnayok: 35th Electrical Engineering Conference.

M. Fazeen, B. G. (2012). *Safe Driving Using Mobile Phones*. IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems.

Schagen, L. A. (2006). *Driving speed and the risk of road crashes*. Los Angeles: Accident Data analyser & Prevention.

Trevi, D. A. (2011). *Driving Style Recognition Using a Smartphone as a Sensor Platform*. Washington: 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems.

ด  
ร  
ค  
น  
ว  
ก

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บทความประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

**16th IEEE/ACIS International Conference on Software  
Engineering, Artificial Intelligence, Networking and  
Parallel/Distributed Computing**

ประจำปี 2558

ในวันพุธที่ 3 มิถุนายน 2558

ณ Sunport Hall Takamatsu เมืองทะกะมะทสึ ประเทศญี่ปุ่น

# A comparison of driving behaviour prediction algorithm using multi sensory data on smartphone

Thunyasit Pholprasit,  
Worasit Choochaiwattana  
Dhurakij Pundit University  
110/1-4 Prachachuen Road, Laksi  
Bangkok 10210, Thailand  
thunyasit.pho@nectec.or.th,  
worasit.cha@dpu.ac.th

Chalernmpol Saiprasert  
National Electronics and Computer  
Technology Center  
112 Phahonyothin Road, Klong Luang District  
Pathumthani 12120, Thailand  
chalernmpol.sai@nectec.or.th

**Abstract**— The cause of accident on the road is vehicle, human error and road physical conditions. From the statistic of accident on the road in Thailand, the major cause of road traffic accidents is from aggressive driving behaviour. One way to reduce road traffic accidents is to alert and warn drivers. At present, smartphone are used widely because many useful applications can be installed on them and it is very easy for everyone to own one. So this paper presents driver's behaviour detection algorithm on application in smartphone to detect driving events and provide real-time feedback to drivers while driving. From variation in hardware of device available in the market the algorithm allows user customize the algorithm to suit with the device and usage of the algorithm in real-world application. The operation of algorithm uses pattern matching and difference sensory data to find driving event. The algorithm demonstrates a good accuracy of prediction of driving events which is 71-80%.

**Keywords**—*smartphone; driving event detection; sensory data; (key words)*

## I. INTRODUCTION

Traveling from place to another place, it is important for us to know information about how to get there, arrival time or travel time to plan the journey. Other than putting travel time first in the priority we have to also consider our safety on the road.

The cause of accident on the road is vehicle, human error and road physical conditions [1]. In 2013 the statistics of National Police Agency (Thailand) have shown that the major cause of road traffic accidents is from driving behaviour such as excessive speeding, improper following, erratic lane changing and making improper turns,

which is approximately 75% of total accident [2]. The direct impact is injury or death of drivers and passengers while the indirect impact is traffic jams. As a result, the number of death from road traffic accidents in Thailand is 1,000 per year as reported by the Thai Accident Research Center [3]. The Thai government spends 70,000 million dollars per year for all accidents [3].

One way to reduce road traffic accidents is to install warning signs or signals to warn passengers and drivers of accident-prone area [4]. In logistic companies, tracking hardware devices are installed for monitoring driver's behaviour [12]. However, the cost of operation is high per year per vehicle. Therefore, it is not appropriate for general users because it is expensive and difficult to maintenance by self.

At present, smartphones are used widely because many useful applications can be installed on them and it is very easy for everyone to own one. In 2013, the number of smartphone users in Thailand is approximately 32.4% of total population [5]. Smartphone can get sensory data such as GPS, accelerometer and magnetic for basic device. More sensors such as gyroscope can be found on highend devices. Accelerometer sensor is a sensor that measures the acceleration of a smartphone when there is movement on the device such as shake or tilt. The paper in [6] uses accelerometer to detect longitudinal movement of driver's behaviour by pattern matching technique. For lateral movement of driver's behaviour, the authors in [7] use magnetic sensor to measure change in magnetic field of earth and gyroscope sensor to measure angular velocity of smartphone. In [8] the author use GPS sensor to detect longitudinal and lateral movement from location, speed and heading by analysing the



difference in data values. Therefore, it has been proven that sensory data on smartphone is able to detect driver's behaviour and inexpensive than GPS tracking device. The information mentioned previously about driver's behaviour detection algorithm uses sensory data from multiple sensors to find the answer of driving events. Although the paper in [9] has shown good result of prediction of driving events but the implementation for suggestion of safety drive to reduce accident on the road is not widely accessible on all smartphones because most of smartphones currently available in the market are not equipped with gyroscope sensor. Variation in hardware of device in real-use includes number of sensor, resource or battery of smartphone so the solution of this problem is developing algorithm which is able to choose existing sensors on device and allow user to customize the algorithm appropriately to suit the device in use.

This paper presents driver's behaviour detection algorithm based on sensory data on smartphone without the need to use all sensors. The system deploys sensor based on performance of each device. This algorithm can detect 6 events which are brake, acceleration, turn left, turn right, lane change left and lane change right. These events can be divided 2 type which are non-aggressive and aggressive. Moreover, these events are basic events occur while driving. The principle of this system is that the algorithm deploys raw data from accelerometer sensor to from driving patterns which are analysed using pattern matching technique for finding driving events. Then the result is to be analysed with related sensors to find driving event and percentage of confident of prediction to increase the efficiency of prediction of actual driving event.

This paper is organized as follows. Section II related research in the areas of driving pattern classification Section III overview. Section IV describe the detection and recognition driving behaviour algorithm. Section V show evaluation of algorithm, and conclude with section VI.

## II. RELATED WORK

Recent techniques presents driver's behaviour detection algorithm on smartphone which is [8] is used difference values from GPS sensor to detect lateral movement and longitudinal movement of driving event. In the [6] is used pattern matching technique by Dynamic Time Warping with accelerometer sensor to detect driving event and [7] is used accelerometer sensor to detect longitudinal movement by pattern matching technique and Magnetic sensor with Gyroscope sensor to detect lateral movement. This paper presents the

algorithm allows customize the algorithm to suitable with the device.

## III. BACKGROUND

This section presents sensors on smartphone use in algorithm in this paper. This algorithm uses sensory data from accelerometer sensor, magnetic sensor, gyroscope sensor and GPS sensor to detect driving events. These sensory data can detect 6 events which are brake, acceleration, turn left, turn right, lane change left and lane change right. These events can be divided 2 type which are non-aggressive and aggressive. These events are basic events occur while driving. Objective of the system to real-time suggest for driver when risk driving.

Accelerometer sensor is a sensor that measures the acceleration of a smartphone when there is movement on the device. This sensor is divided into 3 acceleration of axis which are x, y and z.

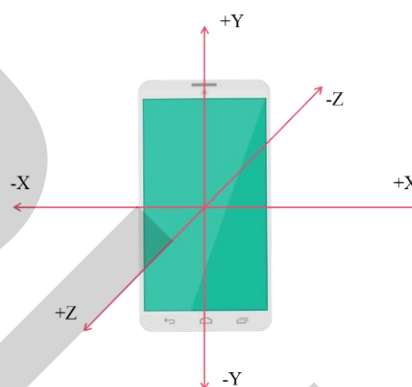


Figure 1 axis of accelerometer sensor on smartphone

Figure 1 shows values of axis of accelerometer sensor on smartphone that has 3 axis which are x, y and z. The value of y axis changes when the smartphone moves to forward or backward direction. When turn the device to the direction of vehicle. The y axis in this paper can be used to detect longitudinal movement of vehicle. This paper uses the x axis to detect longitudinal movement because value of x axis changes value when moving the smartphone to left or right. And z axis uses to detect vibration of vehicle during driving. This algorithm uses these sensory data of accelerometer sensor to detect driving events from nature of immediate change raw data by pattern matching technique.

Magnetic sensor is a sensor to measure change in magnetic field of earth. From nature of this sensor that the algorithm uses to detect difference values of each axis during changing direction in longitudinal movement.

Gyroscope sensor to measure angular velocity of smartphone. This sensor has 3 axis which are x, y and z.

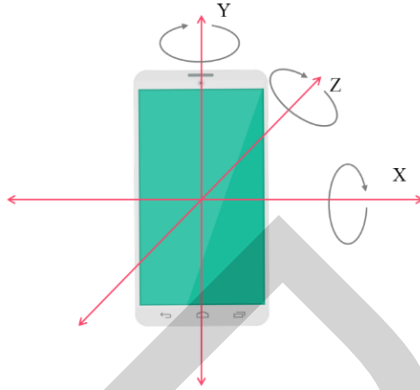


Figure 2 Gyroscope sensor on smartphone

Figure 2 shows angular velocity of axis of gyroscope sensor. In paper [7] the author uses the z axis of gyroscope sensor to detect lateral movement when vehicle is turning or changing lane.

GPS sensor is a sensor to measure change values from satellites includes speed, heading and location. These data the algorithm can use to detect longitudinal movement from difference of speed values and use to detect lateral movement from heading values. From sensory data and driving event when placing the device to the direction of vehicle that this algorithm can summary of related between sensors and movement of vehicle in Table 1.

Sensor name	Movement	
	Longitudinal	Lateral
Accelerometer	Yes	Yes
Magnetic	No	Yes
Gyroscope	No	Yes
GPS	Yes	Yes

Table 1 related movement of vehicle with sensor

Table 1 shows relationship between sensors and movement of vehicle. The longitudinal movement using accelerometer sensor and GPS sensor. These sensors use for acceleration and braking. The lateral movement using all sensors to detect driving events which are turn and lane change. The nature of sensory data with driving event that divided into group in Figure 3.

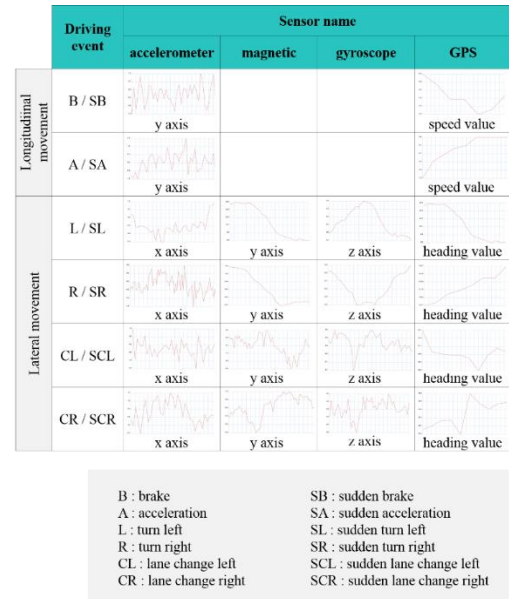


Figure 3 relationship between sensory data and driving events

Figure 3 shows the relationship between sensory data and driving events. When the vehicle brakes, y axis values of accelerometer sensor is decreased from nature of method in accelerometer sensor in Figure 1 and when vehicle brakes that speed also decreases. Acceleration events uses the same sensor as brake but the changing values of axis is opposite to brake that is the values is increased. Turn and lane change use all sensor to detect these events when vehicle move to longitudinal direction that changing x axis values of accelerometer sensor other than also the change values of magnetic sensor and the z axis values of gyroscope sensor. Turn and lane change events are divide into 2 directions which are left and right direction. The value of left direction value is lower than normal and right direction value is higher than normal value. The values of normal that from the vehicle stop or driving normally. These driving event are divided into 2 type which are non-aggressive and aggressive that difference of these types are duration and change of axis values of the driving event beginning to the end.

Next section presents sensory data from the information mentioned in this section with driving's behaviour detection algorithm.

#### IV. ALGORITHM

This section presents driver's behaviour detection algorithm using sensory data on smartphone. The sensory data uses in the algorithm which are accelerometer sensor,

magnetic sensor, gyroscope sensor and GPS sensor. This algorithm allows user to customize appropriately to suit the device from variation in hardware of the smartphone. The overview of this algorithm is shown in Figure 4.

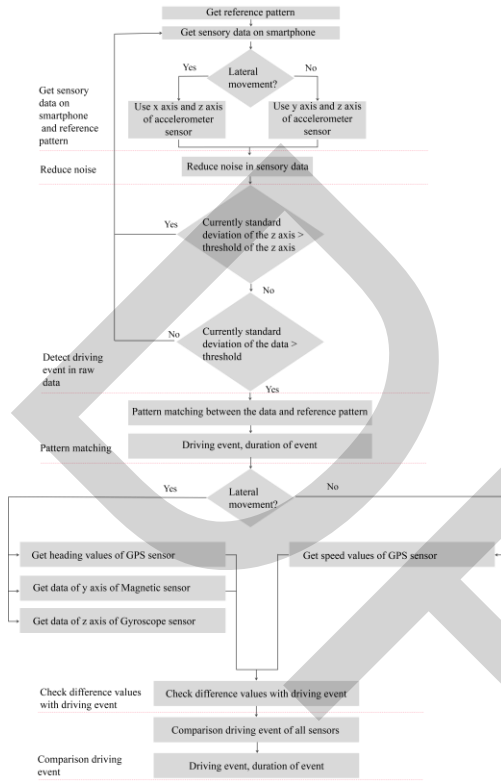


Figure 4 flowchart of driver's behaviour detection algorithm

Figure 4 shows the flowchart of driver's behaviour algorithm. The principle of the algorithm is as follows, first the algorithm gets real-time sensory data from the smartphone which are accelerometer sensor, magnetic sensor, gyroscope sensor and GPS sensor. These sensors send the data to the algorithm that depends on user requirement. The algorithm allows user to customize number of sensor to use to detect driving events. After that the algorithm reduces noise in raw data to optimize the pattern matching step by Simple Moving Average technique. Then the algorithm uses standard deviation values of the current data window to check values that may be driving events. This step can reduce operation of algorithm and reducing resources of the device. Then the algorithm uses pattern matching technique by Dynamic Time Warping to find similarity between the raw data and reference pattern of driving events. The result of the algorithm is driving event and duration of the event.

Next this section will be presents each step in driver's behaviour detection algorithm.

#### A. Get sensory data from smartphone and reference pattern

This algorithm uses two sampling frequencies which are 5 Hz and 1 Hz. The 5 Hz is used for accelerometer sensor, gyroscope sensor and magnetic sensor. The 1 Hz is used for GPS sensor. The lane change event is minimal time of driving event. The occurred duration of lane change event is approximately 1.5 second that is reason of choosing these frequency for this algorithm.

#### B. Reduce noise from raw data

When the algorithm gets sensory data during driving noise is often generated which is caused by vibration of the vehicle or the roughness of the road. The algorithm reduces the noise within the raw data before processing the data. This algorithm uses Simple Moving Average technique for solving this problem.

$$SMA = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_{n-1}}{n} \quad (1)$$

In (1) Simple Moving Average (SMA) is the mean of the previous  $n$  data. This technique can be used to identify the direction of trend in the data. In Equation (1),  $P$  represents value of the data and  $n$  represents length of the data.

#### C. Detect driving event in raw data

The smartphone currently available in the market has variation of hardware so the algorithm does not necessarily have to process all the sensory data to detect real-time driving events. This algorithm will only work when there is a sufficient change in raw data to trigger the algorithm.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Equation (2) shows the standard deviation values from the raw data of accelerometer sensor. If the result of this formula is more than the pre-defined threshold then the algorithm will start. Then the algorithm sends the data to pattern matching step. If the result is not more than the threshold then the algorithm receives new data. The standard deviation values of normal event is approximately 0.78 g.

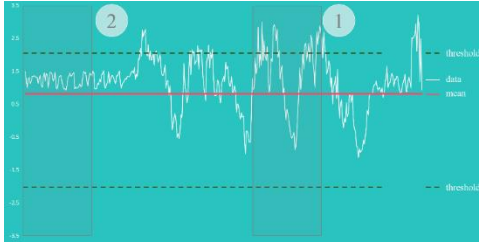


Figure 5 standard deviation of raw data

Figure 5 shows the standard deviation of the raw data from smartphone. When the standard deviation of data in window 1 is more than the threshold then the algorithm sends the data to detect driving event in pattern matching technique. In window 2 the standard deviation value is less than the threshold so the algorithm gets new sensory data.

#### D. Pattern matching

This algorithm detects driving event after receiving the data and reference pattern of driving event using pattern matching technique by the Dynamic Time Warping. This step specific length of window is average of the number of data points of driving events to determine the size of data to compare each in each step.

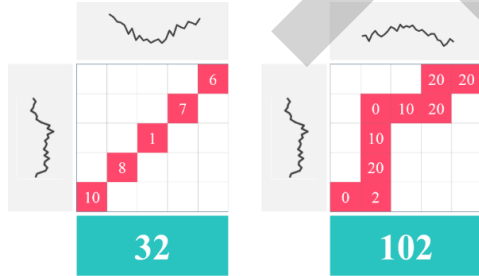


Figure 6 pattern matching by Dynamic Time Warping

Figure 6 shows the method of Dynamic Time Warping to find driving event. The raw data and reference pattern of driving event compare similarity of shape of graph. The reference driving pattern is the data from real driving event collected in an experiment. This technique calculates a point of the raw data with all point of reference pattern because this technique does not depend on points of the data of driving event [10].

$$z_{ij} = (x_i - y_j)^2 \quad (3)$$

$$value = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i)}{N} \quad (4)$$

Equation (3) can be used to calculate matrix element between the raw data and the reference pattern of driving events. Then Dynamic Time Warping choose path from bottom left to top

right. This technique chooses path from minimum value of previous index. When choosing the final index Equation (4) shows sum values of path and divide total by number of chosen path. Finally the technique chooses minimum value of these pattern matching for using the result of driving event.

#### E. Check difference data with related sensor

From previous step the result which are driving event and duration of event. The result can be used to analyse difference sensory data derived from related sensors in duration of the driving event.

	Driving event	Sensor name		
		magnetic	gyroscope	GPS
Longitudinal movement	B / SB	-	-	latest heading value < origin heading value
	A / SA	-	-	latest heading value > origin heading value
Lateral movement	L / SL / R / SR	> 25.32	> 0.39	> 81.79
	CL / SCL / CR / SCR	< 25.32	< 0.39	< 81.79

B : brake  
 A : acceleration  
 L : turn left  
 R : turn right  
 CL : lane change left  
 CR : lane change right  
 SB : sudden brake  
 SA : sudden acceleration  
 SL : sudden turn left  
 SR : sudden turn right  
 SCL : sudden lane change left  
 SCR : sudden lane change right

Figure 7 relationship sensor of driving event

Figure 7 shows the relationship sensor of driving event. This step uses driving event from pattern matching step of the algorithm to choose related sensor. Then the algorithm gets the sensory data in duration of the driving event. After that the algorithm calculates the difference between maximum values of the data and minimum value of the data to compare the result with standard value of the driving event in each sensor. The result after comparison is driving event.

#### F. Comparison driving event from sensors

Finally this algorithm chooses the driving event each sensors from the most of number of driving event of the sensors. If number of driving events are equal then the algorithm chooses the result from percentage of accuracy of each sensors. The result of the algorithm is driving event and duration of driving event to use develop in application.

Next section presents experiment of the algorithm. The section shows accurate of the

algorithm and usage of application after use the algorithm for information on the actual use.

### V. EXPERIMENT

This section presents real use driver's behaviour detection algorithm to find accuracy of prediction of algorithm between one sensor and multiple sensors.

#### A. Setup

This section presents the experiment setup used for real-world data collection.

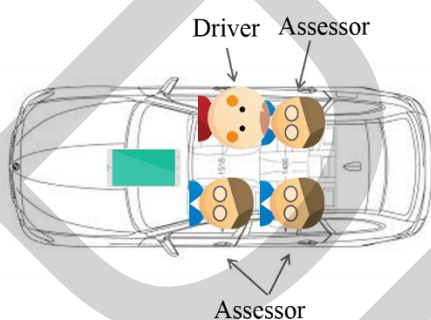


Figure 8 setup device and assessor

Figure 8 shows the setup devices and assessors. This experiment to begin with use 5 variables to collect data of driving event which are driver, vehicle, assessors, smartphone and route. The experiment use one driver and one vehicle. The vehicle is Honda Civic. The assessors has smartphone for collect driving events and timestamp. The smartphone to collect sensory data on smartphone is placed in the direction of vehicle on console of vehicle. These smartphone are synchronize date and time of the device to refer the data and the driving event. In this paper, a driving event is considered to take place when two or more assessors have marked it as the same event.

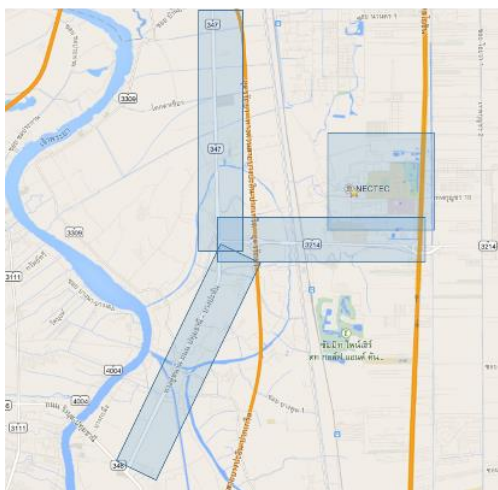


Figure 9 Thammassat Rangsit University to Chiangkrayai road

Figure 9 shows the route for collect the data from Thammassat Rangsit University to Chiangkrayai road in Pathum Thani province north of Bangkok. The total distance of the route is 71.3 kilometers that is divided into 3 road sections which are urban area, traffic jam area and Highway. The reference in [11] shows the statistic of accident of this route is average about 400 times per year but in 2011 the number of accident is increased because flood in Thailand.

#### B. Analysis of data

This step analyses the multiple sensory data and the driving events to find reference pattern of driving event when two or more assessors have marked it as the same event via application is shown in Figure 10. After that the reference pattern have use to answer of algorithm and some pattern is used for reference pattern of driving event in pattern matching step in the algorithm.

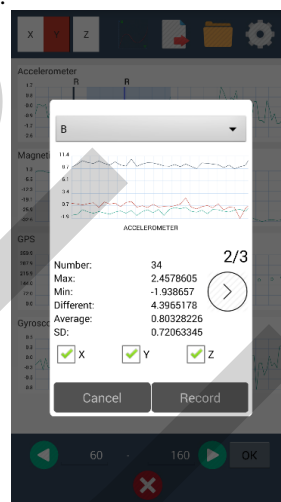


Figure 10 application to analysis data between sensory data and driving event

#### C. Result of algorithm

Sensor name	Number of Actual Driving Events												Accuracy (%)
	B	SR	A	SA	L	SL	R	SR	CL	SCL	CR	SCR	
Accelerometer	59	7	81	3	20	2	2	2	4	6	5	12	81
✓	56	3	62	2	19	0	2	2	1	6	1	10	76
✓	56	3	62	2	14	0	2	1	1	4	0	9	73
✓	56	3	62	2	4	0	1	0	2	6	2	10	71
✓	56	3	62	2	1	0	0	0	2	6	2	10	71
✓	56	3	62	2	4	0	1	0	2	6	2	10	73
✓	56	3	62	2	1	0	0	0	2	6	2	10	71
✓	56	3	62	2	1	0	0	0	2	6	2	10	71
✓	56	3	62	2	1	0	0	0	2	6	2	10	71

Figure 11 accuracy of algorithm

Figure 11 shows the accuracy of algorithm, the four columns on the left represent the sensors used in the algorithm and the following columns on the right represent number of driving events detected. The last column on the right is the overall accuracy of the prediction algorithm for all events. From the table, it can be seen that the highest accuracy is using accelerometer only which gives approximately 80% accuracy. Using accelerometer with magnetic sensor produces accuracy of 76% followed by accelerometer with GPS sensor which gives 72% accuracy.

Sensor name				Number of Actual Driving Events						Accuracy (%)
				SB	SA	SL	SR	SCL	SCR	
Accelerometer				7	3	2	2	6	12	72
✓				3	2	0	2	6	10	60
✓	✓			3	2	0	1	4	9	66
✓		✓		3	2	0	0	6	10	66
✓			✓	3	2	0	0	6	10	66
✓	✓			3	2	0	0	6	10	66
✓		✓		3	2	0	0	6	10	66
✓	✓	✓		3	2	0	0	6	10	66
✓			✓	3	2	0	0	6	10	66

Figure 12 accuracy of sudden driving events of algorithm

If only sudden driving events are considered, the highest accuracy values is 72% from using accelerometer only which is shown in Figure 12.

## VI. CONCLUSION

This driver's behaviour detection algorithm allows user customize the algorithm to suit the device and usage. The algorithm has difference of accuracy of the prediction driving events depends on sensors usage which is the highest accuracy values was using accelerometer sensor only approximately 80% accuracy. Using accelerometer sensor with magnetic sensor produces accuracy of 75% follows by accelerometer sensor and GPS sensor which gives 72% accuracy. When only sudden driving events are considered, the highest accuracy value was 72% from using accelerometer sensor only. From the experiment is showed the highest accuracy of the algorithm for developing application in smartphone in real-world.

## References

- [1] L. Aart and I. Van Schagen, "Driving speed and therisk of road crashes: A review", *Accident Analysis & Prevention*, vol. 38, no. 2, pp. 215-224, 2006.
- [2] "The cause of accident of road in Thailand" Available at <http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries21.html> (October 8, 2014)
- [3] "The damed of accident in Thailand" Available at <http://go.worldbank.org/BQBFDFYY00> (8 October 8, 2014)
- [4] "Signalized Intersection Safety Strategies" Available at [http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/signalized/presentations/nchrp500\\_v12/](http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/signalized/presentations/nchrp500_v12/) (October 8, 2014)
- [5] "The use of smartphones in Thailand 2013" Available at <http://www.veedvil.com/news/thailand-mobile-in-review-q3-2013> (October 8, 2014)
- [6] C. Saiprasert, T. Pholprasit and W. Pattara - Atikom, "Detecting Driving Events Using Smartphone", in *Proceedings 20th World Congress Intelligent Transport Systems*, October 2013
- [7] D. A. Johnson and M. M. Trevidi, "Driving Style Recognition Using a Smartphone as a Sensor Platform," in *Proceedings 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp. 1609 - 1615, 2011.
- [8] K. Yamphean, W. Saekang, T. Pholprasit, C. Saiprasert, "Driving Events Detection and Classification using GPS Data from Smartphone.", in *Proceedings 35th Electrical Engineering Conference*, December 2012
- [9] H. Eren, S.Makinist, E. Akin, A. Yilmaz, "Estimating Driving Behaviour by a Smartphone.", in *Intelligent Vehicles Conference*, June 2012
- [10] D.J. Berndt and J. Clifford, "Using Dynamic Time Warping to Find Patterns in Time Series," in *AAA1-94 Workshop on Knowledge Discovery in Databases*, pp 359-370, 1994.
- [11] "The statistic of accident in thailand" Available at <http://www.thairsc.com/ReportAccidentGMapV3.aspx> (October 8, 2014)
- [12] "Driver Behaviour Monitoring" Available at <http://www.verilocation.com/driver-behaviour-monitoring/> (October 8, 2014)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

ชั้นวุฒิปริญญาตรี ผลประสิทธิ

ปีการศึกษา 2555

สำเร็จการศึกษาระดับหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร

บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปีการศึกษา 2558

สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต

สาขาพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์มือถือ

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ผู้ช่วยนักวิจัย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ

คอมพิวเตอร์แห่งชาติ