

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

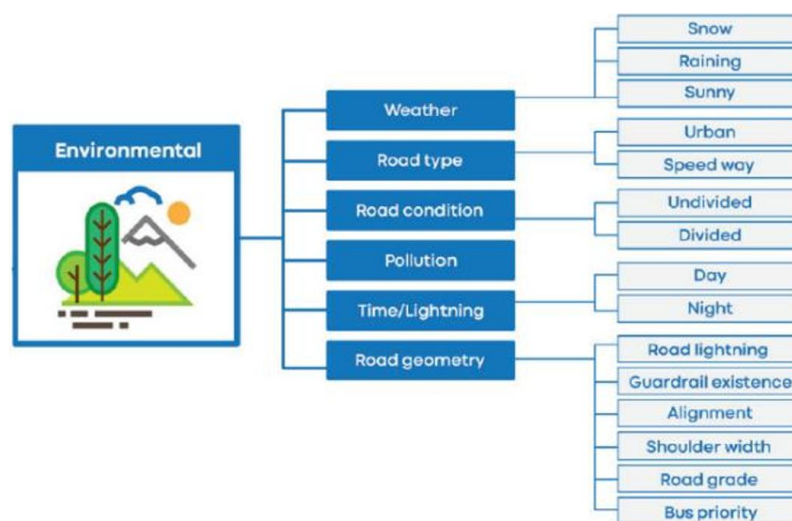
ในส่วนนี้กล่าวถึงการทำวิจัย ทัศนวิสัยการมองเห็น เทคโนโลยี 4G-LTE และการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ การสื่อสารระหว่างยานพาหนะ หรือ Vehicle-to-Everything (V2X) ประกอบด้วย V2V (Vehicle-to-Vehicle) V2I (Vehicle-to-Infrastructure) V2N (Vehicle-to-Network) และ V2P (Vehicle-to-Pedestrian) ในงานวิจัยนี้สนใจที่ V2N (Vehicle-to-Network) เป็นการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับอินเทอร์เน็ต การสื่อสารระหว่างยานพาหนะ กับอินเทอร์เน็ต ใช้เทคโนโลยี 4G-LTE จากนั้นนำผลการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ มาใช้ทดสอบพฤติกรรมการขับขี่ และใช้เทคโนโลยี 4G-LTE ในการส่งข้อมูลพฤติกรรมการขับไปเก็บที่คลาวด์พร้อมทั้งคำนวณพฤติกรรมการขับขี่ และแจ้งเตือนพฤติกรรมการขับขี่ไปยังผู้ขับขี่ในรูปแบบเรียลไทม์ และออฟไลน์ เพื่อนำไปพัฒนาการขับขี่ ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการขับขี่ ใช้ร่วมกับพฤติกรรมการขับขี่ และกระบวนการทางกฎหมายมากขึ้น โดยผลพลอยได้จากการนำเสนอเทคโนโลยีดังกล่าวส่งผลให้เกิดความปลอดภัยในการใช้ถนน จากการขับขี่ที่ปลอดภัยของผู้ขับขี่ที่ได้รับการแจ้งเตือนในระหว่างการขับ อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่หลังจากขับแล้วเสร็จได้อีกด้วย

2.2 การสำรวจปริทรรศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย

2.2.1 การภูมิทัศน์ของการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมของคนขับรถยนต์

1. อนุกรมวิธานของปัจจัยสำคัญของพฤติกรรมของคนขับ

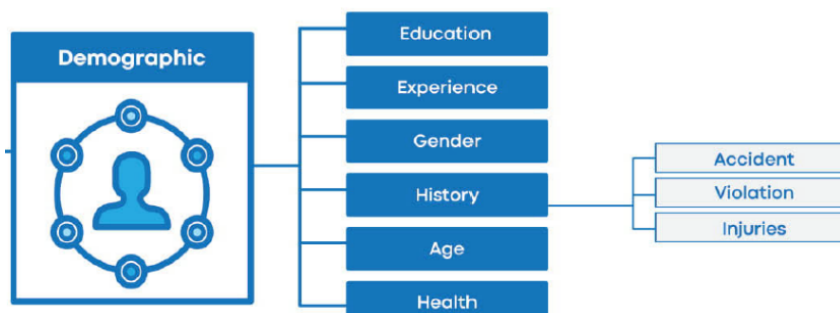
การศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่สามารถทำได้หลากหลายวิธี เมื่อพิจารณาจัดกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่ที่สามารถแบ่งกลุ่มได้ 5 ประเภท ได้แก่ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ยานพาหนะ ประชากร นิสัย และกิจวัตรประจำวันบนรถของผู้ขับ โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.1 ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่

1.1 ประเภทที่ 1 ปัจจัยสภาพแวดล้อม (Environmental Factors)

แสดงดังรูปที่ 2.1 ซึ่งปัจจัยที่เกิดขึ้นได้ในประเทศไทยประกอบด้วย สภาพอากาศ ประเภทถนน สภาพถนน สภาวะมลพิษ ห่วงเวลา/สภาพแสง และโครงสร้างของถนน/สภาพประกอบทาง เป็นต้น ทั้งนี้ปัจจัยสภาพแวดล้อม เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการแสดงออกถึงพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่



รูปที่ 2.2 ปัจจัยด้านลักษณะของประชากรที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่

1.2 ประเภทที่ 2 ปัจจัยด้านลักษณะของประชากร (Demographic Factors)

แสดงดังรูปที่ 2.2 ประกอบด้วย ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการขับขี่ เพศสภาพ ประวัติการได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรืออื่น ๆ อายุ และสุขภาพของผู้ขับขี่ ที่กล่าวมาข้างต้น ล้วนส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่ทั้งสิ้น

1.3 ประเภทที่ 3 ปัจจัยด้านสภาพจิตใจผู้ขับขี่ (Habit Factors)

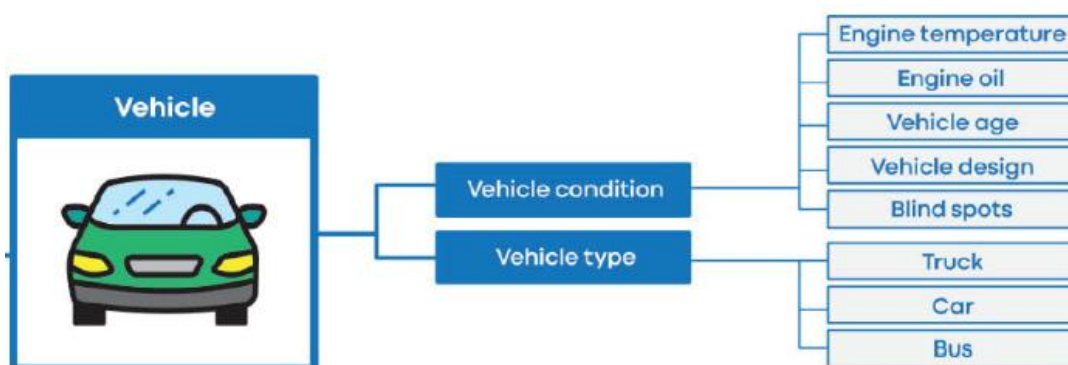
แสดงดังรูปที่ 2.3 อาทิเช่น การสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ผสมพฤติกรรมทานอาหารขณะขับรถ เป็นต้น เหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่ทั้งสิ้น

1.4 ประเภทที่ 4 ปัจจัยด้านสภาพรถ (Vehicle Factors)

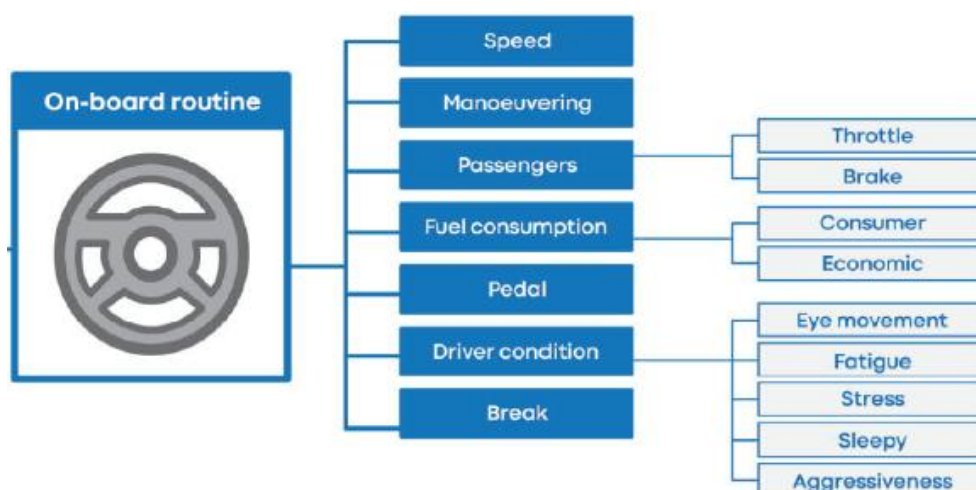
แสดงดังรูปที่ 2.4 ได้แก่ อุณหภูมิเครื่องยนต์ น้ำมันเครื่อง อายุการใช้งานของรถการออกแบบรถ จุดบอด/จุดอับสายตาของผู้ขับขี่ ประเภทของรถ เช่น รถบรรทุก รถยนต์ส่วนบุคคล รถบัสโดยสาร เหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่ทั้งสิ้น



รูปที่ 2.3 ปัจจัยด้านสภาพจิตใจผู้ขับขี่ ที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่



รูปที่ 2.4 ปัจจัยด้านสภาพรถที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่

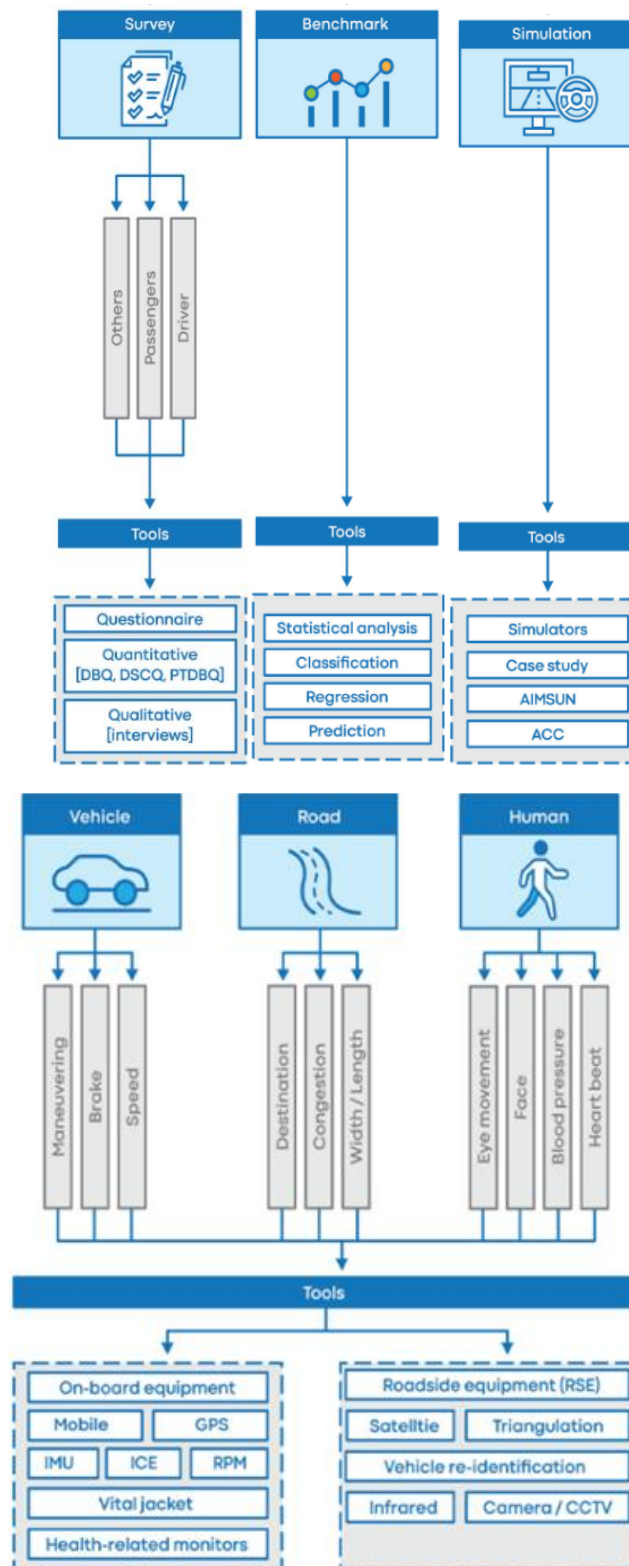


รูปที่ 2.5 ปัจจัยด้านการใช้ชีวิตประจำวันขณะขับรถที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่

1.5 ประเภทที่ 5 ปัจจัยด้านการใช้ชีวิตประจำวันขณะขับรถ (On-board Factors)

แสดงดังรูปที่ 2.5 ได้แก่ ความเร็วที่ใช้ในการขับขี่ การหลบหลีกสิ่งกีดขวางบนถนน ความรู้สึกของผู้โดยสารขณะที่มีการเบรก หรือ เร่ง อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน การเหยียบเบรก สภาพการขับขี่ ความเหนื่อยของผู้ขับขี่ ความเครียดของผู้ขับขี่ ความง่วง ความโกรธ โดยสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นล้วนส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่ทั้งสิ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า ปัจจัยหลายปัจจัยล้วนส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะปัจจัยประเภทที่ 5 ซึ่งส่งผลกระทบต่อการแสดงออกถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่บนถนนหลากหลายรูปแบบดังปรากฏตามสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ พฤติกรรมผู้ขับขี่ จึงเป็นหัวข้อที่นักวิจัยทั่วโลกให้ความสนใจในการศึกษาเพื่อหาความเชื่อมโยงกับมูลเหตุสันนิษฐานของการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละครั้ง เนื้อหาในส่วนถัดไปจะเป็นการกล่าวถึงวิธีการหาพฤติกรรมของผู้ขับขี่



รูปที่ 2.6 วิธีการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่/วิธีการได้มาซึ่งข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่

2. วิธีการรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่

การหาพฤติกรรมผู้ขับขี่และวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งประกอบด้วยทั้งหมด 4 กลุ่มวิธี ดังนี้

2.1 กลุ่มวิธีที่ 1 วิธีการสำรวจ (Survey)

ซึ่งแบ่งกลุ่มเป้าหมายในการสำรวจเป็นผู้ขับขี่ ผู้โดยสาร และอื่น ๆ มีการใช้ชุดข้อคำถามมาตรฐานในแต่ละประเด็นเป็นเครื่องมือในการสำรวจ แบบสอบถามเชิงปริมาณ และการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย

2.2 กลุ่มวิธีที่ 2 วิธีการเปรียบเทียบ (Benchmark)

มีการใช้กระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติ การแบ่งกลุ่ม การวิเคราะห์ถดถอย และการทำนาย มาใช้เป็นเครื่องมือในการหาพฤติกรรมของผู้ขับขี่

2.3 กลุ่มวิธีที่ 3 วิธีการจำลองแบบ (Simulation)

มีการใช้ชุดโปรแกรมจำลองการขับขี่ โดยยกกรณีตัวอย่างเหตุการณ์ต่าง ๆ บนถนนขึ้นมาเพื่อให้ผู้ขับขี่ที่ใช้ชุดโปรแกรมหาดังกล่าว แสดงพฤติกรรมการขับขี่ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ตัวอย่าง เพื่อศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่จากชุดโปรแกรมดังกล่าว

2.4 กลุ่มวิธีที่ 4 วิธีการการได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน (Real-time)

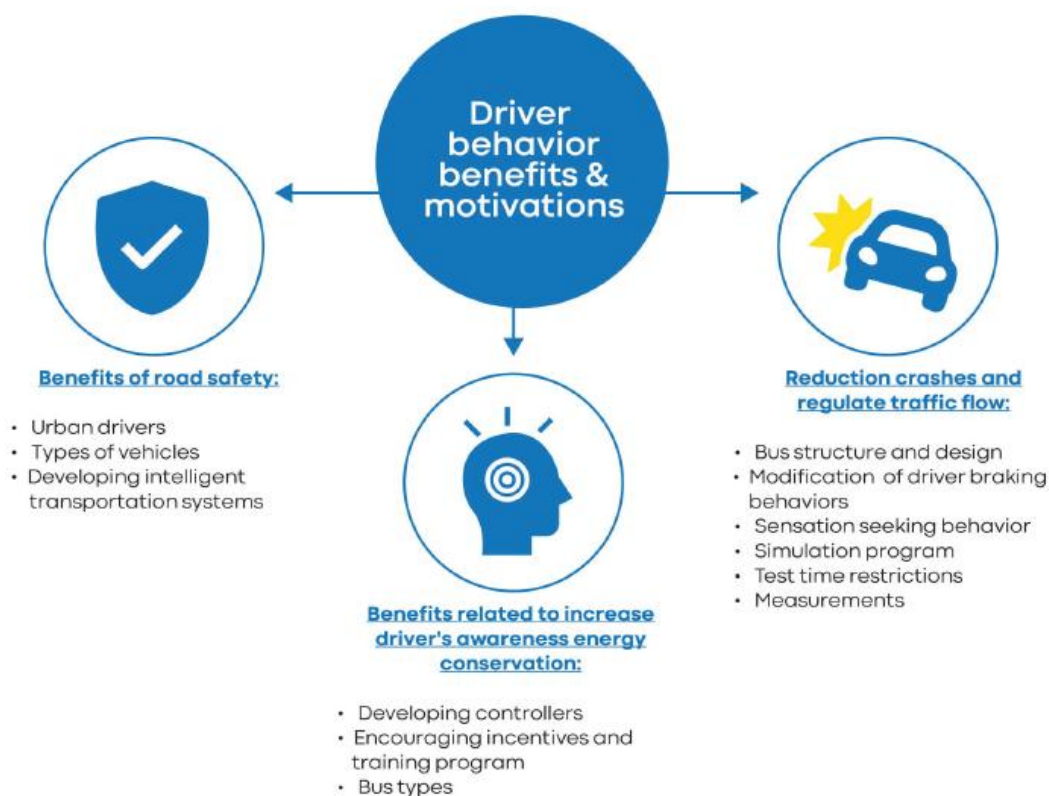
แบ่งชุดวิธีการออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ผู้ขับขี่ (Human) ประกอบด้วย การเคลื่อนไหวของสายตา สภาพใบหน้า ความดันโลหิต อัตราการเต้นหัวใจ
2. สภาพถนน (Road) ประกอบด้วย ถนนทาง-ปลายทาง สภาพการจราจรติดขัด ความกว้างของถนน ความยาวของถนน
3. รถยนต์ (Vehicle) ประกอบด้วย การหลบหลีกสิ่งกีดขวางบนถนน การใช้เบรก การใช้ความเร็ว

ทั้ง 3 ประเภทของชุดข้อมูล สามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งชุดข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น ชุดข้อมูลจากอุปกรณ์ติดรถ (OBE: On Board Equipment/OBU: On Board Unit) ประกอบด้วย ชุดข้อมูลพิกัด GPS ชุดข้อมูลจากกล่องควบคุม IMU/ECU เป็นต้น และชุดข้อมูลจากอุปกรณ์ข้างทางและอุปกรณ์อื่น ๆ (RSE: Road Side Equipment/RSU: Road Side Unit) ประกอบด้วย ชุดข้อมูลจากดาวเทียม ชุดข้อมูลจากตัวตรวจรู้ต่าง ๆ ชุดข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ติดข้างถนน และกล้องวงจรปิดต่าง ๆ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อพิจารณาถึงสภาพของถนนในประเทศไทย และภาพรวมพฤติกรรมผู้ขับขี่ เป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างมากในการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่ โดยการได้มาซึ่งข้อมูลแบบ Real-time ที่ได้จากชุดอุปกรณ์ติดรถ (OBU) ดังนั้น ตัวอย่างที่กล่าวถึงในเนื้อหาส่วนถัดไป เป็นการกล่าวถึง

การเชื่อมต่อ OBU เพื่อนำชุดข้อมูลจากรถไปใช้ในการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่ โดยที่วัตถุประสงค์หลักในการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่ประกอบด้วย 3 วัตถุประสงค์หลัก



รูปที่ 2.7 วัตถุประสงค์ของการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่

วัตถุประสงค์ในการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่

1. เพื่อประโยชน์ประเด็นด้านความปลอดภัยทางถนน
2. การลดโอกาสการเกิดการชนกันของรถยนต์บนถนน และแก้ปัญหาสภาพการจราจร
3. การเพิ่มการตระหนักรู้ของพฤติกรรมของผู้ขับขี่ให้ปลอดภัย

จะเห็นได้ว่า ความปลอดภัยทางถนน เป็นประเด็นหลักที่สำคัญต่อการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่เป็นอย่างยิ่ง เนื้อหาในส่วนนี้เป็นการเน้นการกล่าวถึงการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่ผ่าน พอร์ต OBD-II เพื่อประเมินความปลอดภัยของผู้ขับขี่จากข้อมูลจริง

1. วิธีการรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่จากรถยนต์ผ่านพอร์ต OBD-II

จากที่กล่าวมาข้างต้น วิธีการได้มาซึ่งข้อมูลปัจจุบันขณะขับรถของผู้ขับขี่ เป็นวิธีการที่ได้มาซึ่งข้อมูลที่แม่นยำ ที่สะท้อนพฤติกรรมของผู้ขับขี่ได้อย่างเป็นปัจจุบันที่สุด ดังนั้น การเชื่อมต่ออุปกรณ์อ่านข้อมูลจากกล่องควบคุมรถ (ECU) จึงเป็นส่วนที่จะกล่าวถึงรายละเอียดการหาพฤติกรรมผู้

ขับเคลื่อน นอกจากนั้นข้อมูลจากกล่องควบคุมรถ (ECU) ยังถูกส่งผ่านเทคโนโลยี V2N โดยใช้เครือข่าย 4G-LTE เพื่อส่งข้อมูลที่อ่านค่าได้ไปประมวลผลเป็นพฤติกรรมผู้ขับขี่

ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการดึงข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่จากกล่อง ECU ในการดึงข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่จากกล่อง ECU มีการใช้ ECU เชื่อมต่อกับ พอร์ต OBD-II และหน่วยประมวลผลของรถยนต์ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจาก ECU ในขั้นตอนแรก เป็นข้อมูลที่ยังไม่ถูกแปลงค่าดังตารางที่ 2.1 มีการนำข้อมูลที่ได้จากกล่อง ECU แปลงค่าผ่านสมการที่เกี่ยวข้อง เพื่อแปลงค่าเป็น ความเร็ว รอบเครื่องยนต์ การทำงานของเครื่องยนต์ การเหยียบคันเร่ง และอุณหภูมิเครื่องยนต์ที่สมบูรณ์ดังตารางที่ 2.2 ทั้งนี้ Can ID คือ ID หรือตำแหน่งของข้อมูลที่ดึงค่ามาจาก ECU ของรถยนต์ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ความเร็ว รอบเครื่องยนต์ การเหยียบคันเร่ง การทำงานของเครื่องยนต์ และอุณหภูมิ ซึ่งหน่วยต่าง ๆ ของข้อมูลของแต่ละข้อมูลจะมีการใช้สูตรตามมาตรฐานเพื่อการคำนวณให้ได้ค่าตามจริงของการใช้งาน

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้รับจาก ECU

Received CAN ID:7E8 C	4	41	C	B	D4	0	0	0
Received CAN ID:7E8 C	4	41	C	B	D4	0	0	0
Received CAN ID:7E8 D	3	41	D	0	0	0	0	0

ตารางที่ 2.2 พารามิเตอร์ของข้อมูลที่ได้จาก ECU

Can ID	Data byte	ประเภท	หน่วย	สูตร
7E8	3	Temperature	°C	A-40
7E8	1	Engine load	%	A/2.55
7E8	1	Throttle position	%	(100/255)*A
7E8	1	Velocity	Km/h	A
7E8	2	Engine speed	rpm	(A*256+B)/4

2. อุปกรณ์ประกอบการรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่

1. OBD II TO DB-9 CABLE

บอร์ด Can-Bus Shield V2 เชื่อมต่อกับระบบและกล่อง ECU ผ่านพอร์ต OBD-II และอ่านค่าพฤติกรรมผู้ขับขี่ที่แสดงออกต่อการขับขี่รถยนต์ผ่านกล่อง ECU เป็นไปตาม มาตรฐาน ของ SAE J1962 / ISO 15031-3 ซึ่งสามารถใช้ได้กับรถทั่วไป โดยรูปที่ 2.8 แสดงสาย OBD II TO DB9 สำหรับการเชื่อมต่อดึงข้อมูลจากกล่อง ECU โดยที่ขาสำหรับการเชื่อมต่อต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.3



รูปที่ 2.8 OBD II TO DB9 CABLE

ตารางที่ 2.3 ขาสำหรับการเชื่อมต่อ OBD II TO DB9 CABLE

Pin Description	OBD II	DB9
Chassis Ground	4	2
J1850 BUS+	2	7
Signal Ground	5	1
CAN High J-2284	6	3
ISO 9141-2 K Line	7	4
J1850 BUS	10	6
CAN Low J-2284	14	5
ISO 9141-2 L Line	15	8
Battery Power	16	9

2. CAN-BUS SHIELD

CAN-BUS SHIELD คือชุดอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับข้อมูลที่ส่งมาจาก ECU ของรถยนต์ แสดงได้ดัง รูปที่ 2.13 โดยที่ข้อมูลที่ดึงจากกล่อง ECU ที่สอดคล้องกับการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่ ได้แก่ การทำงานของ เครื่องยนต์ ความเร็ว รอบเครื่องยนต์ การเหยียบคันเร่ง อุณหภูมิเครื่องยนต์ เป็นต้น คุณสมบัติพื้นฐานของ CAN-BUS SHIELD ได้แก่

1. CAN V2.0B สูงถึง 1 Mb/s
2. อินเทอร์เฟซ SPI ความเร็วสูง 10 MHz
3. ข้อมูลมาตรฐานและขยายเฟรมระยะไกล
4. การเชื่อมต่อ CAN ผ่านหัวต่อ sub-D 9 ทางมาตรฐาน สายเคเบิลเชื่อมต่อ OBD-II มาตรฐานย่อย 5.9 สายเคเบิลเชื่อมต่อ OBDII มาตรฐาน sub-D

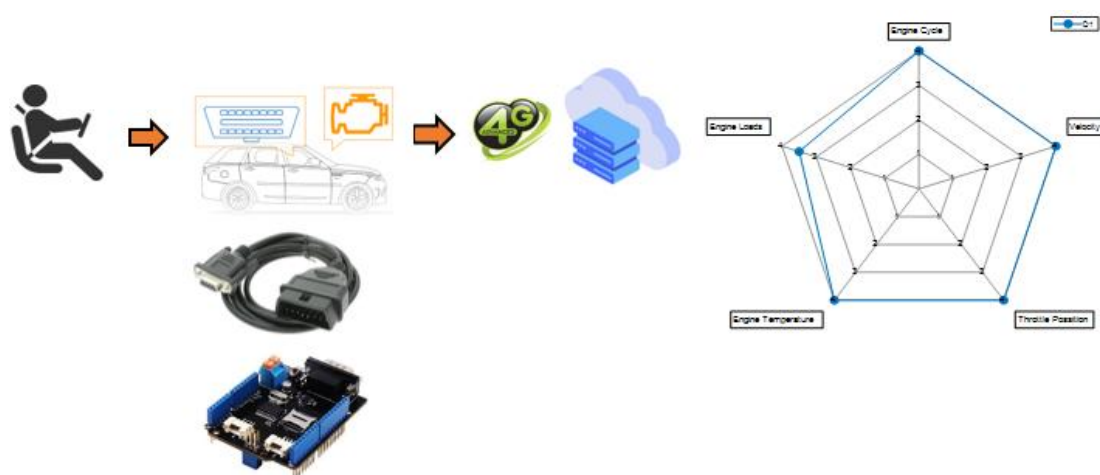


รูปที่ 2.9 CAN-BUS SHIELD

ข้อมูลจากกล่อง ECU ของรถยนต์ได้รับการส่งข้อมูลผ่านทางสาย OBD-II DB9 ที่เชื่อมต่ออยู่กับ Can-Bus shields V2 เมื่อข้อมูลที่ได้จาก ECU เข้าสู่ Arduino Uno R3 จะทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ โดยมีสูตรการคำนวณดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สูตรการคำนวณพารามิเตอร์ต่าง ๆ จาก ECU

ประเภท	หน่วย	สูตร
Temperature	°C	A-40
Engine load	%	A/2.55
Throttle position	%	(100/255)*A
Velocity	Km/h	A
Engine speed	rpm	(A*256+B)/4



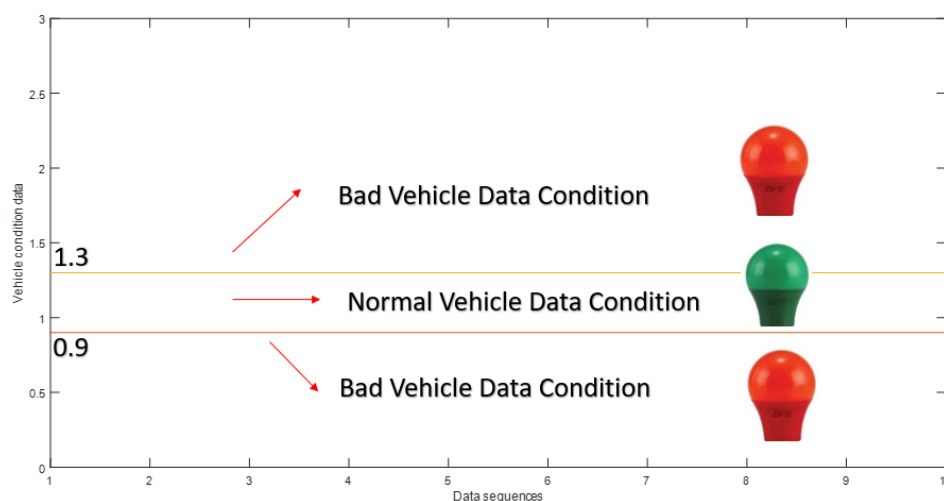
รูปที่ 2.10 โครงสร้างการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่โดยใช้เทคโนโลยี V2N

โครงสร้างภาพรวมของการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่โดยใช้เทคโนโลยี V2N สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่ที่แสดงออกไปยังตัวรถยนต์ จะถูกอ่านค่าโดยดึงข้อมูลจากกล่อง ECU ส่งไปประมวลผลบนเซิร์ฟเวอร์และแสดงผลพฤติกรรมผู้ขับขี่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ต่อไป

2.2.2 การประเมินพฤติกรรมการขับขี่ด้วย Vehicle Data Condition

รอบเครื่องยนต์เป็นหนึ่งในพารามิเตอร์ที่สำคัญในข้อมูลเอาต์พุตของเครื่องยนต์ การขับขี่ที่ดี ที่สุดไม่ใช่ความเร็วของรถที่สูง และรอบเครื่องยนต์ต่ำเท่านั้น การรักษาความเร็วของรถและรอบเครื่องยนต์ให้ สม่่าเสมอ ความเร็วของรถคือการตอบสนองโดยตรงจากการขับขี่ สามารถสะท้อนถึงสภาวะการขับขี่ในปัจจุบันได้โดยตรงไม่ว่าจะเร่งความเร็ว หรือรักษาความปลอดภัย ตำแหน่ง

คันเร่งถูกปรับเพื่อส่งจำนวน เชื้อเพลิงเข้าสู่เครื่องยนต์ การเปิดปีกผีเสื้อที่เหมาะสมเพื่อให้การทำงานของเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพ ค่าคันเร่งที่สูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้การเผาไหม้เชื้อเพลิง และมลพิษทางอากาศไม่สมบูรณ์



รูปที่ 2.11 Vehicle Data Condition

ภาระเครื่องยนต์เป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อมการทำงานของคนขับ การวิ่งเกินพิกัดจะทำให้เครื่องยนต์มีภาระมากเกินไป ทำให้เครื่องยนต์เสียหายได้ง่าย จึงไม่เอื้ออำนวยต่อการขับขี่อย่างปลอดภัย

2.2.3 การประเมินพฤติกรรมคนขับด้วย Geotab Technology

ความปลอดภัยเป็นส่วนสำคัญในการจัดการยานพาหนะ การให้ความสำคัญกับความปลอดภัยสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์เชิงบวกอย่างมากในทางธุรกิจ และความสามารถในการทำกำไร ค่าใช้จ่ายทั้งทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากพฤติกรรมการขับขี่ที่ไม่ปลอดภัยสามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการฝึกให้ผู้ขับมีประสิทธิภาพในการขับ หรืออบรมด้านกฎจราจร และมาตรการด้านความปลอดภัยที่ได้รับการยอมรับอย่างดีด้วยระบบเทคโนโลยี เนื่องจากเราสามารถตรวจจับพฤติกรรมการขับขี่ที่ไม่ปลอดภัยได้ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และวัดผลคะแนนความปลอดภัยของผู้ขับขี่ถูกรวมเข้ากับสมการของ Geotab เพื่อบันทึกการขับขี่ และข้อมูลความเร็วที่สามารถแปลงเป็นคะแนนความปลอดภัยที่เข้าใจได้ และถูกใช้ในการระบุผู้ขับขี่ที่มีความเสี่ยง หรือ Driver Safety Scorecard และช่วยให้กลุ่มยานยนต์เปลี่ยนพฤติกรรมการขับขี่ที่ไม่ปลอดภัยเป็นการขับขี่แบบปลอดภัยมากขึ้น โดยใช้ประโยชน์จาก Driver Safety Scorecard ที่ได้รับข้อมูลจากยานพาหนะ และแปลงข้อมูลผ่านสมการของ Geotab ได้ ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ ลดค่าประกันภัยจากการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ โดยเป็นวิธีการให้คะแนนผู้ขับ การประเมินพฤติกรรม

การขับขี่ให้เหมาะสมดังรูปที่ 2.12 ในเทคโนโลยี Geotab งานวิจัยนี้ประเมินพฤติกรรมการขับขี่ตามประเภทความเสี่ยงจะมี 2 รูปแบบ ดังนี้

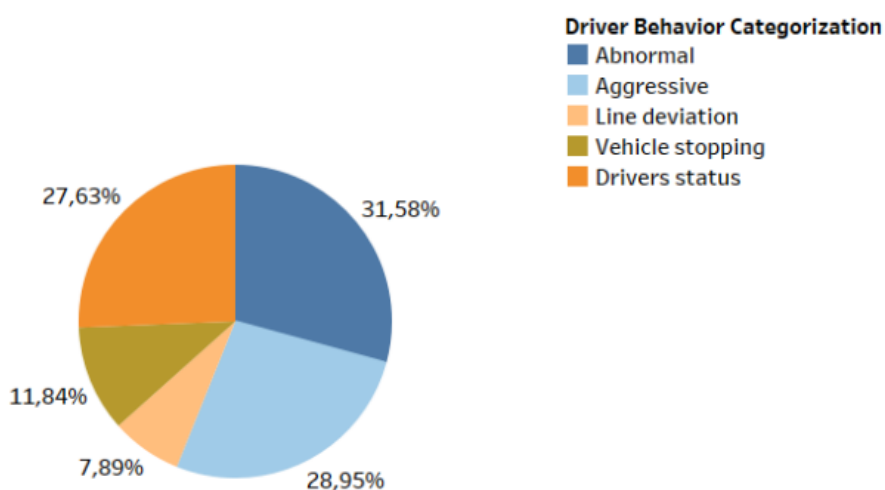
1. จากระยะทางที่ขับไม่สอดคล้องกับการบังคับใช้กฎหมายในพื้นที่นั้นๆ
2. จากจำนวนครั้งเหตุการณ์ที่ขับไม่สอดคล้องกับการบังคับใช้กฎหมายในพื้นที่นั้นๆ



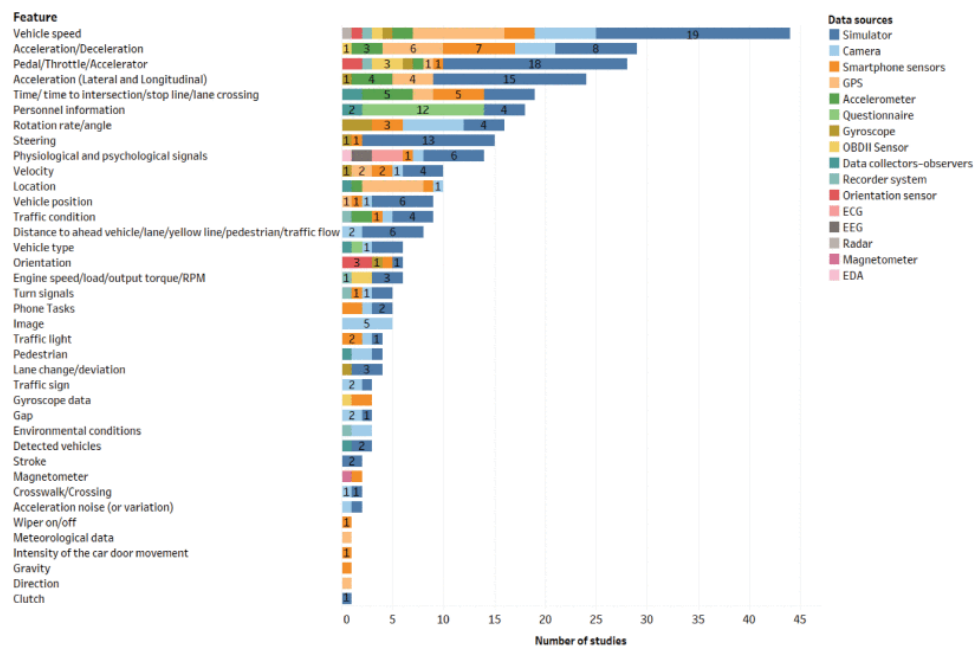
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการประเมินพฤติกรรมการขับขี่จาก Geotab Technology

2.2.4 การเรียนรู้ของเครื่องและปัญญาประดิษฐ์สำหรับการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่

จากการศึกษาปริทรรศน์วรรณกรรมพบว่า ในการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่สามารถจำแนกได้ดังรูป ที่ 2.13 โดยประกอบด้วย การขับขี่แบบไม่ปกติ การขับขี่ด้วยอารมณ์ฉุนเฉียว หงุดหงิด และอื่นๆ ซึ่งการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคลสามารถนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาใช้ในการ คำนวณและจัดทำ Features ได้ดังรูปที่ 2.14

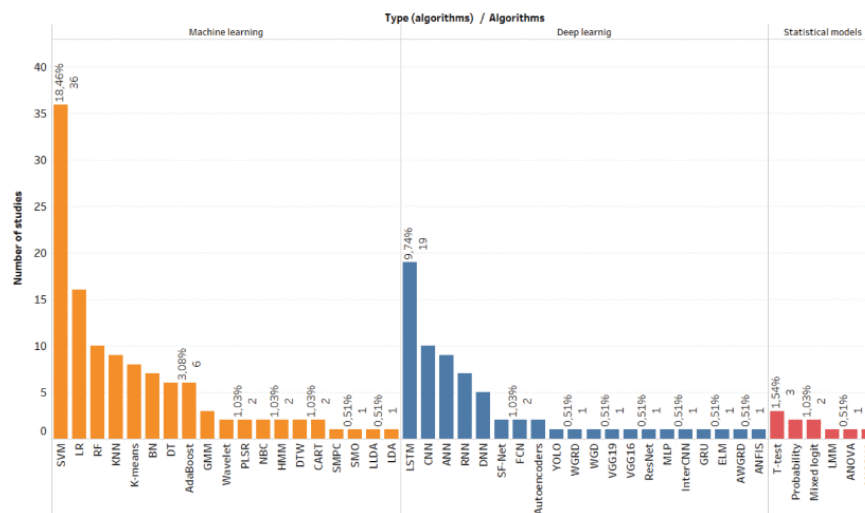


รูปที่ 2.13 การจำแนกพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคล



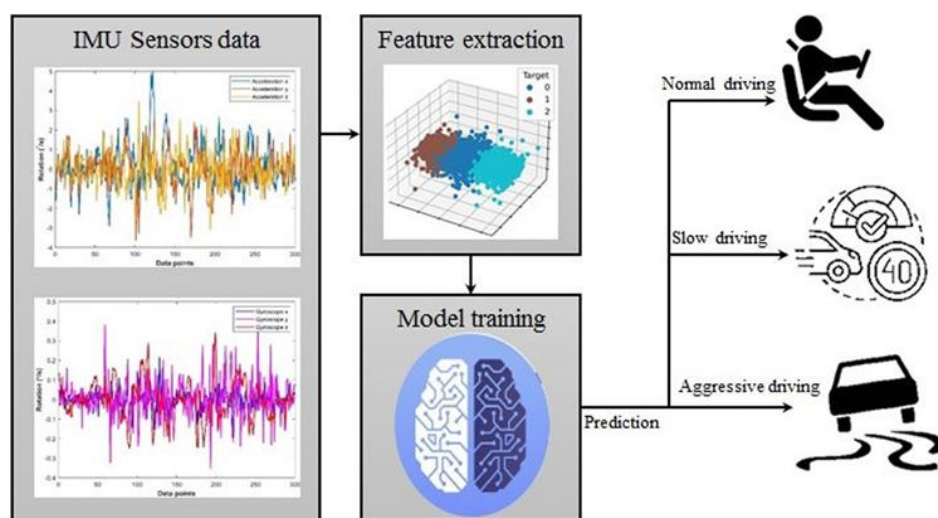
รูปที่ 2.14 Features สำหรับการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคล

การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคลมาประยุกต์กับ Machine Learning มีการนำเสนอโมเดลต่างๆ ดังรูปที่ 2.15 โดยที่ SVM: Support Vector Machine เป็นโมเดลที่ได้รับความนิยมในการนำมาจำแนกพฤติกรรมการขับขี่รถยนต์ส่วนบุคคลมากที่สุด ดังนั้น ในการเลือกโมเดลเพื่อใช้ในการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่จึงมีการเลือกใช้โมเดล SVM เพื่อการประเมินและจำแนกพฤติกรรมการขับขี่รถยนต์ส่วนบุคคล



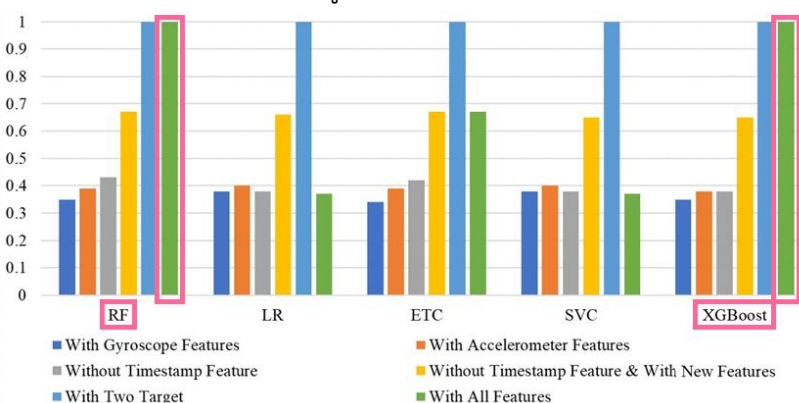
รูปที่ 2.15 แบบจำลองด้าน Machine Learning สำหรับการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคล

2.2.5 วิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ด้วยคุณสมบัติจากชุดข้อมูลหน่วยวัดแรงเฉื่อยของสมาร์ทโฟน



รูปที่ 2. 16 กรอบการทำงานของวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ขับขี่

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้ประโยชน์จากข้อมูล IMU ที่บันทึกโดยใช้สมาร์ทโฟนที่วางอยู่ในรถยนต์ดังรูปที่ 2.16 เพื่อนำมาทำพฤติกรรมของผู้ขับขี่ ด้วยวิธีการทาง Machine Learning ได้แก่ Random Forest, Extra Tree Classifier, Logistic Regression, Support Vector Classifier, และ Extreme Gradient Boosting ด้วยการรวบรวมการเลือกคุณสมบัติทั้ง 6 วิธี พบว่า Random Forest และ Extreme Gradient Boosting มีผลลัพธ์ในด้าน accuracy precision recall และ f1-score ดีที่กว่าวิธีโมเดลอื่นแสดงดังรูปที่ 2.17



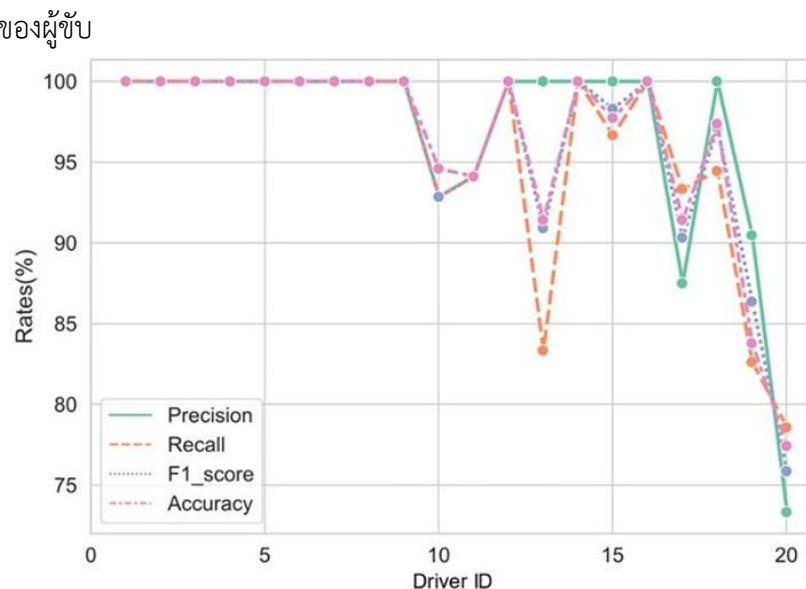
รูปที่ 2.17 ผลลัพธ์เปรียบเทียบจากการประเมินผลโมเดลด้วยการรวบรวมการเลือกคุณสมบัติทั้ง 6 วิธี

2.2.6 ปัจจัยด้านมนุษย์ในวงจรการขับขี่: การระบุตัวตนและการยืนยันตัวตนของผู้ขับขี่โดยใช้แนวทางการเรียนรู้เชิงลึกโดยใช้ข้อมูลทางพฤติกรรมทางจิตวิทยา

งานวิจัยต่อมาได้นำเสนอ การระบุตัวตนและการตรวจสอบยืนยันของผู้ขับขี่ผ่านแนวทางการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) เช่น CNN, LSTM, GRU, FCN, LSTM-FCN, Siamese Neural Network (proposed model) โดยใช้ข้อมูลพฤติกรรมทางจิตวิทยา (Psychological Behavioral Data) และข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบอนุกรมเวลา เช่น ข้อมูลการควบคุมยานพาหนะ และข้อมูลการเคลื่อนไหวของดวงตาที่รวบรวมจากเครื่องจำลองการขับขี่และเครื่องติดตามดวงตา พบว่าวิธีที่ถูกลำเสนอที่ได้คิดค้นขึ้นมาให้ผลลัพธ์ค่าความแม่นยำได้ถึง 99.60 % สำหรับการระบุตัวตนของผู้ขับขี่แสดงดังรูปที่ 2.18 และ ค่า accuracy, precision, recall, และ f1-score โดยรวมมากกว่า 70 % ขึ้นไป ของแต่ละผู้ขับขี่สำหรับการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 2.19

Model	Accuracy
CNN [9]	89.44%
LSTM [27]	87.45%
GRU	95.02%
FCN [45]	99.20%
LSTM-FCN [29]	99.00%
Ours	99.60%

รูปที่ 2.18 ผลลัพธ์เปรียบเทียบจากการประเมินผลโมเดลในด้าน accuracy สำหรับการระบุตัวตนของผู้ขับขี่



รูปที่ 2.19 ผลลัพธ์จากการประเมินผลโมเดลในด้าน accuracy สำหรับการตรวจสอบของผู้ขับขี่

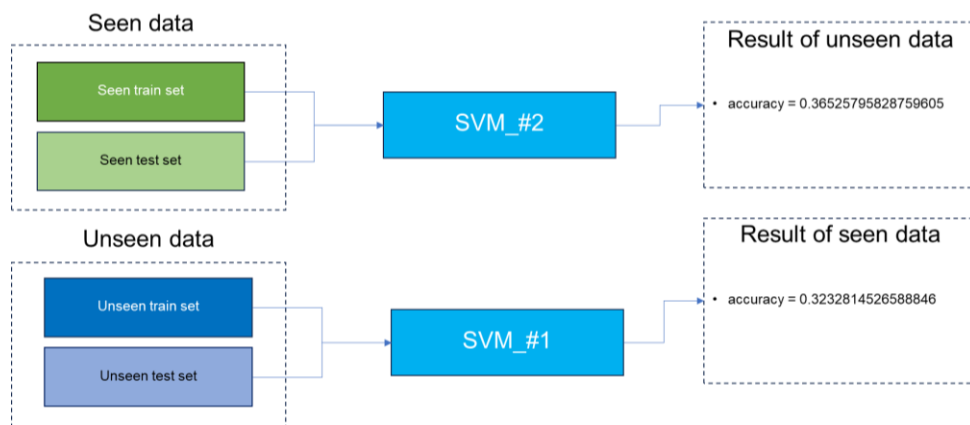
2.2.7 การจัดทำโปรไฟล์ผู้ขับขี่โดยใช้ Long Short-Term Memory (LSTM) และ เครือข่ายประสาทเทียมแบบ Convolutional Neural Network (CNN)

การศึกษานี้เป็นการประเมินโปรไฟล์พฤติกรรมของผู้ขับขี่โดยใช้คุณสมบัติที่แตกต่างกัน 12 ตัวที่ได้รับจากระบบสื่อสาร CAN Bus ของยานพาหนะ ด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) 2 วิธีการได้แก่ CNN และ LSTM แล้วจำแนกพฤติกรรมของผู้ขับเป็น 3 หมวดหมู่ ได้แก่ Aggressive และ Gentle พบว่าผลลัพธ์ของของ CNN นั้นเหนือกว่าในทุกด้านแสดงดังรูปที่ 2.20

CNN							
Number of Layers	Epochs	Validation Loss	Validation Accuracy [%]	Test Accuracy [%]	Test Precision [%]	Test Recall [%]	Test F1 Score
1	200	0.08	97.1	93.2	93.2	93.2	0.93
2	200	0.05	97.7	95.7	95.7	95.7	0.96
3	200	0.03	99.4	96.1	96.1	96.1	0.96
4	200	0.01	99.8	95.3	95.2	95.3	0.95

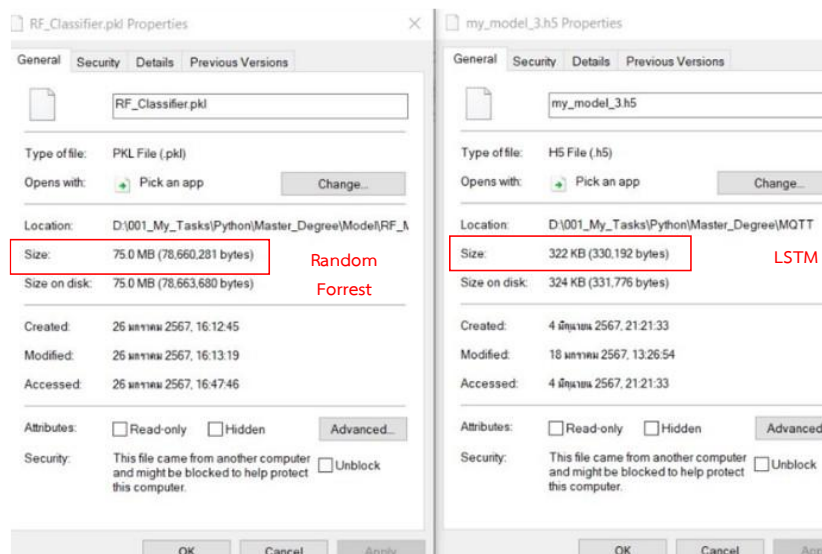
LSTM								
Number of Layers	Number of Neurons	Epochs	Validation Loss	Validation Accuracy [%]	Test Accuracy [%]	Test Precision [%]	Test Recall [%]	Test F1 Score
1	27	500	0.16	93.7	87.7	88.5	87.7	0.88
2	27	500	0.12	95.4	92.3	92.2	92.3	0.92
3	27	500	0.13	96.0	90.0	91.1	90.6	0.91
4	27	500	0.09	97.1	93.2	93.1	93.2	0.93

รูปที่ 2.20เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง CNN และ LSTM



รูปที่ 2.23 ผลการจำลองแบบประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอหลังจากสลับชุดข้อมูล

พบว่าผลลัพธ์ที่ได้ด้าน accuracy มีค่าต่ำมาก และไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ เนื่องจากทั้งสองโมเดลไม่สามารถจำแนกได้อย่างแม่นยำ และนำไปใช้ในโลกความเป็นจริงไม่ได้ เนื่องจากข้อมูลจากโลกความจริงเป็นข้อมูลแบบสุ่มก่อนจะเข้าสู่โมเดล ดังนั้น จึงได้นำเสนอโมเดล LSTM ซึ่งมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้สามารถจำแนกข้อมูลที่ได้มาแบบสุ่ม และมีความซับซ้อนเป็นอนุกรมเวลา



Model	Size of model (Kilo Bytes)
LSTM (Long Short-Term Memory)	322
RF (Random Forest)	76,817

รูปที่ 2.24 ขนาดของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่จะนำไปติดตั้งที่ TCU

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงขนาดของโมเดลทางคณิตศาสตร์และโมเดลของปัญญาประดิษฐ์ที่จะนำไปใช้งาน พบว่า SVM มีขนาดของชุดโปรแกรมใหญ่ และ RF (Random Forest) ใช้พื้นที่หน่วยความจำในกล่อง TCU มาก ดังรูปที่ 2.24 จากการทดสอบเพิ่มเติม เพื่อให้แน่ใจที่สุดว่าโมเดลที่ผู้วิจัยนำเสนอมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่ได้จากกล่อง ECU และ IMU Sensor จึงได้มีการทดสอบเพิ่มเติม โดยมีการนำเสนอ LSTM เข้ามาช่วยในการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่ ซึ่งผลเป็นดังรูปที่ 4.1 พบว่า LSTM มีสมรรถนะที่ดีที่สุดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงกับชุดอุปกรณ์

2.2.9 การประเมินประสิทธิภาพและสมรรถนะของการเรียนรู้ของเครื่องและปัญญาประดิษฐ์

Confusion Matrix คือ การประเมินผลลัพธ์การทำนาย (ผลลัพธ์จากโปรแกรม) เปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริงที่หาโดยคน และนำไปคำนวณค่า Accuracy Precision Recall และ F1 score

ตารางที่ 2.5 Confusion matrix

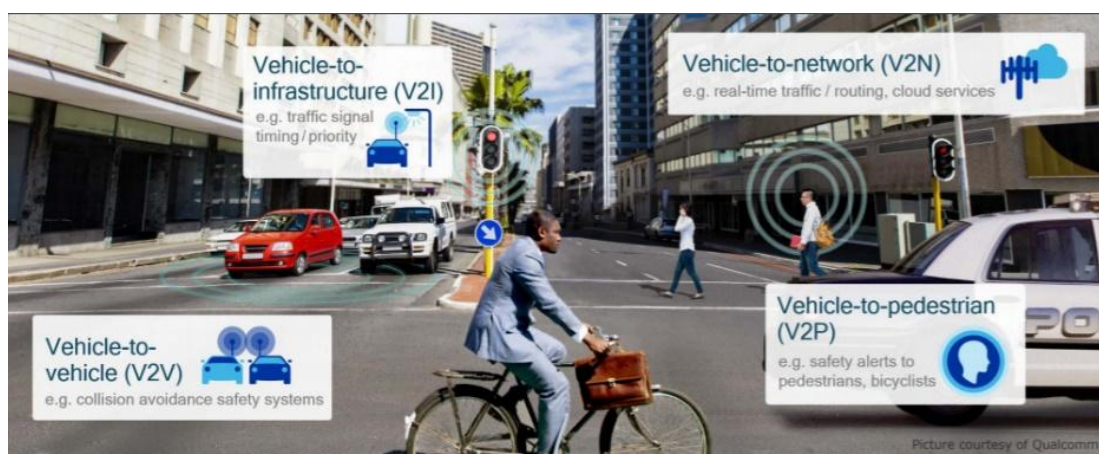
	Actually Positive 1	Actually Negative 0
Predicted Positive 1	True Positive TPs	False Positives FPs
Predicted Negative 0	False Negative FNs	True Negative TNs

1. เมื่อ TP (True Positive) คือ สิ่งที่ทำนาย ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ในกรณี ทำนายว่าจริง และสิ่งที่เกิดขึ้นคือ จริง
2. TN (True Negative) คือ สิ่งที่ทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณี ทำนายว่า ไม่จริง และสิ่งที่เกิดขึ้นคือ ไม่จริง
3. FP (False Positive) คือ สิ่งที่ทำนายไม่ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น คือทำนายว่า จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้น คือ ไม่จริง
4. FN (False Negative) คือ สิ่งที่ทำนายไม่ตรงกับที่ที่เกิดขึ้นจริง คือทำนายว่าไม่จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้น คือ จริง

โดย TP TN FP และ FN ในตารางจะแทนด้วยค่าความถี่ สามารถใช้ Confusion Matrix มาคำนวณการประเมินประสิทธิภาพการทำนายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.3 ITS (Intelligent Transportation System)

ระบบขนส่งอัจฉริยะ หรือ ITS เป็นระบบขนส่งที่นำเทคโนโลยีในแต่ละองค์ประกอบของระบบ (ยานยนต์ ผู้เดินทาง และระบบกายภาพของการขนส่งและถนน) มาใช้งานร่วมกัน ผสมผสานระหว่าง เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเข้ากับเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นใหม่ เพื่อก่อให้เกิดการใช้งานระบบขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีที่นำมาใช้กับระบบขนส่งประกอบไปด้วย งานประมวลผลข้อมูล ข่าวสาร งานสื่อสารโทรคมนาคม และงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยเทคโนโลยีเหล่านี้ถูกติดตั้งใช้งานอยู่บนยานพาหนะ อุปกรณ์ส่วนบุคคล เช่น ติดตั้งอยู่ข้างถนนและ ศูนย์ควบคุม นำมาใช้งานร่วมกัน ทำให้การขับขี่ยานยนต์บนถนน การโดยสารรถสาธารณะ การควบคุมจัดการจราจรหรือรถเชิงพาณิชย์ เกิดความคล่องตัว ปลอดภัย การโดยสารรถสาธารณะเกิดความสะดวกสบาย ระบบขนส่งอัจฉริยะ หรือ ITS ประกอบไปด้วย 4 รูปแบบ คือ 1.Vehicle-to-Vehicle (V2V) 2.Vehicle-to-Infrastructure (V2I) 3.Vehicle-to-Pedestrian (V2P) และ 4.Vehicle-to-Network (V2N) หรือเรียกว่า V2X Technology (Vehicle-to-Everything) ในงานวิจัยนี้ใช้ร่วมกับเทคโนโลยี Vehicle-to-Network (V2N)

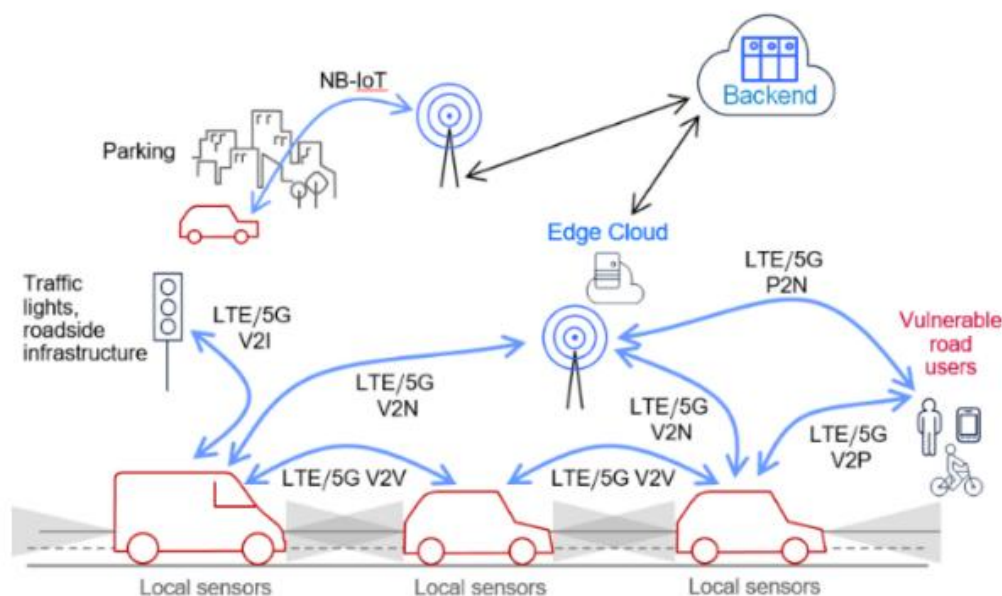


รูปที่ 2.25 ภาพรวมรูปแบบการสื่อสารในระบบขนส่งอัจฉริยะ

2.4 V2N Technology (Vehicle-to-Network)

ภาพรวมรูปแบบการสื่อสารในระบบขนส่งอัจฉริยะแสดงได้ดังรูปที่ 2.26 โดยเนื้อหาในส่วนนี้เป็นการกล่าวถึงรูปแบบการสื่อสารแบบ V2N (Vehicle to Network Communication) ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลจากรถยนต์ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้ และดึงข้อมูลที่ประมวลผลแล้ว ไปแสดงผลดังส่วนต่าง ๆ ที่เซิร์ฟเวอร์ การส่งข้อมูลจากรถยนต์ไปยังเซิร์ฟเวอร์สามารถส่งผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารที่สอดคล้องกับระยะครอบคลุมการสื่อสาร อาทิเช่น DSRC, 4G-LTE/5G เป็นต้น เมื่อพิจารณาโครงสร้างของเทคโนโลยี V2N หัวใจสำคัญของการส่งข้อมูลจากรถยนต์

ไปยังระบบจัดเก็บข้อมูลจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกใช้ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน



รูปที่ 2.26 ตัวอย่างโครงสร้าง V2N

2.5 บทสรุป

เนื้อหาในบทที่เป็นการกล่าวถึงการนำเทคโนโลยี V2N มาประยุกต์ใช้กับการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่ จากการศึกษาปริทัศน์ และวรรณกรรม ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการขับขี่มี 5 ประเภท คือ 1. ปัจจัยสภาพแวดล้อม 2. ปัจจัยด้านลักษณะของประชากร 3. ปัจจัยด้านสภาพจิต 4. ปัจจัยด้านสภาพรถ และ 5. ปัจจัยด้านการใช้ชีวิตประจำวัน งานวิจัยนี้สนใจที่ปัจจัยด้านสภาพรถ และปัจจัยด้านการใช้ชีวิตประจำวัน จากการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่แบ่งออกเป็น 4 ประเภท งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่ด้วยวิธีการการได้มาซึ่งข้อมูลปัจจุบัน (Real-time) ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ขับขี่ สภาพถนน และรถยนต์ ในการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่ซึ่งข้อมูลปัจจุบัน (Real-time) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Vehicle Data Condition และการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่แบบออฟไลน์ (Off-line) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Geotab technology ในระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ ใช้แหล่งข้อมูลจาก เซนเซอร์ของโทรศัพท์ (smartphone sensors) กล้อง ECU และตัวตรวจรู้ความเร็ว และไจโรสโคป 3 แกน เพื่อนำมาทำเป็นชุดข้อมูลสำหรับการฝึกฝนโมเดล ตลอดจนการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเรียนรู้และฝึกฝนแบบ LSTM นอกจากนี้ยังได้นำโมเดลแบบ LSTM มาเปรียบเทียบกับโมเดลอื่นด้วยการประเมินผลในด้วย accuracy precision recall และ f1-score สำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

และในด้านขนาดของโมเดล ตลอดจนนำโดลมาติดตั้งกับอุปกรณ์ TCU เพื่อจำแนกพฤติกรรมผู้ขับขี่ผ่าน การนำเข้าคุณสมบัติ ได้แก่ ความเร็วรถยนต์ ตำแหน่งคันเร่ง ความเร่ง 3 แกน และไจโรสโคป 3 แกน และนำส่งข้อมูลไปยัง Dashboard ผ่านเทคโนโลยี V2N และฐานข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่แสดงดัง ตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตารางสรุปผลการเลือกใช้งานจากการศึกษาปริทัศน์วรรณกรรมทั้งหมด

Study Type	Performance Evaluation	Data Source	Feature	Methodology	
Field driving study	1.Accuracy 2.Precision 3.Recall 4.F1-Score	1.Smartphone sensors 2.ECU data 3.Accelerometer 4.Gyroscope	1.Vehicle speed 2.Throttle position 3.Rotation rate/angle 4.Acceleration	1. Support Vector Machine (SVM) 2. Random Forest (RF) 3. Logistic Regression (LR)	1. LSTM 2. CNN