

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 กรอบการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 กล่าวนำ	7
2.2 การสำรวจปริทรรศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย	8
2.2.1 การภูมิทัศน์ของการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมของคนขับรถ	8
2.2.2 การประเมินพฤติกรรมการขับขี่ด้วย Vehicle Data Condition	17
2.2.3 การประเมินพฤติกรรมการขับขี่ด้วย Geotab Technology	18
2.2.4 การเรียนรู้ของเครื่องและปัญญาประดิษฐ์สำหรับการจำแนกพฤติกรรมการขับขี่	19
2.2.5 วิเคราะห์พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ด้วยคุณสมบัติจากชุดข้อมูลหน่วยวัดแรงเฉื่อยของสมาร์ทโฟน	21
2.2.6 ปัจจัยด้านมนุษย์ในวงจรการขับขี่: การระบุตัวตนและการยืนยันตัวตนของผู้ขับขี่โดยใช้แนวทางการเรียนรู้เชิงลึกโดยใช้ข้อมูลทางพฤติกรรมทางจิตวิทยา	22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.7	การจัดทำโปรไฟล์ผู้ขับขี่โดยใช้ Long Short-Term Memory (LSTM) และเครือข่ายประสาทเทียมแบบ Convolutional Neural Network (CNN)	23
2.2.8	การการทดลองฝึกโมเดล Support Vector Machine (SVM) ด้วยชุดข้อมูล IMU sensors	24
2.2.9	การประเมินประสิทธิภาพและสมรรถนะของการเรียนรู้ของเครื่อง และปัญญาประดิษฐ์	26
2.3	ITS (Intelligent Transportation System)	27
2.4	V2N Technology (Vehicle-to-Network)	27
2.5	บทสรุป	28
3	วิธีดำเนินการวิจัย	30
3.1	วัสดุที่ใช้ในการวิจัย	30
3.2	วิธีการดำเนินการวิจัย	31
3.2.1	Data visualization	31
3.2.2	การปรับขนาดคุณลักษณะ (Feature Scaling)	34
3.2.3	การแยกข้อมูล (Data Splitting)	35
3.2.4	การสร้างโมเดล (Model Creation)	35
3.3	การออกแบบระบบเทเลเมติกส์	39
3.3.1	ระบบจ่ายไฟ	39
3.3.2	ระบบส่งการจากโทรศัพท์	39
3.3.3	กล่อง ECU (Electronics Control Unit)	40
3.3.4	ระบบประมวลผล	40
3.3.5	ระบบแสดงผลและเก็บข้อมูล	41
4	ผลการวิจัย	44
4.1	การประเมินประสิทธิภาพโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นด้วย Confusion metrics	42
4.1.1	Accuracy (ความถูกต้อง)	42
4.1.2	Precision (ความแม่นยำ)	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.3 Sensitivity or Recall (ความไว)	42
4.1.4 F1-Score (ค่าเฉลี่ยระหว่าง precision และ recall)	43
4.2 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ทดสอบ	44
4.3 การทดสอบคุณภาพสัญญาณ 4G/5G สำหรับ V2N	46
4.4 การทดสอบเก็บผลจากการขับรถยนต์ส่วนบุคคลจริงเพื่อจำแนกพฤติกรรมการขับชี่	49
4.4.1 การทดสอบเก็บผลจากการขับรถยนต์ส่วนบุคคลจริงแบบผสม	50
4.4.2 การทดสอบเก็บผลจากการขับรถยนต์ส่วนบุคคลจริงแบบแยก	52
4.4.3 การทดสอบเก็บผลจากการขับรถยนต์ส่วนบุคคลจริงแบบแยกสถานการณ์	57
4.5 การทดสอบเวลาการประมวลผลของระบบ	59
4.5.1 เวลาโดยรวมการประมวลผลที่กล่อง TCU	60
4.5.2 เวลาโดยรวมจากการนำส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย V2N	61
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการวิจัย	65
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก บทความวิจัยระดับนานาชาติที่ได้รับการตีพิมพ์	68
บทความวิจัยระดับนานาชาติที่ได้รับการตีพิมพ์	69
ประวัติผู้เขียน	84

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ตัวอย่างข้อมูลที่ได้รับจาก ECU
2.2	พารามิเตอร์ของข้อมูลที่ได้จาก ECU
2.3	ขาสำหรับการเชื่อมต่อ OBD II TO DB9 CABLE
2.4	สูตรการคำนวณพารามิเตอร์ต่าง ๆ จาก ECU
2.5	Confusion matrix
2.6	ตารางสรุปผลการเลือกใช้งานจากการศึกษาประสิทธิภาพการจราจรทั้งหมด
3.1	การกำหนดพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ LSTM
4.1	ตารางแสดงผลการทดสอบคุณภาพสัญญาณ 5G ด้าน End Parameters
4.2	ตารางแสดงผลการทดสอบคุณภาพสัญญาณ 5G ด้าน Radio Parameters
4.3	สรุปผลการขับขี่โดยรวมการขับขี่แยกสถานการณ์ของการขับขี่แบบปลอดภัย
4.4	สรุปผลการขับขี่โดยรวมการขับขี่แบบแยกสถานการณ์การขับขี่ไม่ปลอดภัย
4.5	ผลลัพธ์จากการประมวลผลที่กล่อง TCU
4.6	เวลาโดยรวมจากการนำส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย V2N ไปยัง dashboard

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
1.1	ปัจจัยหลักที่มีผลต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่	2
1.2	การจัดเก็บข้อมูลในหมวดหมู่แบบ Survey Benchmark และ Simulation	3
1.3	การจัดเก็บข้อมูลในหมวดหมู่แบบ Real-Time	4
1.4	แผนภาพความเชื่อมโยงของการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่โดยใช้ V2N	5
2.1	ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่	8
2.2	ปัจจัยด้านลักษณะของประชากรที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่	8
2.3	ปัจจัยด้านสภาพจิตใจผู้ขับขี่ ที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่	9
2.4	ปัจจัยด้านสภาพรถที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่	9
2.5	ปัจจัยด้านการใช้ชีวิตประจำวันขณะขับรถที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่	10
2.6	วิธีการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่/วิธีการได้มาซึ่งข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่	11
2.7	วัตถุประสงค์ของการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่	13
2.8	OBD II TO DB9 CABLE	15
2.9	CAN-BUS SHIELD	16
2.10	โครงสร้างการหาพฤติกรรมผู้ขับขี่โดยใช้เทคโนโลยี V2N	17
2.11	Vehicle Data Condition	18
2.12	ตัวอย่างการประเมินพฤติกรรมผู้ขับขี่จาก Geotab Technology	19
2.13	การจำแนกพฤติกรรมผู้ขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคล	19
2.14	Features สำหรับการจำแนกพฤติกรรมผู้ขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคล	20
2.15	แบบจำลองด้าน Machine Learning สำหรับการจำแนกพฤติกรรมผู้ขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคล	20
2.16	กรอบการทำงานของวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ขับขี่	21
2.17	ผลลัพธ์เปรียบเทียบจากการประเมินผลโมเดลด้วยการควรวมการเลือกคุณสมบัติทั้ง 6 วิธี	21
2.18	ผลลัพธ์เปรียบเทียบจากการประเมินผลโมเดลในด้าน accuracy สำหรับการระบุตัวตนของผู้ขับ	22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.19	ผลลัพธ์จากการประเมินผลโมเดลในด้าน accuracy สำหรับการตรวจสอบของผู้ขับ	22
2.20	เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง CNN และ LSTM	23
2.21	การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาพฤติกรรม การขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคลมาประยุกต์กับ Machine Learning	24
2.22	ผลการจำลองแบบประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอด้วย SVM	24
2.23	ผลการจำลองแบบประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอหลังจากสลับชุดข้อมูล	25
2.24	ขนาดของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่จะนำไปติดตั้งที่ TCU	25
2.25	ภาพรวมรูปแบบการสื่อสารในระบบขนส่งอัจฉริยะ	27
2.26	ตัวอย่างโครงสร้าง V2N	28
3.1	ระบบที่นำเสนอ	30
3.2	ขั้นตอนการคัดแยกข้อมูล	31
3.3	Visualization ข้อมูลด้วยกราฟอนุกรมเวลา	32
3.4	Visualization ข้อมูลด้วยกราฟฮีโตนแกรม	33
3.5	การคัดแยกข้อมูลและการกระจายตัวของชุดข้อมูล	34
3.6	การแบ่งชุดข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝนโมเดล การทดสอบโมเดล	35
3.7	การสร้างโมเดลและผลผลิตของโมเดลในการจำแนกพฤติกรรม การขับขี่	35
3.8	มิติของการนำเข้าข้อมูล	37
3.9	มิติของการนำเข้าข้อมูล	37
3.10	ลักษณะกราฟของ sigmoid function ที่ผ่านการคำนวณ	38
3.11	โครงสร้างพื้นฐานระบบเทเลเมติกส์	39
3.12	Chevrolet Cruze 1.6 Model 2011	40
3.13	โครงสร้างของระบบ software	41
3.14	รูปแบบการแจ้งเตือนด้วย In-vehicle Display System	41
4.1	ผลการจำลองแบบ	43
4.2	ภาพจำลองสัดส่วนการจัดวางชุดอุปกรณ์ที่นำเสนอ	45
4.3	ภาพจำลองขนาดชุดอุปกรณ์ที่นำเสนอ	45
4.4	ภาพจำลองชุดอุปกรณ์ที่นำเสนอชุดสมบูรณ์	46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	ภาพชุดอุปกรณ์ที่นำเสนอ	46
4.6	แผนภาพการทดสอบคุณภาพสัญญาณ 5G	47
4.7	พื้นที่การทดสอบคุณภาพสัญญาณ 4G และ 5G	47
4.8	ผลการทดสอบคุณภาพสัญญาณ 5G ด้าน End Parameters	48
4.9	ผลการทดสอบคุณภาพสัญญาณ 5G ด้าน Radios Parameters	49
4.10	Chevrolet Cruze 1.6 Model 2011	50
4.11	IMU Features	51
4.12	IMU Driver State	51
4.13	ECU Features	51
4.14	ECU Driver State	51
4.15	Driver behavior Realtime dashboard	52
4.16	การขับขี่แบบปลอดภัยโดยนักศึกษาปริญญาตรี	52
4.17	การขับขี่แบบไม่ปลอดภัยโดยอาจารย์ที่ปรึกษา	53
4.18	ผลการทดสอบการขับขี่แบบแยกสถานการณ์	54
4.19	ผลการทดสอบการขับขี่แบบแยกสถานการณ์	55
4.20	ผลการทดสอบการขับขี่แบบแยกสถานการณ์	56
4.21	แสดงผลการแจ้งเตือนจากสถานการณ์การขับขี่แบบปลอดภัย	58
4.22	แสดงผลการแจ้งเตือนจากสถานการณ์การขับขี่แบบปลอดภัย	59
4.23	การนำระบบและกล่อง TCU ไปใช้งานจริง	59