

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	

1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 คำถามงานวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์.....	5
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1.1 คนเดินเท้า.....	7
2.1.2 ทางข้ามถนน.....	7
2.1.3 ทางข้ามถนนอัจฉริยะ (Smart Crosswalk).....	8
2.1.4 ข้อมูลไม่สมดุล (Imbalanced Data).....	9
2.1.5 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร.....	13
2.1.6 การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis).....	14
2.1.7 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree).....	16
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3	วิธีการดำเนินงาน	29
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	29
3.2	การกำหนดขอบเขตและพื้นที่ที่ทำการศึกษา	31
3.3	การเก็บรวบรวมข้อมูล	34
3.3.1	ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางข้ามอัจฉริยะ	34
3.3.2	ข้อมูลอุบัติเหตุจากระบบทางข้ามอัจฉริยะ	35
3.4	การวิเคราะห์ข้อมูล	37
3.4.1	สถิติเชิงพรรณนา	37
3.4.2	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ	37
3.4.3	วิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล	37
3.4.4	ดำเนินการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล (Imbalanced Data)	37
3.4.5	วิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่มีการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล	38
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	39
4.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา	39
4.2	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ	44
4.3	วิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล	46
4.4	ดำเนินการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล (Imbalanced Data)	51
4.5	วิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่มีการปรับแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล	54
4.5.1	แบบจำลองวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary logistic regression)	54
4.5.2	แบบจำลองวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)	61
5	สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	68
	รายการอ้างอิง	71
	ภาคผนวก	75
	ภาคผนวก ก งานประชุมวิชาการ	76
	ภาคผนวก ข บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา	78
	ประวัติผู้เขียน	89

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 เมตริกซ์วัดประสิทธิภาพ (Confusion Matrix)	11
2-2 ประสิทธิภาพของตัวแบบจากพื้นที่ใต้โค้ง ROC	13
2-3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
2-3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ).....	23
2-3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ).....	24
2-3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ).....	25
2-3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ).....	26
2-3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ).....	27
2-3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ).....	28
3-1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางข้ามถนนอัจฉริยะ	35
3-2 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล Traffic data.....	35
3-3 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล Transaction data.....	36
3-3 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล Transaction data (ต่อ)	37
4-1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทางข้ามถนนอัจฉริยะ	40
4-1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทางข้ามถนนอัจฉริยะ (ต่อ).....	41
4-1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทางข้ามถนนอัจฉริยะ (ต่อ).....	42
4-2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	45
4-3 คำอธิบายตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในการศึกษาครั้งนี้	46
4-3 คำอธิบายตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในการศึกษาครั้งนี้ (ต่อ).....	47
4-4 ผลลัพธ์วิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล	48
4-5 ผลลัพธ์การพยากรณ์ตัวแปรตามของแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ ไม่สมดุลวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ	48
4-6 ผลลัพธ์การพยากรณ์ตัวแปรตามของแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ ไม่สมดุลวิธีต้นไม้ตัดสินใจ	51
4-7 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานรายละเอียดของคลาสที่มีการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุลในแต่ละ หลักการ	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-8 ผลลัพธ์ประสิทธิภาพการพยากรณ์ตัวแปรตามของแบบจำลองด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ จากชุดข้อมูลดั้งเดิมและชุดข้อมูลที่มีการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล	55
4-9 การตรวจสอบความเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของค่า AUC จากวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ ด้วย Levene's test (center = mean)	56
4-10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย AUC ระหว่างกลุ่ม จากวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ ด้วย Welch's ANOVA.....	57
4-11 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย AUC จากวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิรายคู่ด้วยวิธีทดสอบแบบ Dunnett T3.....	57
4-12 ผลลัพธ์วิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ โดยการใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ Downsampling.....	58
4-13 ประสิทธิภาพของแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล และแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการ Downsampling วิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ ด้วยชุดข้อมูลทดสอบ	60
4-14 ผลลัพธ์ประสิทธิภาพการพยากรณ์ตัวแปรตามของแบบจำลองด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ จากชุดข้อมูลดั้งเดิมและชุดข้อมูลที่มีการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล	62
4-15 การตรวจสอบความเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของค่า AUC จากวิธีต้นไม้ตัดสินใจ ด้วย Levene's test (center = mean)	63
4-16 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย AUC ระหว่างกลุ่ม จากวิธีต้นไม้ตัดสินใจด้วย Welch's ANOVA.....	64
4-17 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย AUC จากวิธีต้นไม้ตัดสินใจรายคู่ ด้วยวิธีทดสอบแบบ Dunnett T3.....	64
4-18 ประสิทธิภาพของแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล และแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการ Downsampling วิธีต้นไม้ตัดสินใจ ด้วยชุดข้อมูลทดสอบ	67

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2-1	ตรรกะของการควบคุมสัญญาณไฟทางข้าม (Signal Control Logic)..... 9
2-2	แสดงเส้นโค้ง ROC curve..... 13
2-3	โครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ..... 16
3-1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 30
3-2	ตำแหน่งทางข้ามสัญญาณไฟอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 18+110..... 31
3-3	ตำแหน่งทางข้ามสัญญาณไฟอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 306 กม. 4+970..... 32
3-4	ตำแหน่งทางข้ามสัญญาณไฟอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3316 กม. 2+225..... 32
3-5	ตำแหน่งทางข้ามสัญญาณไฟอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3215 กม. 11+020..... 33
3-6	ตำแหน่งทางข้ามสัญญาณไฟอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 2+220..... 33
3-7	ตำแหน่งทางข้ามสัญญาณไฟอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 314 กม. 8+410..... 34
4-1	กราฟแสดงความถี่สะสมข้อมูลทางข้ามอัจฉริยะ..... 43
4-2	ผลลัพธ์ของวิธีต้นไม้ตัดสินใจจากชุดข้อมูลการฝึกเริ่มต้นโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล ..50
4-3	ความน่าจะเป็นที่คาดการณ์ว่าคนเดินข้ามจะฝ่าฝืนไฟสัญญาณ..... 60
4-4	ผลลัพธ์แบบจำลองวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ Downsampling 65