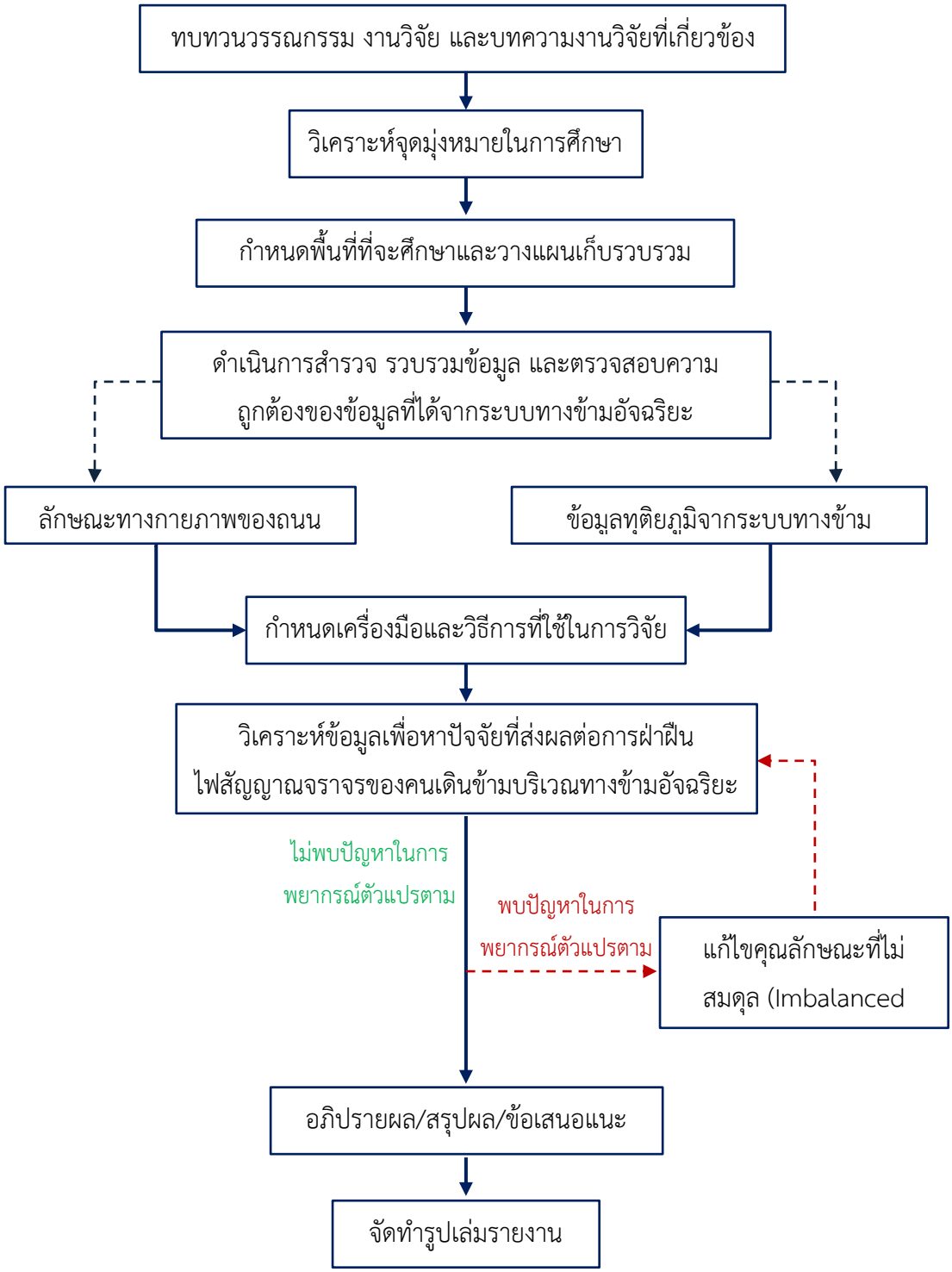
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้ามที่ทางข้ามถนนอัจฉริยะ (Smart Crosswalk) ในประเทศไทย เพื่อให้สามารถนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่คาดหวังไว้ การศึกษานี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงดังรูปที่ 3-1 โดยในขั้นตอนแรกผู้วิจัยทำการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้า ทางข้ามถนน ทางข้ามถนนอัจฉริยะ (Smart Crosswalk) และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สร้างแบบจำลอง รวมถึงการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้าม ขั้นตอนต่อมาทำการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายในการศึกษา และหลังจากนั้นกำหนดพื้นที่ที่จะศึกษาและวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนต่อมาคือดำเนินการสำรวจ รวบรวมข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะ เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่สามารถนำไปดำเนินการวิเคราะห์ได้ หลังจากได้ทราบถึงลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้าม บริเวณทางข้ามถนนอัจฉริยะ แล้วจึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากได้ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ทำการอภิปรายผล/สรุปผล/ข้อเสนอแนะ และจัดทำรูปเล่มรายงานให้สมบูรณ์



รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2 การกำหนดขอบเขตและพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ทางข้ามถนนอัจฉริยะ (Smart Crosswalk) ของกรมทางหลวง ที่จะดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ คือทางข้ามถนนอัจฉริยะทั้งหมด 6 แห่ง จากทั้งสิ้น 11 แห่งในปัจจุบัน ทั้งนี้สาเหตุที่ผู้วิจัยไม่นำทางข้ามอื่นๆอีก 5 แห่ง มาดำเนินการวิเคราะห์ร่วมด้วย เนื่องจากทางข้าม 2 แห่ง พบว่าระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะเกิดการชำรุดเป็นระยะเวลานาน และทางข้ามอีก 3 แห่ง เป็นทางข้ามที่ได้ทำการก่อสร้างหรือปรับปรุงทางข้ามถนนให้เป็นทางข้ามถนนอัจฉริยะในช่วงปลายปี พ.ศ. 2566 ซึ่งในขณะที่ทำงานวิจัยฉบับนี้ข้อมูลที่ได้รับมานั้นไม่เพียงพอสำหรับการนำมาวิเคราะห์ สำหรับทางข้ามถนนอัจฉริยะจำนวน 6 แห่งที่จะดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1) ทางข้ามถนนเอกชัย 102/3 ทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 18+110 จังหวัดกรุงเทพมหานคร_เป็นทางข้ามบนถนน 6 ช่องจราจร แบบมีเกาะกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 3-2

รูปที่ 3-2 ตำแหน่งทางข้ามถนนอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 18+110
(ที่มา : โครงการศึกษาจัดทำแผนพัฒนาศูนย์บริหารจราจรกลาง (HTOC) กรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2567- พ.ศ. 2570 1 โครงการ, 2566)

2) ทางข้ามถนนประชาราษฎร์ ซอย 10 ทางหลวงหมายเลข 306 กม. 4+970 จังหวัดนนทบุรี เป็นทางข้ามบนถนน 4 ช่องจราจร แบบไม่มีเกาะกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 3-3

รูปที่ 3-3 ตำแหน่งทางข้ามถนนอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 306 กม. 4+970
(ที่มา : โครงการศึกษาจัดทำแผนพัฒนาศูนย์บริหารจราจรกลาง (HTOC) กรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2567- พ.ศ. 2570 1 โครงการ, 2566)

3) ทางข้ามวัดไร่ขิง ทางหลวงหมายเลข 3316 กม. 2+225 จังหวัดนครปฐม เป็นทางข้ามบนถนน 4 ช่องจราจร แบบไม่มีเกาะกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 3-4

รูปที่ 3-4 ตำแหน่งทางข้ามถนนอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3316 กม. 2+225
(ที่มา : โครงการศึกษาจัดทำแผนพัฒนาศูนย์บริหารจราจรกลาง (HTOC) กรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2567- พ.ศ. 2570 1 โครงการ, 2566)

4) ทางข้ามหมู่บ้าน ช.รุ่งเรือง 6 ทางหลวงหมายเลข 3215 กม. 11+020 จังหวัดนนทบุรี เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร แบบมีเกาะกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 3-5

รูปที่ 3-5 ตำแหน่งทางข้ามถนนอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3215 กม. 11+020
(ที่มา : โครงการศึกษาจัดทำแผนพัฒนาศูนย์บริหารจราจรกลาง (HTOC) กรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2567- พ.ศ. 2570 1 โครงการ, 2566)

5) ทางข้ามหน้า รพ.เอกชัย ทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 2+220 จังหวัดสมุทรสาคร เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร แบบมีเกาะกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 3-6

รูปที่ 3-6 ตำแหน่งทางข้ามถนนอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 2+220
(ที่มา : โครงการศึกษาจัดทำแผนพัฒนาศูนย์บริหารจราจรกลาง (HTOC) กรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2567- พ.ศ. 2570 1 โครงการ, 2566)

6) ทางข้ามเอื้ออาทรแสนภูดาษ ทางหลวงหมายเลข 314 กม. 8+410 จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร แบบมีเกาะกลาง แสดงได้ดังรูปที่ 3-7

รูปที่ 3-7 ตำแหน่งทางข้ามถนนอัจฉริยะบนทางหลวงหมายเลข 314 กม. 8+410
(ที่มา : โครงการศึกษาจัดทำแผนพัฒนาศูนย์บริหารจราจรกลาง (HTOC) กรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2567- พ.ศ. 2570 1 โครงการ, 2566)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของถนน และข้อมูลทุติยภูมิจากระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับจราจรบริเวณทางข้าม ข้อมูลเกี่ยวกับคนเดินข้าม รวมไปถึงข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับระบบไฟสัญญาณบริเวณทางข้าม ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลจากระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565

3.3.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางข้ามถนนอัจฉริยะ

การสำรวจลักษณะทางกายภาพของทางข้ามถนนอัจฉริยะ ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลจากการลงพื้นที่สำรวจที่ทางข้ามถนน และจากแบบแปลนก่อสร้างเพื่อปรับปรุงทางข้ามให้เป็นทางข้ามอัจฉริยะ โดยข้อมูลกายภาพของทางข้าม แสดงดังตารางที่ 3-1 ครอบคลุม 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1) ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ การมีหรือไม่มีเกาะกลางถนน ความกว้างของเกาะกลาง และจำนวนช่องจราจร/ทิศทาง

2) ลักษณะทางกายภาพของทางข้าม ได้แก่ ความยาวและความกว้างของทางข้าม

3) อุปกรณ์ความปลอดภัยที่ทางข้าม ได้แก่ การมีหรือไม่มีและความกว้างของเส้นทแยงห้ามหยุดรถก่อนถึงทางข้าม

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของทางม้าลายอัจฉริยะ

ตำแหน่งทางข้าม	เกาะกลางถนน	ความกว้างเกาะกลางถนน (เมตร)	จำนวนช่องจราจร/ทิศทาง	ความยาวทางข้าม (เมตร)	ความกว้างทางข้าม (เมตร)	เส้นทแยงห้ามหยุดรถ	ความกว้างเส้นทแยงห้ามหยุดรถ (เมตร)
1) ทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 18+110	มี	1.3	3	23.2	8	ไม่มี	0
2) ทางหลวงหมายเลข 306 กม. 4+970	มี	0.8	2	14.8	8	ไม่มี	0
3) ทางหลวงหมายเลข 3316 กม. 2+225	ไม่มี	0	2	13.8	8	มี	7
4) ทางหลวงหมายเลข 3215 กม. 11+020	มี	4.3	3	23	8	มี	7
5) ทางหลวงหมายเลข 3242 กม. 2+220	มี	10	3	30	8	มี	12
6) ทางหลวงหมายเลข 314 กม. 8+410	มี	5	3	35	16	มี	17.7

3.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิจากระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะ

ผู้วิจัยได้รับข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะ (Smart Crosswalk) ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลส่วนกลางในการแสดงข้อมูลการทำงานของระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะ ได้แก่ Traffic data, Speed data, Pedestrian data, and Transaction data จากข้อจำกัดบางประการของฐานข้อมูลที่ได้รับจากระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล Traffic data และ Transaction data เป็นหลัก

1) Traffic data เป็นฐานข้อมูลที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณจราจรที่สัญจรผ่านทางข้าม และความเร็วของยานพาหนะบริเวณทางข้าม รายละเอียดข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล Traffic data

Traffic data	คำอธิบาย
ความเร็วของยานพาหนะ	คำนวณความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทุก ๆ 5 นาที ที่ตรงกับรอบไฟสัญญาณ (หน่วย: กิโลเมตร/ชั่วโมง)
ปริมาณจราจรที่สัญจรผ่านทางข้าม	คำนวณปริมาณจราจรที่ขับขี่ผ่านบริเวณทางข้ามโดยไม่แยกประเภทของยานพาหนะทุก ๆ 5 นาที ที่ตรงกับรอบไฟสัญญาณ (หน่วย: คัน/ชั่วโมง/ช่องจราจร)

2) Transaction data ให้ข้อมูลโดยละเอียดเกี่ยวกับไฟสัญญาณคนเดินข้าม ซึ่งได้แก่ ระยะเวลาที่คนเดินข้ามรอไฟสัญญาณข้ามถนน ระยะเวลาไฟสัญญาณสีเขียวรูปคนเดินข้าม (Walk Interval) ระยะเวลาการแสดงสัญญาณไฟรูปมือแบบกระพริบ (Flashing Don't Walk: FDW) ระยะเวลาการขยายไฟสัญญาณสีเขียวรูปคนเดินข้ามแบบกระพริบ จำนวนคนเดินข้ามทั้งหมด และจำนวนคนเดินข้ามที่ฝ่าฝืนไฟสัญญาณในแต่ละรอบไฟสัญญาณ รายละเอียดข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3-3 อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้รับจากระบบทางข้ามถนนอัจฉริยะยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะส่วนบุคคลของคนเดินเท้า เช่น เพศ อายุ และอาชีพ ดังนั้นการศึกษานี้จึงไม่สามารถพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะส่วนบุคคลของคนเดินเท้าได้

และเนื่องจากลักษณะของข้อมูลการฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้ามที่ถูกบันทึกในระบบ คือ จำนวนคนเดินข้ามทั้งหมดที่ฝ่าฝืนไฟสัญญาณในแต่ละรอบไฟสัญญาณ ดังนั้นตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นแบบ Dichotomous คือ 0 และ 1 ซึ่งเป็นการระบุเหตุการณ์การฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้ามที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบไฟสัญญาณ โดยที่ 0 คือ ไม่พบคนเดินข้ามฝ่าฝืนไฟสัญญาณ (Not Violated) และ 1 คือ พบคนเดินข้ามอย่างน้อยหนึ่งคนฝ่าฝืนไฟสัญญาณ (Violated)

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล Transaction data

Transaction data	**คำอธิบาย**
ระยะเวลารอคอย	คำนวณจากช่วงที่คนเดินข้ามกดปุ่มขอไฟสัญญาณคนเดินข้ามจนกระทั่งได้รับสัญญาณให้ข้าม (หน่วย: วินาที)
ระยะเวลาไฟสัญญาณสีเขียวรูปคนเดินข้าม (Walk Interval)	ระยะเวลาที่คำนวณจาก เวลาที่คนได้ไฟสัญญาณสีเขียวรูปคนเดินข้าม จนถึง ไฟสัญญาณรูปมือแบบกระพริบ (หน่วย: วินาที)
ระยะเวลาการแสดงไฟสัญญาณรูปมือแบบกระพริบ (Flashing Don't Walk: FDW)	เวลาที่คนเริ่มได้ไฟสัญญาณรูปมือแบบกระพริบ จนถึงระยะเวลาการขยายไฟสัญญาณรูปมือแบบกระพริบ (หน่วย: วินาที)
ระยะเวลาการขยายไฟสัญญาณรูปมือแบบกระพริบ	เวลาที่กล้องตรวจจับพบว่ามีคนข้ามอยู่ในพื้นที่ทางข้าม และระบบจะเพิ่มระยะเวลาไฟสัญญาณรูปมือแบบกระพริบทุก ๆ 1 วินาที จนกระทั่งไม่มีคนเดินข้ามอยู่ในพื้นที่ทางข้าม หรือระยะเวลาสัญญาณไฟคนข้ามเกินระยะเวลาที่ใช้ในการข้ามถนนสูงสุด (หน่วย: วินาที)
จำนวนคนเดินข้ามทั้งหมด	จำนวนของคนเดินข้ามที่ข้ามถนนตั้งแต่กดปุ่ม จนถึงจบรอบไฟสัญญาณ (หน่วย: คน/รอบสัญญาณไฟ)

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล Transaction data (ต่อ)

Transaction data	คำอธิบาย
จำนวนคนเดินข้ามที่ฝ่าฝืนไฟสัญญาณ	จำนวนของคนเดินข้ามที่ข้ามถนนตั้งแต่กดปุ่ม จนถึงไฟสัญญาณสีแดงครั้งแรกของยานพาหนะ (หน่วย: คน/รอบสัญญาณไฟ)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 สถิติเชิงพรรณนา

การศึกษาครั้งนี้เริ่มต้นการวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เพื่อดูพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้ขับขี่ยานพาหนะและคนเดินข้ามที่บริเวณทางข้ามถนนอัจฉริยะ รวมถึงการทำงานของระบบไฟสัญญาณทางข้ามอัจฉริยะ ซึ่งประกอบไปด้วย การหาค่าความถี่ (Frequency), ค่าร้อยละ (Percentage), ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), ค่าต่ำสุด (Min), ค่าสูงสุด (Max), ค่ามัธยฐาน (Median), และตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile rank) เป็นต้น

3.4.2 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

โดยจะทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ เพื่อป้องกันการมีความสัมพันธ์กันเองสูงระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) ซึ่งอาจส่งผลทำให้การพยากรณ์คลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงต้องทำการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าตัวแปรอิสระนั้น ๆ สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์สร้างแบบจำลองได้

3.4.3 วิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล

ทำการวิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล โดยใช้วิธีการถดถอยโลจิสติคแบบทวิ (Binary logistic regression) และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยลักษณะทางกายภาพของถนน และปัจจัยข้อมูลทุติยภูมิจากระบบทางข้ามอัจฉริยะ ใดบ้างที่ส่งผลต่อการฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้ามและส่งผลอย่างไร รวมถึงดำเนินการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองในการพยากรณ์การฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้าม

3.4.4 ดำเนินการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล (Imbalanced Data)

หลังจากวิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลดั้งเดิมโดยไม่แก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุลแล้ว หากพบว่าแบบจำลองที่ได้มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการพยากรณ์การฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้าม ผู้วิจัยจะทำการดำเนินการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล (Imbalanced Data) โดยเทคนิคการสุ่มเลือกข้อมูล (Data Sampling Technique) 4 วิธี ได้แก่ Upsampling, Downsampling, Random OverSampling Examples (ROSE), and Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) เพื่อปรับจำนวนรอบไฟสัญญาณที่มีการฝ่าฝืนไฟสัญญาณ

ของคนเดินข้ามให้ใกล้เคียงกับจำนวนรอบไฟสัญญาณที่ไม่มีการฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้าม เพื่อแก้ไขและปรับปรุงความแม่นยำในการพยากรณ์การฝ่าฝืนไฟสัญญาณจราจรของคนเดินข้าม

3.4.5 วิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่มีการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล

หลังจากใช้เทคนิคการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุลจากทั้ง 4 วิธีในข้างต้นแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์สร้างแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่มีการแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุล โดยใช้วิธีการถดถอยโลจิสติคแบบทวิ (Binary logistic regression) และวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยลักษณะทางกายภาพของถนน และปัจจัยข้อมูลทุติยภูมิจากระบบทางข้ามอัจฉริยะใดบ้าง ที่ส่งผลต่อการฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้ามและส่งผลอย่างไร จากนั้นคัดเลือกแบบจำลองจากชุดข้อมูลที่มีการปรับแก้ไขคุณลักษณะที่ไม่สมดุลจากทั้ง 4 วิธี ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการพยากรณ์การฝ่าฝืนไฟสัญญาณของคนเดินข้าม เพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์งานวิจัยและคำถามงานวิจัยในการศึกษานี้