การประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุ ด้วยการสำรวจภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน

The risk assessment of traffic accidents from physical roads using Close-range photogrammetry from UAV and Terrestrial imagery

อาทิตยา จุ้ยคลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งขอการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์
พฤศจิกายน 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง "การประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุด้วยการสำรวจ ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน" (The risk assessment of physical roads from traffic accident using Close range photogrammetry form UAV and terrestrial imagery) นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิดบุรี)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

.....

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี “การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุด้วยการสำรวจภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน” สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ในการให้ข้อมูล คำปรึกษา แนะนำ ที่มีประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ผศ.ดร.นัฐพล มหาวิค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำพร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิดบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำพร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ บุญพล มีไชโย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวะกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา และคำแนะนำความรู้อันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ผศ.ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์ และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร สำหรับการใช้งานโปรแกรม ContextCapture ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็วลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติม จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและเป็นผู้สนับสนุนในทุก ๆ ด้าน เสมอมาและขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยแนะนำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อาทิตยา จุ้ยคลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง การประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุด้วยการสำรวจภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน

ผู้วิจัย นางสาวอาทิตยา จุ้ยคลัง

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.นัฐพล มหาวิค

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาภูมิศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2564

คำสำคัญ อุบัติเหตุทางถนน, ความปลอดภัยทางถนน, การสำรวจด้วยภาพถ่ายภาคพื้นดิน, อากาศยานไร้คนขับ

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุทางถนนเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่นำมาซึ่งความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบความปลอดภัยซึ่งเป็นหนึ่งในหัวใจสำคัญของการช่วยป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพของถนนจึงเป็นงานที่มีความสำคัญต่อการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับงานวิจัยนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนน ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ เพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบในภาคสนาม โดยจะทำการสำรวจเก็บข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับด้วย DJI Phantom 4 Pro และเก็บข้อมูลจากภาพภาคพื้นดินด้วยโทรศัพท์มือถือ iPhone6 Plus จากนั้นจะทำการประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติและนำผลลัพธ์ที่ได้มาประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยสายตาโดยใช้โปรแกรม Bentley Context Capture ผลจากการวิจัยพบว่าจากการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิตินั้นพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและค่า RMSE ทางดิ่ง มีค่ามากกว่าค่า RMSE ทางราบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศในส่วนของการประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิตินั้นพบว่า ตามรายการการตรวจสอบ 9 ประเด็น มีบางรายการไม่สามารถประเมินได้ เช่น ไฟฟ้าส่องสว่าง เนื่องจากอากาศยานไร้คนขับไม่สามารถถ่ายภาพในเวลากลางคืนได้ ดังนั้นการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับจึงสามารถถูกนำไปใช้กับการตรวจสอบความปลอดภัยเบื้องต้นของถนนทางกายภาพได้ ทั้งนี้เพื่อที่จะเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title	The Application of Photogrammetric Technique from UAV and Terrestrial Imageryfor Assessing Road Safety
Author	Athittaya Chuyklang
Advisor	Nattapon Mahavik
Academic Paper	Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2021
Keywords	Road accident, Road safety, Photogrammetry, Unmanned aerial vehicle (UAV)

Abstract

Traffic accidents are a serious cause that poses several major threats to human life and economic losses. In particular, road safety is one of the crucial keys to help prevent traffic accidents. Thus, the risk assessment of physical roads is very important for road safety audits. This research aims to apply 3D reconstruction for this risk assessment. The conditions of physical road use UAV photogrammetry to minimize the process of field data collection by road inspectors. Image acquisition for UAV photogrammetry was taken by the DJI Phantom4 Pro and the ground image uses iPhone6 Plus mobile phone. Then, the imagery from the UAV and terrestrial imagery were processed using Bentley Context Capture to generate a 3D model. The results in this research reveal that ground imagery was not processed due to not enough overlaying images with UAV images. Furthermore, at the crossroads or intersections where there are no overshadowing or obstructions of trees and buildings. Therefore, the assessments were more reliable with ultimate accuracy. In conclusion, for 3D models only some items cannot be processed such as electric lighting because the UAV aerial vehicle cannot take images at night. Therefore, UAV photogrammetry can be utilized to initially investigate physical road safety. This is to provide guidelines and fundamentals of road safety to the relevant agencies.

Keywords Traffic accident, Road safety, Photogrammetry, UAV

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright By Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

บทนำ....1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา....1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย....3
1.3 ความสำคัญของงานวิจัย....3
1.4 ขอบเขตการศึกษา....3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ....4
1.5.1การรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry)....4
1.5.2 แบบจำลองสามมิติ (3D model)....4
1.5.3 ถนนปลอดภัย....5
1.5.4 การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน....5
1.6 กรอบความคิดงานวิจัย....6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....7
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....8
2.1 สาเหตุของอุบัติเหตุจราจรทางบก....8
2.2 ปัจจัยทางกายภาพด้านถนนที่ เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจราจร....8
2.2.1 ความกว้างของผิวจราจร....8
2.2.2 ความกว้างไหล่ทาง....9
2.2.3 ระยะมองเห็นในทางโค้งแนวราบ....9
2.2.4 ระยะมองเห็นในทางโค้งแนวดิ่ง....9
2.2.5 แนวทางราบ....9
2.2.6 แนวทางดิ่ง....9
2.2.7 ช่องจราจร....9
2.2.8 อุปกรณ์กั้นข้างทาง....9
2.2.9 เครื่องหมายจราจร....9
2.2.10 ป้ายจราจรและสัญญาณไฟจราจร....10
2.3 รายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับทางแยก....10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.3.1 ทางแยก 10
2.3.2 ป้ายจราจร 10
2.3.3 เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง 10
2.3.4 สัญญาณไฟจราจร 10
2.3.5 คนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน 11
2.3.6 พื้นถนน 11
2.3.7 ไฟฟ้าส่องสว่าง 11
2.3.8 ทางเชื่อม 11
2.3.9 การจอดรถ 11
2.4 การลงพื้นที่ตรวจสอบภาคสนาม ณ จุดอันตราย 11
2.5 กิจกรรมสำหรับการลงพื้นที่การตรวจสอบภาคสนาม 12
2.5.1 การจัดทำแบบร่าง 12
2.5.2 การสำรวจลักษณะเฉพาะของบริเวณอันตราย 12
2.5.3 การถ่ายภาพ 12
2.5.4 การทดลองเดินทางผ่านบริเวณอันตราย 13
2.5.5 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ทางภาคสนาม 13
2.5.6 การสำรวจปริมาณจราจร 13
2.5.7 การวัดความเร็ว 13
2.5.8 การเขียนบรรยายรายละเอียด 14
2.5.9 การศึกษาความขัดแย้งของการจราจร 14
2.6 ประโยชน์ของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน 14
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
วิธีการดำเนินงานวิจัย 19
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม 19
3.2 ซอฟต์แวร์ในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล 20
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 22
3.4 การประมวลผลข้อมูลภาพ 23
3.5 การประเมินความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบจำลองสามมิติ 25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.5.1 การประเมินความถูกต้องทางตำแหน่ง 25
3.5.2 การประเมินความปลอดภัยงานทาง 27
3.6 การจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน 27
ผลการศึกษาวิจัย 28
4.1 การเก็บข้อมูลภาพถ่ายด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน 28
4.1.1 การเก็บข้อมูลภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน 28
4.1.2 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม Bentley ContextCapture 29
4.2 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม Bentley ContextCapture 29
4.3 ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องทางราบและทางดิ่งของแบบจำลองสามมิติ 30
4.4 ผลการสร้างข้อมูล GIS สำหรับใช้ในการประเมินความปลอดภัย 31
4.5 ผลการวิเคราะห์จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนน 31
4.6 ข้อจำกัดของอากาศยานไร้คนขับ 34
4.7 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย 35
สรุป และ อภิปรายผล 36
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 36
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 37
5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน 37
5.4 ข้อเสนอแนะ 38
บรรณานุกรม 39
ภาคผนวก 41
ภาคผนวก ก 42
ภาคผนวก ข 44
ภาคผนวก ค 52
ประวัติผู้วิจัย 54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความถูกต้องทางราบและทางดิ่งของแบบจำลองสามมิติ.....30
ตารางที่ 2 สรุปรายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก).....31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 1. 1 ภาพแสดงสถิติคดีอุบัติเหตุการจราจรทางบก ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2558 2

ภาพที่ 1. 2 ถนนสี่แยกบริเวณสพานคู่ถนนเลียบคลองชลประทานฝั่งซ้าย 3

ภาพที่ 1. 3 แผนที่ถนนสี่แยกบริเวณสะพานคู่ 4

ภาพที่ 1. 4 กรอบความคิดงานวิจัย 6

ภาพที่ 2. 1 ร่างที่สร้างด้วย POINT CLOUD และแบบจำลอง 3 มิติ 15

ภาพที่ 2. 2 แบบจำลองรอยแยกของถนนที่ทำการศึกษา และรอยแยกของถนนที่ทำการศึกษา 16

ภาพที่ 2. 3 เส้นกึ่งกลางถนนที่ได้รับจากจุด GPS ของแท็กซี่ 16

ภาพที่ 2. 4 สวนหย่อมธรรมนูญวิถี 18

ภาพที่ 2. 5 ผลลัพธ์การประมวลที่ความสูงบิน 50 เมตร และ 70 เมตร ตามลำดับ 18

ภาพที่ 3. 1 อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI PHANTOM 4 19

ภาพที่ 3. 2 IPHONE 19

ภาพที่ 3. 3 เครื่องรับสัญญานดาวเทียมความละเอียดสูง (GPS, GNSS) 20

ภาพที่ 3. 4 MARKER 20

ภาพที่ 3. 5 APPLICATION DJI GO 4 20

ภาพที่ 3. 6 APPLICATION PIX4D CAPTURE 21

ภาพที่ 3. 7 BENTLEY CONTEXTCAPTURE 21

ภาพที่ 3. 8 CLOUD COMPARE 21

ภาพที่ 3. 9 QGIS 22

ภาพที่ 3. 10 ภาพที่ 3.11 รูปแสดงการวางแผนการบินจากแอปพลิเคชั่น PIX4DCAPTURE 22

ภาพที่ 3. 11 ภาพที่ 3.12 รูปภาพแสดงการตั้งค่า GPS ให้กับภาพถ่ายจาก 23

ภาพที่ 3. 12 ภาพที่ 3.13 การวางจุดควบคุมภาพถ่าย (GCP) และ การเก็บตำแหน่งด้วย GNSS 23

ภาพที่ 3. 13 แสดงการนำเข้าภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน 23

ภาพที่ 3. 14 ขั้นตอนการ EXPORT TXT FILE 24

ภาพที่ 3. 15 ขั้นตอนการวางจุด GCP 24

ภาพที่ 3. 16 ขั้นตอนการ IMPORT TXT FILE ใส่ในภาพถ่ายภาคพื้นดิน 24

ภาพที่ 3. 17 การประมวลผลภาพถ่ายภาคพื้นดินที่ใช้จุด GCP และ TIE POINTS 24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 3. 18 การผสานภาพจากอากาศยานไร้คนขับกับภาพถ่ายภาคพื้นดิน 24
ภาพที่ 3. 19 ข้อมูลการสำรวจด้วยดาวเทียม (GNSS) 25
ภาพที่ 3. 20 ข้อมูลแบบจำลองระดับ 25
ภาพที่ 3. 21 ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธ 25
ภาพที่ 3. 22 การเลือกจุดตรวจสอบจาก GNSS 26
ภาพที่ 3. 23 การเลือกจุดตรวจสอบจากภาพถ่ายออร์โธ 26
ภาพที่ 3. 24 การเลือกจุดตรวจสอบจากแบบจำลองระดับ 26
ภาพที่ 3. 25 ตารางการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและ ROOT MEAN SQUARE ERROR 27
ภาพที่ 4. 1 ชุดข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ 28
ภาพที่ 4. 2ชุดข้อมูลภาพถ่ายจากภาคพื้นดิน 28
ภาพที่ 4. 3แบบจำลองสามมิติ 29
ภาพที่ 4. 4 แบบจำลองระดับ DIGITAL SURFACE MODEL (DSM) 30
ภาพที่ 4. 5 ภาพถ่ายออร์โธ (ORTHOPHOTO) 30
ภาพที่ 4. 6 แผนที่แสดงข้อมูล GIS บริเวณทางแยกแสดงพื้นที่การศึกษา 31
ภาพที่ 4. 7ภาพที่ 4.8 สภาพน้ำขังบนถนน 34
ภาพที่ 4. 8 ความสว่างของแสงไฟฟ้า 34
ภาพที่ 4. 9 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย 35

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง องค์การอนามัยโลกได้จัดให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงเป็นอันดับ 9 ของโลก มีคนไทยเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนปีละประมาณ 22,491 ราย คิดเป็น 32.7 คนต่อประชากร 1 แสนคนเฉลี่ยแล้ว มีคนไทยเสียชีวิตจากอุบัติเหตุชั่วโมงละ 3 คน ซึ่งเกินค่าเฉลี่ยของโลกถึง 2 เท่า อุบัติเหตุทางถนนไม่ได้ส่งผลกระทบต่อผู้ที่ประสบภัยเท่านั้นอุบัติที่เกิดขึ้นบนท้องถนนส่งผลต่อการเสียชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งความเสียหายเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาหนี้สิน ปัญหาสุขภาพ ความเป็นอยู่ของผู้ที่ประสบอุบัติเหตุและคนในครอบครัวก็ได้รับผลกระทบนี้ด้วย นอกจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีปัญหาในเรื่องของการเงิน การเรียน การจราจรติดขัดซึ่งอาจจะเป็นเหตุทำให้เกิดอุบัติซ้ำซ้อนได้แต่ยังก่อให้เกิดความสูญเสียต่อเศรษฐกิจและสังคมไทย เกิดความสูญเสียที่คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจราว 5 แสนล้านบาทต่อปีเห็นได้ชัดว่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นประเด็นหลักของประเทศไทย ที่ผ่านมามีการป้องกันและรณรงค์ลดอุบัติเหตุบนท้องถนนมาโดยตลอด

จากกราฟลายเส้นจะเห็นว่าสำนักงานตำรวจแห่งชาติได้เก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติระหว่างปี พ.ศ. 2549-2558 ไว้อย่างเป็นหมวดหมู่โดยจะแบ่งสาเหตุของการเกิดออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. สาเหตุจากบุคคล

การเกิดอุบัติเหตุในลักษณะนี้จะเป็นความผิดพลาดของผู้ขับขี่เอง ทำให้ตนเองและผู้ที่ใช้ถนนร่วมทางอาจจะเกิดอุบัติเหตุไปด้วยโดยอาจจะเกิดจากการดื่มสุรา เสพสารออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ไม่แสดงสัญญาณไฟ การใช้โทรศัพท์มือถือ ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย ไม่สวมหมวกกันน็อค ขับรถผิดช่องทาง ขับรถหลับใน ขับเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ขับรถไม่ชำนาญทาง บรรทุกเกิดอัตรา หยุดรถกะทันหัน ขับรถตัดหน้ารถคันอื่นกระชั้นชิด เจ็บป่วยกะทันหันและอื่น ๆ

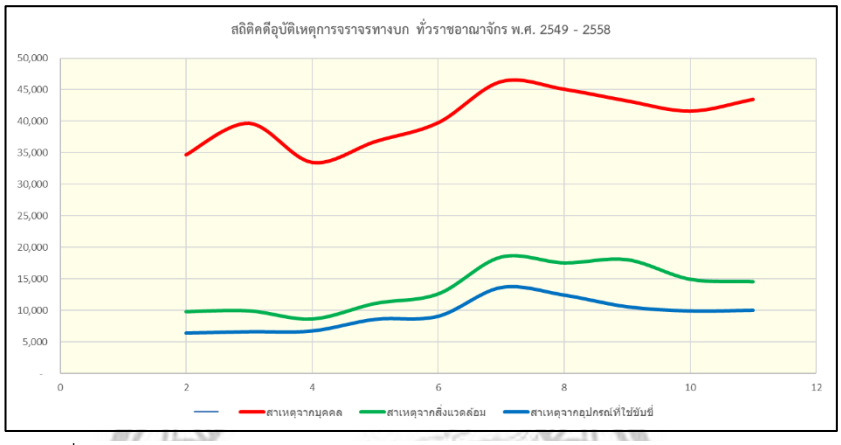
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2. สาเหตุจากสิ่งแวดล้อม

การเกิดอุบัติเหตุจากสิ่งแวดล้อมหรือในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในการขับขี่โดยอาจจะเกิดจากถนนลื่น ถนนชำรุด มีฝนตก หมอก ควันฝุ่นมาก หรือการที่มีแสงส่องเข้าตา มีสิ่งของกีดขวางการจราจร ไม่มีป้ายเตือนสัญญาณจราจร ระบบไฟฟ้าขัดข้อง อากาศมืดครึ้มและอื่น ๆ

3. สาเหตุจากยานพาหนะที่ใช้ขับขี่

การเกิดอุบัติเหตุจากอุปกรณ์ที่ใช้ขับขี่เป็นความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้คนไม่ตรวจเช็คสภาพรถอย่างสม่ำเสมอโดยอาจจะเกิดจากระบบห้ามล้อขัดข้อง ไฟเลี้ยวขัดข้อง เครื่องยนต์เสีย อุปกรณ์นิรภัยชำรุด กระจะส่องหลังชำรุด ยางเสื่อมสภาพ ดัดแปลงสภาพผิดกฎหมายและอื่น ๆ



ภาพที่ 1. 1 ภาพแสดงสถิติคดีอุบัติเหตุการจราจรทางบก ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2558

(ที่มา: สำนักงานตำรวจแห่งชาติ)

การประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพต่อการเกิดอุบัติเหตุบนถนนหรือสามารถสร้างแบบจำลองสามมิติแสดงลักษณะของถนน ความกว้างยาวของไหล่ทาง การสร้างป้ายเตือนในบริเวณที่มีลักษณะเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติรวมไปถึงการดูสภาพแวดล้อมของชุมชนการอยู่อาศัยของประชาชนในบริเวณนั้นเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นในบริเวณที่มีความเสี่ยง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุบนถนน ลดการเกิดอุบัติเหตุบนถนน

ปัจจุบันการตรวจสอบความปลอดภัยถนนของเจ้าหน้าที่ (Road safety audit) จะใช้วิธีการลงพื้นที่สำรวจแบบดั้งเดิม และอุปกรณ์ที่เจ้าหน้าที่ใช้ในการสำรวจเป็นหลัก คือ เทปวัด และ กล้องถ่ายรูปในการบันทึกภาพของการลงพื้นที่ตรวจสอบ แต่ถ้าเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่อาจจะทำให้ใช้เวลาและแรงงานเป็นจำนวนมากในการออกสำรวจภาคสนาม ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับ (UAV photogrammetry) และภาพถ่ายภาคพื้นดิน (Close range photogrammetry) โดยผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาในรูปแบบของข้อมูลแบบจำลองสามมิติของสภาพถนนและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ดังนั้นการนำแบบจำลองสามมิติดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของถนนเพื่อค้นหาปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวของกับความปลอดภัยทางถนน อันจะช่วยให้การแก้ไขปัญหาความปลอดภัยทางถนนที่เป็นจุดเสี่ยงต่อกา รเกิดอุบัติเหตุได้อย่างง่ายมากขึ้นและอีกทั้งยังประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจตรวจสอบด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ดังนั้นการศึกษาในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้การรังวัดด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน สำหรับการประเมินความปลอดภัยทางถนน โดยมีพื้นที่การศึกษาจากบริเวณที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุทางถนน คือ บริเวณทางแยกสะพานคู่ ถนนเลียบคลองชลประทานใกล้มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ในการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนด้วยเทคนิคการสำรวจด้วยภาพถ่าย โดยใช้กล้องจาก UAV สำหรับการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศ และใช้กล้องจากโทรศัพท์มือถือสำหรับการบันทึกภาพถ่ายภาคพื้นดิน เพื่อนำไปใช้ในกาสร้างแบบจำลองสามมิติของสภาพถนนและบริเวณโดยรอบ ซึ่งจะมีการประเมินความเสี่ยงภัยจากลักษณะกายภาพและองค์ประกอบโดยรอบ แล้วนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการวางแผนปรับปรุงวิถีการจราจรของบริเวณดังกล่าวให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อประยุกต์ใช้การรังวัดด้วยการสำรวจภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน สำหรับการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นของลักษณะกายภาพต่อการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

1.3 ความสำคัญของงานวิจัย

การวิเคราะห์และตรวจสอบแบบจำลองสามมิติบริเวณสี่แยกสะพานคู่ถนนเลียบคลองชลประทานฝั่งซ้ายด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน สำหรับการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นของลักษณะทางกายภาพของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

1.4 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนน บริเวณสี่แยกสพานคู่ถนนเลียบคลองชลประทานฝั่งซ้าย ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ภาพที่ 1. 2 ถนนสี่แยกบริเวณสพานคู่ถนนเลียบคลองชลประทานฝั่งซ้าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 1. 3 แผนที่ถนนสี่แยกบริเวณสะพานคู่

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1การรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry)

คือ ศาสตร์และเทคโนโลยีหนึ่งสำหรับการสำรวจรังวัด เพื่อทำแผนที่และผลิตเป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศ การรังวัดด้วยภาพจะใช้ภาพเป็นสื่อกลางในการรังวัด ภาพ ที่ใช้เป็นสื่อกลางในการบันทึกสิ่งปกคลุมและสิ่งที่ปรากฏทางกายภาพบนพื้นผิวภูมิประเทศ สิ่งที่ปกคลุม และปรากฏบนภูมิประเทศเป็นไปตามลักษณะของการ ใช้ที่ดิน อาณาบริเวณ อาคารสถานที่หรือวัตถุที่ สนใจ ภาพของสิ่งเหล่านั้นจะไปปรากฏในลักษณะจำลองแบบ 4 ตาม หลักการฉายของแสงด้วยวิธีทางกลไก เชิงทัศน์ หรือเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถจำลองสถานการณ์ เหมือนขณะที่บันทึกภาพได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© By Naresuan University
All rights reserved

1.5.2 แบบจำลองสามมิติ (3D model)

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, (2555) ได้กล่าวว่าการสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D-model reconstruction) เป็นการสร้างรูปทรงหรือรูปร่างแบบสามมิติ โดยการกำหนดจุดต่าง ๆ และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปทรงสามมิติอาจทำได้โดยอัตโนมัติด้วย โปรแกรม ในกรณีที่รูปทรงเป็นแบบสมมาตร หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงที่ประกอบขึ้นจากรูปทรง เรขาคณิตมาประกอบกัน หากเป็นรูปทรงที่ไม่สมมาตร หรือมีรายละเอียดมาก ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดต่าง ๆ และลากเส้นต่อจุด

เองด้วยผู้วาดภาพที่เชี่ยวชาญ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับใบหน้าและศีรษะ มนุษย์ จำเป็นต้องกำหนดจุดเป็นจำนวนมากในหลักหมื่น เมื่อลากเส้นตรงต่อจุดเชื่อมโยงเป็นรูปใบหน้าและ ศีรษะในสามมิติ รูปทรงที่ได้เสมือนเกิดจากรูปสามเหลี่ยม หรือรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) มาเรียงต่อ ๆ กันเป็นแบบเส้นโครง (wire-frame) สำหรับรูปใบหน้า และศีรษะมนุษย์ อาจมีจำนวนรูปหลาย เหลี่ยมในหลักพัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของการสร้างแบบจำลอง ในปัจจุบัน การสร้างแบบจำลองสาม มิติอาจทำได้จากการใช้เครื่องกราดสามมิติ เพื่อกราดรูปทรงจริงสามมิติ เช่น ใบหน้ามนุษย์ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลรูปหลายเหลี่ยมที่ได้ยังคงไม่สมบูรณ์ จึงต้องใช้ผู้วาดภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับแต่งข้อมูลที่อาจไม่ ถูกต้อง ซึ่งคงต้องใช้เวลามาก

1.5.3 ถนนปลอดภัย

กาญจนา ทองทั่ว และคณะ, (2555) ได้กล่าวถึงความหมายของถนนปลอดภัยคือ สภาวะที่ผู้คนใน สังคมผู้ใช้รถใช้ถนน (ผู้ขับขี่ ผู้โดยสาร คนเดินเท้า) ไม่ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงได้รับอันตรายจากการสัญจรหรือ จราจรทางถนน มากมายตลอดเวลา โดยมีตัวเลขสถิติการบาดเจ็บและการเสียชีวิตจากการสัญจรหรือจราจร ทางถนน ในระดับที่น้อยและควบคุมได้โดยโครงสร้าง ระบบ การบริหารจัดการต่าง ๆ แต่ก็มิใช่ว่าไม่มีอุบัติเหตุ ทางถนน ไม่มีการบาดเจ็บและการเสียชีวิตจากอุบัติอเหตุทางถนนเลย หลักการด้านความ ปลอดภัยพยายาม มุ่งเน้นให้ผู้ขับขี่ คนเดินเท้า ผู้ใช้รถใช้ถนนอื่น ๆ มีทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีมีความรับผิดชอบต่อการขับขี่รถ และผลที่จะเกิดขึ้นตามมาต่อส่วนรวม (กาญจนา ทองทั่ว และคณะ, 2555)

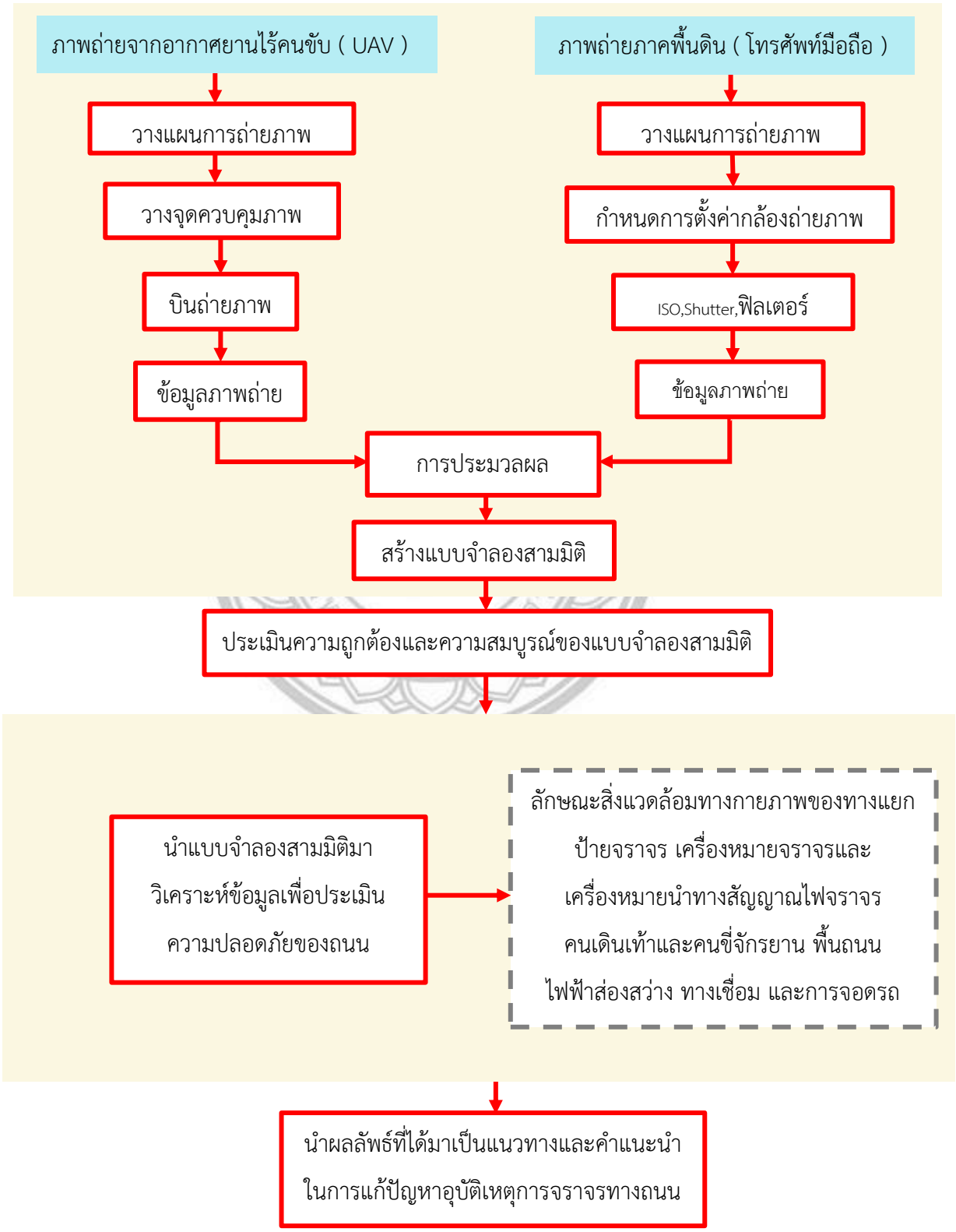
1.5.4 การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

ชัยเทพ พรสาครวิเศษ, (2558) ได้กล่าวถึงความหมายของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit) คือ การตรวจสอบโครงการด้านถนนหรือจราจรอย่างเป็นทางการ ซึ่งการตรวจสอบนี้จะ ครอบคลุมถึงโครงการหรือถนนที่มีอยู่แล้ว โครงการที่กำลังก่อสร้าง หรือโครงการที่อยู่ในระหว่างการออกแบบ โดยผู้ตรวจสอบจะรายงานถึงศักยภาพในการเกิดอุบัติเหตุและความปลอดภัยในการใช้งานของโครงการถนน ดังกล่าว 5 การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนจะช่วยให้เห็นประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทาง ถนนให้เด่นชัดขึ้น และทำให้ ความปลอดภัยทางถนน มีความสำคัญเท่ากับปัจจัยอื่น ๆ ในการออกแบบถนน ในกรณีของถนนที่ใช้งานอยู่แล้วการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนจะทำให้เห็นปัญหาความปลอดภัย ซึ่งถ้า ได้รับการแก้ไขจะทำให้ถนนดังกล่าวปลอดภัยขึ้นสำหรับผู้ใช้ถนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.6 กรอบความคิดงานวิจัย

กรอบแนวคิดงานวิจัยดังแสดงในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1. 4 กรอบความคิดงานวิจัย

ซึ่งจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กระบวนการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับจะเริ่มจากการวางแผนการถ่ายภาพด้วยแอพพลิเคชั่น Pix4Dcapture แบบ double Grid สำหรับ 3D mapping

3. ทำการวางจุดควบคุมภาพในพื้นที่สำรวจเพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้อง และ บินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ DJI Phantom 4 และใช้กล้องโทรศัพท์มือถือเพื่อการบันทึกภาพถ่ายภาคพื้นดินแล้ว

4. นำข้อมูลภาพจากอากาศยานไร้คนขับและโทรศัพท์มือถือมาประมวลผลโดยโปรแกรม Bentley Context Capture เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ

5. ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ โดยการวัดค่าความถูกต้องทางตำแหน่งจาก GNSS จากพื้นที่จริงและวัดค่าความถูกต้องจากแบบจำลองสามมิติ

6. นำแบบจำลองสามมิติมาร่างแบบเป็นข้อมูล GIS เพื่อนำไปปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน

7. นำแบบจำลองสามมิติไปประเมินความเสี่ยงของถนนจากลักษณะทางกายภาพของทางแยกจากแนวทางและรูปตัดของถนน รูปแบบทางแยก ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจร สัญญาณไฟจราจร คนเดินเท้า คนขี่จักรยาน พื้นถนน ไฟฟ้าส่องสว่าง ทางเชื่อม และการจอดรถ

7. นำผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นแนวทางและคำแนะนำในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุจราจรทางถนน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลสำหรับการค้นหาปัญหาของพื้นที่ เพื่อช่วยวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุทางถนนและคำแนะนำสำหรับปรับปรุงความปลอดภัยทางท้องถนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนที่เป็นจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของประเด็นต่าง ๆ ไว้ดังนี้

2.1 สาเหตุของอุบัติเหตุจราจรทางบก

กาญจนา ทองทั่ว และคณะ, (2555) ได้พิจารณาถึงสาเหตุของอุบัติเหตุและการขับรถตามกฎจราจรโดยถ่องแท้แล้วปรากฏว่าอุบัติเหตุจราจรทางบกไม่ได้เกิดจากเคราะห์กรรมแต่อย่างใด แต่เกิดจากพฤติกรรมหรือการกระทำของคนเป็นส่วนใหญ่ซึ่งพอสรุปสาเหตุได้ดังนี้คือ

1. สาเหตุจากบุคคลคนขับรถเช่น ขับโดยประมาท, ขับรถเร็ว, ขับรถขณะมึนเมา, ใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ, คนเดินถนนและข้ามถนน เช่น ไม่ข้ามถนนตรงทางม้าลายหรือสะพานลอย, ข้ามตัดหน้ารถระยะกระชั้นชิด

2. สาเหตุจากรถเช่น การนำรถที่อุปกรณ์บกพร่องมาใช้ในทาง เช่น เบรก, ไฟสัญญาณ, กระจกส่องหลัง, ที่ปัดน้ำฝน

3. สาเหตุจากทางและเครื่องหมายสัญญาณ เช่น บริเวณทางแยก, ทางโค้ง, ทางชำรุด, เครื่องหมายสัญญาณชำรุด

4. สาเหตุจากธรรมชาติเช่น ฝนตกหนัก, หมอกลงจัด เป็นต้น

2.2 ปัจจัยทางกายภาพด้านถนนที่ เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจราจร

พ.ต.ท.วินิจฉัย พินิจศักดิ์, (2556) ได้กล่าวว่าถนนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบการจราจร หากถนนมีการออกแบบที่ไม่ได้มาตรฐานตามหลักวิศวกรรม หรือมีสภาพชำรุดบกพร่อง ขาดการตรวจสอบและบำรุงรักษาที่ดี อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุจราจรได้ครั้ง โดยปัจจัยด้านถนนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจราจรประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.2.1 ความกว้างของผิวจราจร

ความกว้างของผิวจราจรระหว่าง 3.40–3.70 เมตร เป็นความกว้างที่เหมาะสมที่สุด สำหรับถนนขนาด 2 ช่องจราจรบริเวณนอกเมือง ทั้งนี้เนื่องจากมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำและมีความสมดุลระหว่างการไหลของกระแสจราจรกับความปลอดภัยต่อการจราจรมากที่สุด ส่วนถนนที่มีผิวจราจรกว้างน้อยกว่า 3.00 เมตร นั้นมีอิทธิพลทำให้เกิดอุบัติเหตุจราจรที่มีรถเกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งคันในอุบัติแต่ละ

2.2.2 ความกว้างไหล่ทาง

ไหล่ทางหรือพื้นที่ด้านข้างของผิวทางที่อยู่ด้านนอกทั้งสองข้างและยังมิได้จัดทำเป็นทางเท้านั้น มีผลต่อความปลอดภัยในการจราจร โดยไหล่ทางชนิดที่ไม่ปูผิวทาง จะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าชนิดที่ปูผิวทางอย่างชัดเจน สัดส่วนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน

2.2.3 ระยะมองเห็นในทางโค้งแนวราบ

โดยระยะที่ปลอดภัยนั้นมีความสำคัญอย่างมาก สำหรับการควบคุมการขับขี่ยานพาหนะให้ได้รับความปลอดภัย

2.2.4 ระยะมองเห็นในทางโค้งแนวดิ่ง

โดยระยะมองเห็นในทางโค้งแนวดิ่งบนทางหลวงที่มี ข้อจำกัดของระยะมองเห็นที่ปลอดภัยที่บริเวณทางโค้งดิ่งแบบคว่ำ (Crest Curve) จะมีความถี่ต่อ การเกิดอุบัติเหตุถึงร้อยละ 52 ของทางโค้งแบบหงาย

2.2.5 แนวทางราบ

ประกอบด้วยส่วนที่เป็นทางตรงและทางโค้ง การออกแบบทางโค้งนั้นมี ความสำคัญต่อความสะดวกสบายของผู้ขับขี่เป็นอย่างมากซึ่งจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ คือ รัศมีความโค้ง (Radius of Curve) มุมเปลี่ยนแนว (Deflection Angle of Curve) การยกโค้ง (Super Elevation) และการขยายผิวทางในทางโค้ง (Widening)

2.2.6 แนวทางดิ่ง

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ความลาดชันถนน (Grades) และ ทางโค้งดิ่ง (Vertical Curve) โดยทั่วไปแล้ว ทางโค้งดิ่งแบบหงาย (Sag Curve) จะมีปัญหาด้าน ระยะมองเห็นปลอดภัยไม่มากนัก ในขณะที่ทางโค้งดิ่งแบบคว่ำ (Crest Curve) จะมีระยะการมองเห็นที่ปลอดภัยกว่า

2.2.7 ช่องจราจร

คืออย่างช่องทางเดินรถ ที่จัดแบ่งสำหรับการเดินรถ

2.2.8 อุปกรณ์กั้นข้างทาง

คืออุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อป้องกันมิให้รถที่เกิดอุบัติเหตุวิ่งออกนอกถนน โดยทั่วไปจะติดตั้งไว้บริเวณที่เป็นจุดเสี่ยงอันตราย

2.2.9 เครื่องหมายจราจร

คือเครื่องมือบอกข้อมูลด้านการห้าม การเตือน และการแนะนำที่ สำคัญสำหรับผู้ใช้รถใช้ถนนเพื่อช่วยให้การขับขี่มีความปลอดภัยมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.2.10 ป้ายจราจรและสัญญาณไฟจราจร

คือเครื่องมือที่ช่วยบอกข้อมลูด้านการห้าม การบังคับ การเตือน และการแนะนำที่สำคัญสำหรับผู้ใช้รถใช้ถนน

2.3 รายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับทางแยก

กรมทางหลวงชนบท, (2558) ได้กล่าวไว้ในคู่มือหลักด้านความปลอดภัยงานทางว่า การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน มิใช่การตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ตามรายการตรวจสอบระบุไว้เท่านั้น เนื่องจากรายการตรวจสอบเป็นเพียงเอกสารแนะแนวทาง ไม่ได้เป็นการกำหนดตายตัว คณะผู้ตรวจสอบจะต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ ตลอดจนดุลยพินิจและความเข้าใจของตนเองในการตรวจสอบโครงการด้วย ซึ่งรายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับทางแยกมีดังนี้

2.3.1 ทางแยก

1. ตำแหน่งทางแยก
2. การมองเห็นและระยะการมองเห็นบริเวณทางแยก
3. อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์นำทางบริเวณทางแยก
4. รูปแบบทางแยก
5. ประเด็นอื่น ๆ บริเวณทางแยก

2.3.2 ป้ายจราจร

1. ประเด็นป้ายทั่วไป
2. การมองเห็นป้ายจราจร
3. เสาติดตั้งป้ายจราจร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.3.3 เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง

1. ปัญหาทั่วไป
2. เส้นจราจร
3. แถบชะลอความเร็ว

2.3.4 สัญญาณไฟจราจร

1. การทำงานของสัญญาณไฟจราจร
2. การมองเห็นสัญญาณไฟจราจร

2.3.5 คนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน

1. ปัญหาทั่วไปสำหรับคนเดินเท้าและคนขับจักรยาน
2. คนขี่จักรยาน
3. ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

2.3.6 พื้นถนน

1. สภาพผิวถนน
2. สภาพความต้านทานการลื่นไถล
3. สภาพน้ำขังบนผิวถนน

2.3.7 ไฟฟ้าส่องสว่าง

1. ปัญหาทั่วไปของไฟฟ้าส่องสว่าง

2.3.8 ทางเชื่อม

1. ปัญหาทั่วไปของทางเชื่อม
2. ระยะการมองเห็นทางเชื่อม

2.3.9 การจอดรถ

1. ปัญหาทั่วไป

2.4 การลงพื้นที่ตรวจสอบภาคสนาม ณ จุดอันตราย

ชัยเทพ สาครวิเศษ, (2559) ได้กล่าวว่าการลงพื้นที่ตรวจสอบสถานที่เกิดอุบัติเหตุภาคสนามเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะการเกิดอุบัติเหตุว่าตรงกับสภาพจริงของถนน บริเวณนั้นหรือไม่ การตรวจสอบภาคสนามจะดำเนินการหลังจากที่กำหนดแล้วว่าบริเวณใดเป็นบริเวณอันตราย โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุหรือการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งอื่น เช่น จากเจ้าหน้าที่แขวงการทาง เจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือ ผู้รับเหมาก่อสร้างงานทาง การตรวจสอบภาคสนาม มีเหตุผลสำคัญ 3 ประการ คือ

1. เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น
2. ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติเหตุกับลักษณะกายภาพของถนนและ สภาพแวดล้อม
3. ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ในกรณีที่ข้อมูลอุบัติเหตุไม่เพียงพอ การตรวจสอบภาคสนามต้องครอบคลุม รายละเอียดมีก็ยังขึ้นโดยต้องเน้นไปที่การตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่ที่อันตราย และความสัมพันธ์ ระหว่างพฤติกรรมดังกล่าวกับลักษณะกายภาพของถนนและสภาพแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.5 กิจกรรมสำหรับการลงพื้นที่การตรวจสอบภาคสนาม

ชัยเทพ สาครวิเศษ, (2559) ได้กล่าวว่าการตรวจสอบภาคสนามควรดำเนินการหลายๆ ครั้ง ในสภาพภูมิอากาศและ ทัศนวิสัยต่าง ๆ ซึ่งเหมือนกับขณะที่เกิดอุบัติเหตุขึ้น การตรวจสอบควรจะกระทำโดยการการขับรถหรือเดิน รวมทั้งหากมีการใช้รถจักรยานในกระแสจราจรก็ควรจะทดลองขี่รถจักรยานผ่านบริเวณอันตรายนั้น ซึ่งมีวิธีการดังนี้

2.5.1 การจัดทำแบบร่าง

แบบร่าง (อาจใช้หลายแผนได้ถ้าจำเป็น) โดยทั่วไปจะใช้เพื่อแสดงรายละเอียด ทางแนวราบ หรือถ้าจำเป็นอาจใช้แสดงรายละเอียดทางแนวดิ่งด้วย ในการเขียนแบบร่างช่วงถนน (Road Sections) อาจใช้มาตราส่วนความยาวแตกต่างจากความกว้าง เพื่อให้มีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับแสดงรายละเอียดที่ ต้องการ แบบร่างบริเวณช่วงถนนประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้ ความกว้างของคันทาง,ความกว้างของช่องจราจร,ความกว้างของไหล่ทาง ,ความกว้างของเกาะกลางช่องทางจักรยานหรือคนเดินเท้าราวกั้นอันตราย (Guard rails) ,กำแพง (Barriers) ,รั้ว (Fences) ,หลักนำทาง (Delineator Posts) ,ป้ายจราจร,เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง,ปุ่มเครื่องหมายจราจร (Road Studs),ไฟฟ้าแสงสว่าง,ทางเชื่อมส่วนบุคคล,อุปกรณ์จราจรอื่น,สิ่งกีดขว่าง,ชนิดของผิวทาง (คันทาง/ไหล่ทาง) ในกรณีที่มีแบบก่อสร้างแล้วเสร็จ (As built) สามารถนำมีปรับใช้ร่วมกับรายละเอียดในแบบร่างได้

2.5.2 การสำรวจลักษณะเฉพาะของบริเวณอันตราย

ช่วงถนน (Road Sections) ทางแยก (Intersections คุณภาพของถนน และอุปกรณ์จราจรต่าง ๆ ที่ไม่สามารถแสดงรายละเอียดไว้ใน แบบร่าง จะต้องทำการตรวจสอบและบันทึกไว้เพิ่มเติม เช่น ป้ายจราจรบดบังสายตา ป้ายจราจรมองเห็นไม่ชัดเจน (กลางวัน/กลางคืน) เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางชำรุดสภาพการมองเห็นแนวนำทาง (จากตำแหน่งการมองของผู้ใช้ทาง) คุณภาพของผิวทาง การยก แสงที่รบกวนหรือแยงตา ทางเข้าออกที่ไม่มีการควบคุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.5.3 การถ่ายภาพ

ภาพถ่ายบริเวณอันตรายที่ต้องการจะต้องถ่ายจากตำแหน่งมีมีมอง หรือระดับ สายตาของผู้ขับขี่ ได้แก่ ตำแหน่งที่อยู่สูงจากผิวจราจรประมาณ 1 เมตร และควรถ่ายภาพตามที่ จำเป็น เช่น ทุก 100 เมตร สำหรับกรณีที่สภาพการมองเห็นไม่ด การถ่ายภาพให้ถ่ายทั้งสองทิศทาง ของการจราจรในกรณีที่เป็นช่วงถนน โดยเนื้นที่สภาพการมองเห็นเป็นสำคัญ ในกรณีที่เป็นทางแยกให้ ถ่ายภาพทุกด้านของขาทางแยก ทั้งทิศทางที่เข้าสทางแยกและออกทางแยก โดยควรจะถ่ายภาพที่ ระดับ 1 เมตร สูงจากผิวจราจรซึ่งสอดคลองกับระดับสายตาของผู้ขับขี่ และเนื้นที่สภาพการมองเห็น เป็นสำคัญเช่นกัน บริเวณใกล้ทางแยกควรจะถ่ายภาพเพื่อเก็บรายละเอียดให้มีก็ขึ้น รวมทั้งควร ถ่ายภาพสิ่งก่อสร้างหรือวัตถุใดก็ตามที่อาจมีสวนเกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ

2.5.4 การทดลองเดินทางผ่านบริเวณอันตราย

การขับรถผ่านบริเวณอันตรายจะช่วยให้เห็นข้อบกพร่องจากมุมมองของผู้ใช้ทางและ ควรจะกระทำซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อให้สามารถเก็บรายละเอียดที่จำเป็นได้อย่างครบถ้วน ผู้ตรวจสอบ ควรขับรถไปในทิศทางเดียวกันและมีลักษณะพฤติกรรมการขับขี่เหมือนกับกรณีที่เคยเกิดอุบัติเหตุขึ้น และจะเป็นการดียิ่งขึ้นหากการตรวจสอบเป็นเสมือนผู้ใช้ทางปกติทำให้ผู้ตรวจสอบทราบถึงความคิด และความรู้สึกของผู้ใช้ทาง ซึ่งข้อมูลในสวนนี้มีความสำคัญเท่าเทียมกับข้อมูลทางด้านวิศวกรรมจราจร นอกจากนี้ผู้ตรวจสอบควรจะทดลองเดินผ่านบริเวณที่จะตรวจสอบในทุก ๆ ทิศทาง

2.5.5 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ทางภาคสนาม

ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ทาง ในการตรวจสอบจะทำการบันทึกก็พฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องของผู้ใช้ทาง การฝ่าฝืนก็ฎจราจร การใช้ความเร็วเกินกำหนด ฯลฯ โดยมีตัวอย่างพฤติกรรมของผู้ใช้ทางที่ควรทำการบันทึกได้แก่ แนวการเคลื่อนของยานพาหนะผ่านบริเวณอันตราย แนวการเลี้ยวหรือหลบรถของยานพาหนะตำแหน่งที่ผู้ขับขี่จักรยานยนต์หยุดรถคอยสัญญานไฟเขียว ตำแหน่งที่รถยนต์หยุดคอยสัญญานไฟเขียวตำแหน่งที่คนเดินเท้าข้ามถนน ผู้ใช้ทางปฏิบัติตามเครื่องหมายหรือป้ายจราจรหรือไม่ มีการฝ่าฝืนสัญญานไฟจราจรหรือไม่(ทั้งรถและคนขามีทาง) มีการขับรถซึ่งโดยประมาทหรือไม่ มีพฤติกรรมหลีกเลี่ยงเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุหรือไม่ เช่น การเบรกกะทันหัน หรือ หักหลบรถ ฯลฯ)

2.5.6 การสำรวจปริมาณจราจร

ควรจะทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรจากฐานข้อมูลด้านจราจรที่มี อยู่ กรณีที่ไม่สามารถ รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลหรือต้องการข้อมูลที่ทันสมัย จะต้องทำการสำรวจ ให้มีการสำรวจควรจะกระทำติดต่อกันหลายสัปดาห์แต่หากไม่สามารถดำเนินการได้ต้องที่การสำรวจ ปริมาณจราจรอย่างน้อยอยู่ 1 วัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จะต้องสามารถใช้แทนปริมาณจราจรของทั้งสัปดาห์ ใน การสำรวจควรกระที่ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนแยกปริมาณจราจร ตามทิศทางของการจราจรและประเภทของยานพาหนะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.5.7 การวัดความเร็ว

การวัดความเร็วจะต้องเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อที่จะได้เห็นการกระจายและ ความสัมพันธ์ของความเร็วกับช่วงเวลาและปริมาณจราจร สำหรับทางแยกควรจะทำการวัดความเร็ว ทุกทิศทางของขาทางแยก สำหรับช่วงถนนให้ทำการวัดความเร็วบริเวณตำแหน่งที่สนใจ ข้อมูล ความเร็วที่ได้ควรจะสามารถแยกได้ตามประเภทของยานพาหนะ นอกจากัน ควรจะทำการวัด ความเร็วเฉลี่ยในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนซึ่งมีการจราจรคับคั่งโดยการจับเวลาที่ใช้จรงในการทดลองขับรถ ผ่านช่วงถนนนั้น ๆ

2.5.8 การเขียนบรรยายรายละเอียด

การเขียนบรรยายรายละเอียดเกี่ยวกับบริเวณอันตราย ปัญหาของผู้ใช้ทางที่สังเกต พบจากการตรวจสอบจะเป็นประโยชน์ในการกำหนดมาตรการแก้ไขต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความปลอดภัย

2.5.9 การศึกษาความขัดแย้งของการจราจร

การศึกษาความขัดแย้งของการจราจรเป็นวิธีการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ทาง ซึ่ง สามารถนามีใช้เสรมีได้ในบางกรณีโดยเฉพาะเมือข้อมูลอุบัติเหตุไม่เพียงพอหรือไม่มีข้อมูล หลักการ สำคัญของวิธีการนี้คือ จะจำแนกและบันทึกก็เหตุการณ์ที่ผู้ขับขี่พยายามหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ (เกือบจะชนกัน) โดยพิจารณาจากความหวุดหวิดหรือใกล้เคียงที่จะเกิดอุบัติเหตุตามเกณฑ์ที่กำหนด ความขัดแย้งของการจราจร หมายถึงเหตุการณ์ที่ผู้ขับขี่หรือผู้ใช้ทางอย่างนอยู่ 2 ราย เคลื่อนเข้าหากันและมีแนวโน้มที่จะเกิดการชนกันขึ้น หากไม่มีผู้หนึ่งผู้ใดพยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้ เกิดอุบัติเหตุโดย การเบรกกระทันหัน การหักหลบรถ ฯลฯผู้ที่จะสำรวจโดยใช้วิธีการนี้จะต้องผ่านการฝึกอบรมโดยเฉพาะ เพื่อให้ทราบว่า 1. เหตุการณ์ใดที่เรียกว่าเหตุการณ์ที่หวุดหวิดหรือเกือบจะเกิดอุบัติเหตุอย่างมีก็ 2. วิธีการประมาณความเร็วของยานพาหนะที่เกี่ยวข้อง ที่ได้อย่างไร 3. วิธีการประมาณระยะห่างจากจัดที่คาดว่าจะเกิดการชนกัน ที่ได้อย่างไร การศึกษาความขัดแย้งของการจราจร เหมาะสำหรับใช้ศึกษาบริเวณทางแยกที่มีปริมาณจราจรมีก็และมีความเร็วของการจราจรไม่เกิน 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมงข้อดีของวิธีการนี้คือ ทำให้สามารถเห็นถึงปัญหาหรือสถานการณด้านความปลอดภัยในบริเวณอันตรายโดยใช้ระยะเวลา ค่อนข้างสน วิธีการนี้สามารถนาไปประยุกตใช้ในการศึกษาก็อื่น

2.6 ประโยชน์ของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

ชัยเทพ สาครวิเศษ, (2559) ได้กล่าวว่าการป้องกันอุบัติภัยทางถนนให้บังเกิดผลดีนั้น จะต้องมีการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนงานป้องกันและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประโยชน์ของการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนมีดังนี้

1. ถนนที่ออกแบบใหม่จะมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น
2. ลดโอกาสในการเกิดุบัติเหตุในโครงข่ายถนนโดยรวม
3. ลดการบาดเจ็บและเสียชีวิต
4. ยกระดับความสำคัญของความปลอดภัยทางถนนให้เท่าเทียมกับปัจจัยอื่น ๆ ในการออกแบบ
5. ทำให้ผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้องกับการออกแบบคำนึงผู้ใช้ถนนทุกประเภท
6. ช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดขึ้นกับประเทศชาติ ซึ่งรวมถึงความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินจากอุบัติเหตุ จากการหยุดชะงักของจราจร และการบาดเจ็บจากอุบัติเหต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kamnika et al., (2020) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง Using the scanners and drone for comparison of point cloud accuracy at traffic accident analysis เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องสแกนและโดรน เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของจุดที่มีการบดบังในการวิเคราะห์อุบัติเหตุ วัตถุประสงค์เพื่ออธิบายเปรียบเทียบและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้และความแม่นยำของข้อมูลที่รวบรวมภาพร่างแบบจำลองสามมิติและเพื่อปรับปรุงข้อมูลเกี่ยวกับอุบัติเหตุ นอกจากนี้ยังใช้การวัดสามมิติที่ซับซ้อนและการสร้างแบบจำลองสามมิติของฉากด้วยเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน (TLS) และเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) งานตำรวจที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุถูกเปรียบเทียบกับภาพร่างที่ได้จากโมเดลสามมิติ โมเดลสามมิติถูกเปรียบเทียบกับแบบกราฟิกที่มีซอฟต์แวร์ในการสร้างแบบร่างสำหรับวิธีการวัดและเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละวิธีด้วย ความแม่นยำของระยะทางแบบกราฟิก เมื่อเทียบกับการวัดของตำรวจ แต่อยู่ในระบบคลาวด์ที่แน่นอนที่สุด

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลของตำรวจและมีการเก็บลักษณะการลงพื้นที่สำรวจทางกายภาพของถนน เพื่อปรับปรุงข้อมูลเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา

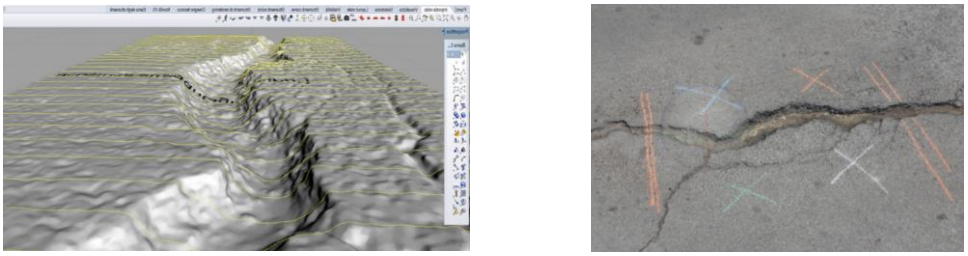
ภาพที่ 2. 1ร่างที่สร้างด้วย point cloud และแบบจำลอง 3 มิติ

(Kamnika et al., 2020)

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Inzerilloa et al., (2018) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง Image-based 3D reconstruction using traditional and UAV datasets for analysis of road pavement distress เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์การบำรุงรักษาฟื้นฟู และการสร้างใหม่ นำไปสู่การใช้เทคนิคการตรวจจับและวิเคราะห์ปัญหาทางเท้าบนทางเท้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถดำเนินการสำรวจการประเมินที่รวดเร็วเชื่อถือได้และมีต้นทุนต่ำ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบการใช้เทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมที่ต้นทุนต่ำสำหรับการวิเคราะห์บนทางเท้าประเมินศักยภาพระบบอัตโนมัติและความน่าเชื่อถือในการตรวจจับ โมเดลได้ถูกเปรียบเทียบกับโมเดล 3 มิติที่สแกนด้วยเลเซอร์ภาคพื้นดินเพื่อวิเคราะห์ความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของตัวชี้วัดผลทางเทคนิค ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเทคนิคดังกล่าวสามารถจำลองความขรุขระบนทางเท้าได้อย่างแม่นยำโดยกระตุ้นให้เกิดแนวทางการแก้ไข เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการทางเท้า

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการใช้เทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมที่ต้นทุนต่ำสำหรับมาทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีลักษณะทางเท้าขรุขระเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางท้องถนน เพื่อหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุบนถนนที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา



ภาพที่ 2. 2แบบจำลองรอยแยกของถนนที่ทำการศึกษา และรอยแยกของถนนที่ทำการศึกษา

(Inzerilloa et al., 2018)

Wena et al., (2020) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง Recovery of urban 3D road boundary via multi-source data เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทำแผนที่บนขอบเขตถนนให้ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับถนนเพื่อความปลอดภัยในการจราจรบนท้องถนน โดยใช้ข้อมูลหลายแหล่งซึ่งรวมถึงเมฆจุดการสแกนด้วยเลเซอร์เคลื่อนที่ (MLS) ข้อมูลวิถีการเคลื่อนที่เชิงพื้นที่และภาพการตรวจจับระยะไกล ใช้ขอบเขตถนนสามมิติที่แยกออกมา จาก MLS จุดบดบังเป็นข้อมูลนำเข้า ประการแรกหลังจากการลบพื้นที่ที่ผิดพลาดโดยอัตโนมัติแบบจำลองการสิ้นสุดขอบเขตตาม CNN จะเสร็จสิ้นการกำหนดขอบเขตถนน จากนั้นในการปรับแต่งขอบเขตถนนที่ไม่สมบูรณ์เส้นกึ่งกลางถนนที่สร้างจากข้อมูลเส้นทาง GPS ของแท็กซี่และภาพการตรวจจับระยะไกลจะถูกใช้เป็นแนวทางสำหรับสร้างแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงขอบเขตถนนที่แม่นยำและถูกต้องยิ่งขึ้น จากเซ็นเซอร์ที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่เราเสนอนั้นได้ผลและมีแนวโน้มในการกู้คืนขอบเขตถนนสามมิติและแยกลักษณะของถนนได้ (ภาพที่ 2.3)

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการทำแผนที่บนขอบเขตถนนให้ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับถนนเพื่อความปลอดภัยในการจราจรบนท้องถนนและมีการสำรวจลักษณะของจุดที่มีการถูกบดบังวิถีการจราจร เพื่อแสดงขอบเขตของถนนที่ถูกต้องและแม่นยำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 2. 3เส้นกึ่งกลางถนนที่ได้รับจากจุด GPS ของแท็กซี่

(Wena et al., 2020)

นายศิริธงชัย ชูนาคา. (2559). ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่องการศึกษาความปลอดภัยทางถนนในเขตชุมชนเมือง :กรรีศึกษาบ้านคลองแงะอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุทางถนนโดยเฉพาะในบริเวณเขตชุมชนเมืองที่มีทางหลวงสายหลักตัดผ่านมีรถวิ่งผ่านด้วยความเร็วสูงและมีการเข้าออกโดยไม่มีการควบคุมการเข้าออกและคนเดินเท้ามีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุลสถิติอุบัติเหตุจราจรจากข้อมูลสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ระหว่างปี 2553พ.ศ.-2555 พบว่าชุมชนคลองแงะ มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 52 ครั้งมีผู้เสีย 12 คน และผู้บาดเจ็บ คน 26 สาเหตุหลักของอุบัติเหตุเกิดจากการขับรถเร็วเกินกำหนดซึ่งมีมากถึง 83 % งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาและสืบค้นสาเหตุของปัญหาทางกายภาพของถนนในชุมชนและเพื่อเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไขเพื่อลดจำนวนและความรุนแรงจากอุบัติเหตุ ผลการศึกษาพบว่าถนนสายหลัก มีความเร็วในการสัญจรสูงกว่า 70 กม./ชม. เมื่อวิ่งตัดผ่านบริเวณชุมชน ปริมาณการสัญจรของ ยานพาหนะที่เข้าออกบริเวณข้างทางและกลับรถค่อนข้างสูง และมีการสัญจรของยานพาหนะที่มี ความเร็วสูง ทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุทางการแก้ไขและปรับปรุง เพื่อลดความเร็วในการสัญจรขณะผ่านบริเวณชุมชน รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์ลดความเร็วแถบเตือนลูกระนาดก่อนเข้าเขตชุมชน

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการสืบค้นหาสาเหตุของปัญหาทางกายภาพของถนนในชุมชนและเพื่อเสนอแนวทาป้องกันและแก้ไขเพื่อลดจำนวนและความรุนแรงจากอุบัติเหตุที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา

ชัยเทพ สาครวิเศษ (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง แนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน: กรณีศึกษาแยกสวนหย่อมธรรมนูญวิถี เทศบาลนครหาดใหญ่ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงความปลอดภัย โดยใช้ทางแยกสวนหย่อม ธรรมนูญวิถีเป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้นำหลักการการแก้ไขจุดอันตราย และหลักการการตรวจสอบความ ปลอดภัยทางถนนมาประยุกต์ใช้ โดยผลของการศึกษา พบว่าพื้นที่ศึกษามีความบกพร่องทางกายภาพที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุง กล่าวคือสภาพของปัญหาเกิดจากแนวของถนนชลธาราที่ บรรจบกับแนวของถนนธรรมนูญวิถีไม่ตั้งฉากกัน ส่งผลให้รถที่มาจากถนนชลธาราที่ต้องการเลี้ยวขวา เพื่อเข้าสู่ถนนธรรมนูญวิถีไปทางทิศตะวันตกเลี้ยวด้วยความลำบาก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ทางถนนบ่อยครั้ง นอกจากสาเหตุดังกล่าวแล้วยังมีอีกหลายสาเหตุที่ได้ส่งผลกระทบ เช่น ระบบไฟฟ้า ส่องสว่างไม่เพียงพอในเวลากลางคืน มีรถโดยสารขนาดใหญ่จอดบริเวณใกล้ทางแยก แนวเสาไฟฟ้ารุก ล้ำผิวการจราจร และอุปกรณ์ควบคุมการจราจรมีไม่เพียงพอ เป็นต้น

โดยหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในด้านกระบวนการค้นหาปัญหาของวิจัยเรื่องนี้เพราะว่ามีลักษณะการลงพื้นที่สำรวจลักษณะทางกายภาพของถนนที่เป็นจุดเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 2. 4สวนหย่อมธรรมนูญวิถี

(ชัยเทพ สาครวิเศษ. 2016)

จิตติวัฒน์ ต้นนามน (2563) ได้ทำการวิจัยการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ เพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน โดยจะทำการสำรวจเก็บข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับด้วย DJI Phantom 4 Pro ที่ระดับความสูงบินเหนือพื้นดิน 50 เมตร และ 70 เมตร จากนั้นทำการประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติและนำผลที่ได้มาประเมินลักษณะทางกายภาพถนนด้วยสายตาด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape ผลจากการวิจัยพบว่า การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติของถนนที่ระดับความสูงบิน 50 และ 70 เมตรมีความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกัน ซึ่งแบบจำลองสามมิติที่ได้มีความถูกต้องอยู่ในระดับเดซิเมตร ส่วนการประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติพบว่า ความครบถ้วนแบบจำลองสามมิติจากที่ระดับความสูงบิน 50 เมตร มีความสมบูรณ์มากกว่าจากที่ระดับความสูงบิน 70 เมตร สำหรับการประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพถนนจากแบบจำลองสามมิติพบว่าการกำหนดความเร็วที่เหมาะสมต่อความโค้งถนนควรไม่เกิน 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามคำแนะนำด้านความปลอดภัยทางถนน ดั้งนั้นการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับสามารถถูกนำไปใช้กับการตรวจสอบอย่างเบื้องต้นของความปลอดภัยถนนทางกายภาพเพื่อการจัดทำแนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

โดยในหัวข้อนี้ผู้วิจัยสนใจในการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ เพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่กำลังศึกษา

ภาพที่ 2. 5 ผลลัพธ์การประมวลที่ความสูงบิน 50 เมตร และ 70 เมตร ตามลำดับ

(จิตติวัฒน์ ต้นนามน. 2563)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยพายัพ
Copyright© by Payap University
All rights reserved

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับโดยใช้ข้อมูลจากกล้องบนอากาศยานไร้คนขับ และภาพถ่ายภาคพื้นดินใช้ข้อมูลที่ได้จากกล้องโทรศัพท์มือถือโดยใช้โปรแกรมในการ ประมวลผล 3 โปรแกรม และแอพพลิเคชัน 2 แอพพลิเคชัน เพื่อทำการประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพของถนนบริเวณสี่แยกสพานคู่ถนนเลียบคลองชลประทานฝั่งซ้ายมหาวิทยาลัยนเรศวร

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม

1. อากาศยานไร้คนขับ DJI PHANTOM 4

เป็นยานพาหนะทางอากาศขนาดเล็ก มีการควบคุมและสั่งการการบินด้วยระบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติโดยไม่มีนักบินอยู่บนเครื่อง สามารถควบคุมด้วยอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล

ภาพที่ 3. 1 อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Phantom 4

(ที่มาภาพ : https://www.google.com/search)

2. โทรศัพท์มือถือรุ่น iPhone 6 plus

ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลภาพถ่าย ด้วยการสำรวจภาพถ่ายระยะใกล้ บริเวณทางแยกสะพานคู่คลองชลประทานฝั่งซ้าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3. 2 iphone

(ที่มาภาพ : https://www.google.com/search?q=iphone+%E0%B8%B86+plus)

3. เครื่องรับสัญญานดาวเทียมความละเอียดสูง (GPS, GNSS)

ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลรับค่าสัญญาณดาวเทียมเพื่อใช่สำหรับการตรวจสอบความถูกต้อง

ภาพที่ 3. 3 เครื่องรับสัญญานดาวเทียมความละเอียดสูง (GPS, GNSS)

(ที่มาภาพ :http://www.survey4289.com)

4. Marker ใช้สำหรับเป็นเป้าในการวางจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCPs)

ภาพที่ 3. 4 Marker

(ที่มาภาพ :https://www.cst.co.th)

3.2 ซอฟต์แวร์ในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1. แอปพลิเคชัน DJI GO4

เป็นแอพพลิเคชั่นในการเชื่อมต่ออุปกรณ์และตั้งค่าการใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ของโดรน และสามารถมองเห็นภาพจากมุมมองของโดรนผ่านทางแอปพลิเคชันบนหน้าจอสมาร์ทโฟน

ภาพที่ 3. 5 Application DJI GO 4

(ที่มาภาพ : https://www.google.com/search?q=dji+go+4&tbm)

2. แอปพลิเคชัน Pix4Dcapture

เป็นแอพพลิเคชั่นการบินโปรแกรมสำเร็จรูป Pix4D ในการวางแผนการบินและการควบคุมอากาศยานไร้คนขับขณะบินถ่ายภาพ

ภาพที่ 3. 6 Application Pix4D capture

(ที่มาภาพ : https://en.wikipedia.org/wiki/File:Pix4D_LOGO_MAIN_tagline_(1).png)

3. Bentley Context Capture

เป็นโปรแกรมสำหรับการประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ

ภาพที่ 3. 7 Bentley ContextCapture

(ที่มาภาพ : https://www.geomatex.com/category/20)

4. Cloud Compare

ใช้สำหรับแสดงผลแบบจำลองสามมิติ

ภาพที่ 3. 8 Cloud Compare

(ที่มาภาพ : https://www.pngegg.com/en/png-kabvl)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University

5. QGIS

ใช้สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของบริเวณทางแยก

ภาพที่ 3. 9 QGIS

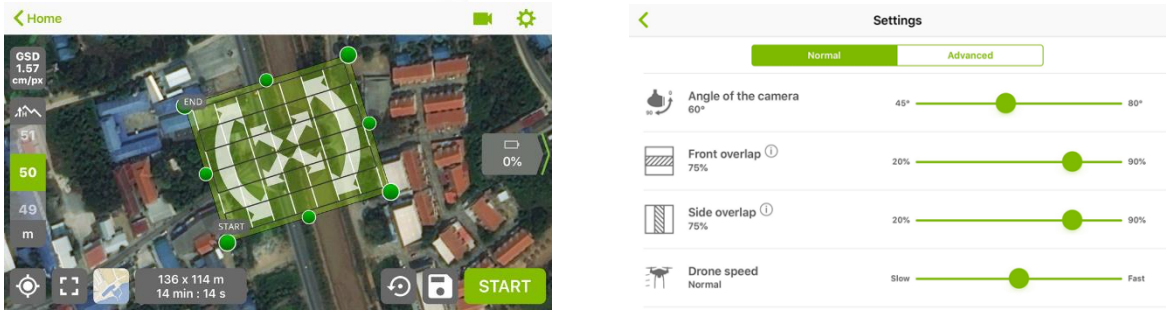
(ที่มาภาพ : https://www.facebook.com/groups/qgisthailand/)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ต้องวางจุดควบคุมภาพถ่ายสำหรับการอ้างอิงร่วมกันของภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน ทำการเก็บภาพถ่ายภาพบริเวณสี่แยกสพานคู่ถนนเลียบคลองชลประทานฝั่งซ้าย ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยตั้งเป้าหมายว่าจะทำการถ่ายภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ โดยมีการวางแผนการถ่ายภาพด้วย Pix4Capture แบบ Double Grid สำหรับ 3D mapping แล้วนำข้อมูลภาพถ่ายมาประมวลผลในโปรแกรม Bentley ContextCapture เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติขึ้นมา จากนั้นทำการนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อนำไปประเมินความเสี่ยงของลักษณะทางกายภาพของถนนตามแบบฟอร์มการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

1. โดยมีการวางแผนการถ่ายภาพด้วย Pix4Capture แบบ Double Grid บินถ่ายภาพเป็นเส้นตรงไปกลับสลับกันไปมา 2 แนวตัดขวางกันเพื่อให้ได้ส่วนซ้อนทับกันของภาพ ใช้ระดับความสูง 50 เมตร ทำการตั้งค่ามุมกล้องเอียงที่ 60 ° โดยให้มีส่วนซ้อนทับกันของภาพ (Overlap) ร้อยละ 75 และส่วนเกยของภาพ (Sildelap) ร้อยละ 75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright By Naresuan University
All rights reserved



ภาพที่ 3. 10 รูปแสดงการวางแผนการบินจากแอปพลิเคชั่น Pix4Dcapture

2. ถ่ายภาพภาคพื้นดินด้วยโทรศัพท์มือถือ โดยการตั้งค่า GPS ให้ภาพถ่ายภาคพื้นดิน

ภาพที่ 3. 11ภาพที่ 3.12 รูปภาพแสดงการตั้งค่า GPS ให้กับภาพถ่ายจาก

3. วางจุดควบคุมภาพถ่าย (GCP) และการสำรวจสำหรับการเก็บตำแหน่งด้วย GNSS

ภาพที่ 3. 12ภาพที่ 3.13 การวางจุดควบคุมภาพถ่าย (GCP) และ การเก็บตำแหน่งด้วย GNSS

3.4 การประมวลผลข้อมูลภาพ

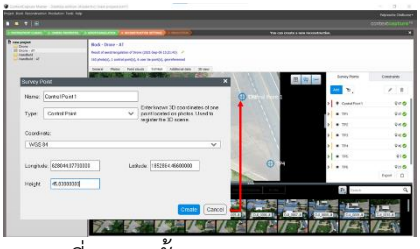
นำข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดินที่ได้มาประมวลผลในโปรแกรม Bentley ContextCapture เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ

1. นำเข้าข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดินเข้า แล้วแยกประมวลผลแล้วสั่ง run aerotriangulation

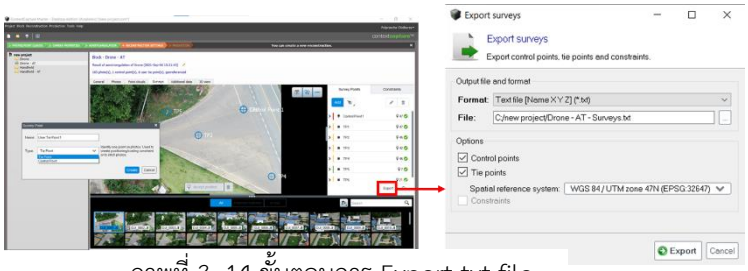
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพที่ 3. 13แสดงการนำเข้าภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน

2. วางจุด GCP บนภาพจากอากาศยานไร้คนขับ (ภาพที่ 3.15) และ Export txt file มาใส่ในภาพถ่ายภาคพื้นดิน

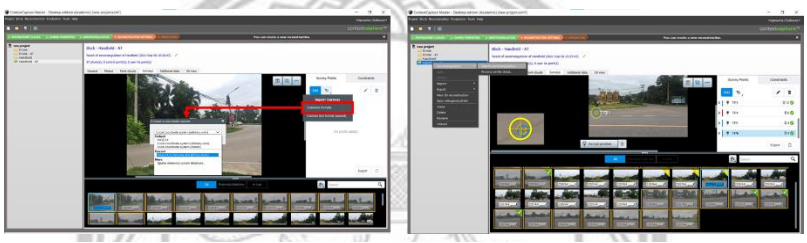


ภาพที่ 3. 15 ขั้นตอนการวางจุด GCP



ภาพที่ 3. 14 ขั้นตอนการ Export txt file

3. Import txt file ของภาพจากอากาศยานไร้คนขับมาใส่ในภาพพื้นดิน

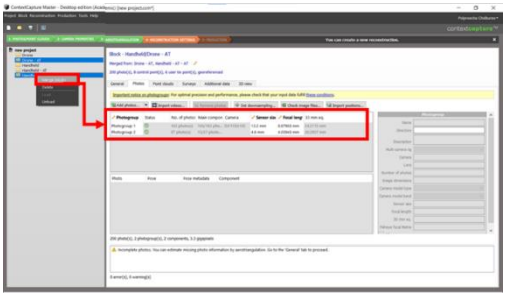


ภาพที่ 3. 16 ขั้นตอนการ Import txt file ใส่ในภาพถ่ายภาคพื้นดิน

4. Run Aerotriangulation ของภาพถ่ายภาคพื้นดินที่ใช้ GCP และ Tie points ของภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

ภาพที่ 3. 17 การประมวลผลภาพถ่ายภาคพื้นดินที่ใช้จุด GCP และ Tie points

5. Merge ภาพเข้าด้วยกันแล้ว run aerotriangulation



ภาพที่ 3. 18การผสานภาพจากอากาศยานไร้คนขับกับภาพถ่ายภาคพื้นดิน

6. Run Reconstruction เพื่อให้ได้แบบจำลองสามมิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University

3.5 การประเมินความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบจำลองสามมิติ

3.5.1 การประเมินความถูกต้องทางตำแหน่ง

การประเมินความถูกต้องทางราบจะทำการประเมินจากภาพถ่ายออร์โธ (Orthophoto) จะได้ค่า Easting และ Northing ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางดิ่งจะประเมินจากแบบจำลองระดับ (DSM) จะได้ค่า Elevation แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการสำรวจด้วยดาวเทียม (GNSS) จำนวน 30 จุด

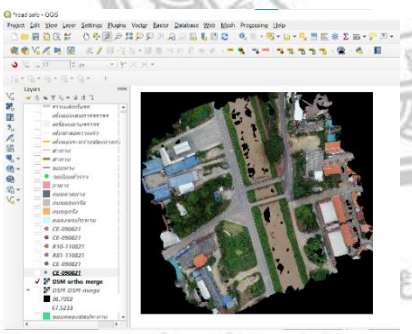
สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean of errors) = ค่าที่วัดได้ – ค่าที่แท้จริง

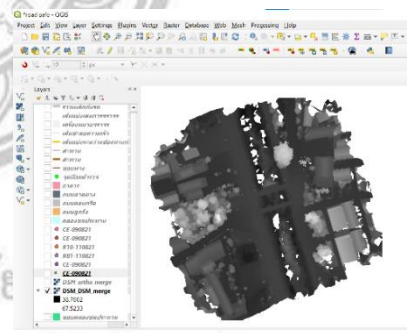
ค่า Root Mean Square Error (RMSE) $= \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$

ขั้นตอนการประเมินความถูกต้อง

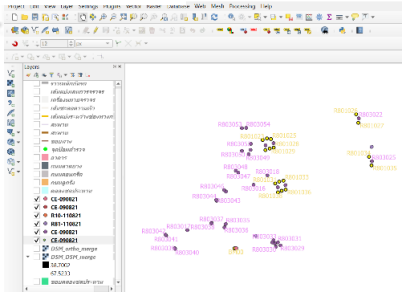
1. ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติในโปรแกรม QGIS โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธแบบจำลองระดับและข้อมูลการสำรวจด้วยดาวเทียม (GNSS)



ภาพที่ 3. 21 ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธ

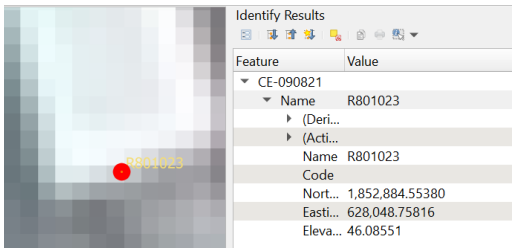


ภาพที่ 3. 20 ข้อมูลแบบจำลองระดับ



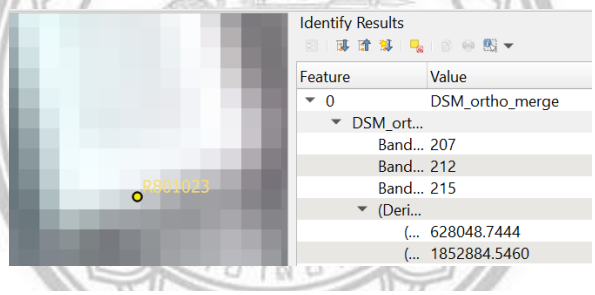
ภาพที่ 3. 19 ข้อมูลการสำรวจด้วยดาวเทียม (GNSS)

2. เลือกจุดที่ต้องการตรวจสอบจำนวน 30 จุด จากข้อมูลการสำรวจด้วยดาวเทียม (GNSS) แล้วกด Identify จะได้ค่า Easting Northing และ Elevation

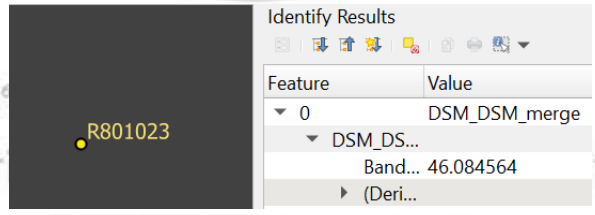


ภาพที่ 3. 22 การเลือกจุดตรวจสอบจาก GNSS

3. การตรวจสอบจะประเมินจากภาพถ่ายออร์โธ โดยกด Identify จะได้ค่า Easting และ Northing ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางดิ่งจะประเมินจากแบบจำลองระดับ แล้วกด Identify จะได้ค่า Elevation



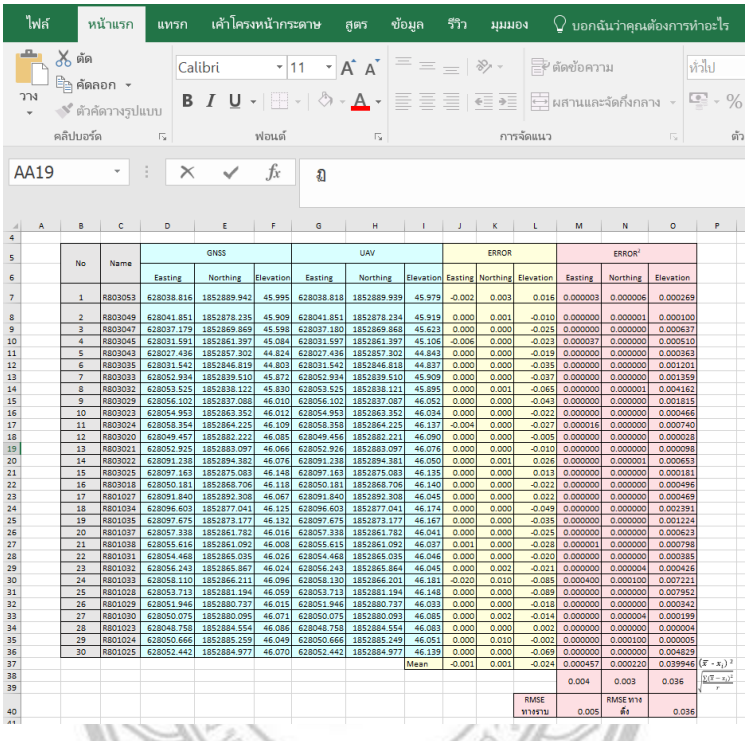
ภาพที่ 3. 23 การเลือกจุดตรวจสอบจากภาพถ่ายออร์โธ



ลิ
Copyr
ty
All rights reserved

ภาพที่ 3. 24 การเลือกจุดตรวจสอบจากแบบจำลองระดับ

4. นำค่าที่วัดได้จากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธ แบบจำลองระดับ และข้อมูลการสำรวจด้วยดาวเทียมมาคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean of errors) และหาค่า Root Mean Square Error



No	Name	GNSS			UAV			ERROR			ERROR²		
		Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation
1	R803053	628038.816	1852889.942	45.995	628038.818	1852889.939	45.979	-0.002	0.003	0.016	0.000003	0.000006	0.000269
2	R803049	628041.851	1852878.235	45.909	628041.851	1852878.234	45.919	0.000	0.001	-0.010	0.000000	0.000001	0.000100
3	R803047	628037.179	1852869.869	45.598	628037.180	1852869.868	45.623	0.000	0.000	-0.025	0.000000	0.000000	0.000637
4	R803045	628031.591	1852861.397	45.084	628031.597	1852861.397	45.106	-0.006	0.000	-0.023	0.000037	0.000000	0.000510
5	R803043	628027.436	1852857.302	44.824	628027.436	1852857.302	44.843	0.000	0.000	-0.019	0.000000	0.000000	0.000363
6	R803035	628031.542	1852846.819	44.803	628031.542	1852846.818	44.837	0.000	0.000	-0.035	0.000000	0.000000	0.001201
7	R803033	628052.934	1852839.510	45.872	628052.934	1852839.510	45.909	0.000	0.000	-0.037	0.000000	0.000000	0.001359
8	R803032	628053.525	1852838.122	45.830	628053.525	1852838.121	45.895	0.000	0.001	-0.065	0.000000	0.000001	0.004162
9	R803029	628056.102	1852837.088	46.010	628056.102	1852837.087	46.052	0.000	0.000	-0.043	0.000000	0.000000	0.001815
10	R803023	628054.953	1852863.352	46.012	628054.953	1852863.352	46.034	0.000	0.000	-0.022	0.000000	0.000000	0.000466
11	R803024	628058.354	1852864.225	46.109	628058.358	1852864.225	46.137	-0.004	0.000	-0.027	0.000016	0.000000	0.000740
12	R803020	628049.457	1852882.222	46.085	628049.456	1852882.221	46.090	0.000	0.000	-0.005	0.000000	0.000000	0.000028
13	R803021	628052.925	1852883.097	46.066	628052.926	1852883.097	46.076	0.000	0.000	-0.010	0.000000	0.000000	0.000098
14	R803022	628091.238	1852894.382	46.076	628091.238	1852894.381	46.050	0.000	0.001	0.026	0.000000	0.000001	0.000653
15	R803025	628097.163	1852875.083	46.148	628097.163	1852875.083	46.135	0.000	0.000	0.013	0.000000	0.000000	0.000181
16	R803018	628050.181	1852868.706	46.118	628050.181	1852868.706	46.140	0.000	0.000	-0.022	0.000000	0.000000	0.000496
17	R801027	628091.840	1852892.308	46.067	628091.840	1852892.308	46.045	0.000	0.000	0.022	0.000000	0.000000	0.000489
18	R801034	628096.603	1852877.041	46.125	628096.603	1852877.041	46.174	0.000	0.000	-0.049	0.000000	0.000000	0.002391
19	R801035	628097.675	1852873.177	46.132	628097.675	1852873.177	46.167	0.000	0.000	-0.035	0.000000	0.000000	0.001224
20	R801037	628057.338	1852861.782	46.016	628057.338	1852861.782	46.041	0.000	0.000	-0.025	0.000000	0.000000	0.000623
21	R801038	628055.616	1852861.092	46.008	628055.615	1852861.092	46.037	0.001	0.000	-0.028	0.000001	0.000000	0.000798
22	R801031	628054.468	1852865.035	46.026	628054.468	1852865.035	46.046	0.000	0.000	-0.020	0.000000	0.000000	0.000385
23	R801032	628056.243	1852865.867	46.024	628056.243	1852865.864	46.045	0.000	0.002	-0.021	0.000000	0.000004	0.000426
24	R801033	628058.110	1852866.211	46.096	628058.130	1852866.201	46.181	-0.020	0.010	-0.085	0.000400	0.000100	0.007221
25	R801028	628053.713	1852881.194	46.059	628053.713	1852881.194	46.148	0.000	0.000	-0.089	0.000000	0.000000	0.007952
26	R801029	628051.946	1852880.737	46.015	628051.946	1852880.737	46.033	0.000	0.000	-0.018	0.000000	0.000000	0.000342
27	R801030	628050.075	1852880.095	46.071	628050.075	1852880.093	46.085	0.000	0.002	-0.014	0.000000	0.000004	0.000199
28	R801023	628048.758	1852884.554	46.086	628048.758	1852884.554	46.083	0.000	0.000	0.002	0.000000	0.000000	0.000004
29	R801024	628050.666	1852885.259	46.049	628050.666	1852885.249	46.051	0.000	0.010	-0.002	0.000000	0.000100	0.000005
30	R801025	628052.442	1852884.977	46.070	628052.442	1852884.977	46.139	0.000	0.000	-0.069	0.000000	0.000000	0.004829
							Mean	-0.001	0.001	-0.024	0.000457	0.000220	0.039946
											0.004	0.003	0.036
										RMSE ทางราบ		RMSE ทางดิ่ง	
											0.005		0.036

ภาพที่ 3. 25 ตารางการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและ Root Mean Square Error

3.5.2 การประเมินความปลอดภัยงานทาง

การประเมินความปลอดภัยงานทางโดยการดูด้วยสายตาจากแบบจำลองสามมิติตามคู่มือการตรวจสอบและระดับความปลอดภัยงานทางสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว ประเภททางแยก ได้มุ่งเน้นการปรับปรุงลักษณะสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสภาพแวดล้อมของถนนให้เหมาะสมและสอดคล้องต่อพฤติกรรมของการใช้รถใช้ถนนของผู้ใช้สายทางที่ปรับเปลี่ยนไปบนถนนที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อลดโอกาสและความรุมแรงของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน โดยบริเวณทางแยกมี 9 ประเด็นที่สำคัญในการตรวจสอบซึ่งจะประกอบด้วย ปัญหาทางแยก ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทางสัญญาณไฟจราจร คนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน พื้นถนน ไฟฟ้าส่องสว่าง ทางเชื่อม และการจอดรถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.6 การจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน

เมื่อได้ผลลัพธ์การประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนมาแล้ว จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

จากที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 เพื่อให้งานวิจัยนี้เป็นไปตามจุดประสงค์ในบทนี้จึงเป็นการนำผลของการเก็บรวบรวมข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 การเก็บข้อมูลภาพถ่ายด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน

โดยมีวิธีการดังนี้

4.1.1 การเก็บข้อมูลภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน

โดยมีการเก็บข้อมูลภาพถ่าย โดยอากาศยานไร้คนขับ รูปภาพที่ได้มีทั้งหมด 163 ภาพ และเก็บข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้นดิน ทั้งหมด 37 ภาพ เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2564

ชุดข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

ภาพที่ 4. 1 ชุดข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

ชุดข้อมูลภาพถ่ายจากภาคพื้นดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright ersity

ภาพที่ 4. 3ชุดข้อมูลภาพถ่ายจากภาคพื้นดิน

4.1.2 การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม Bentley ContextCapture

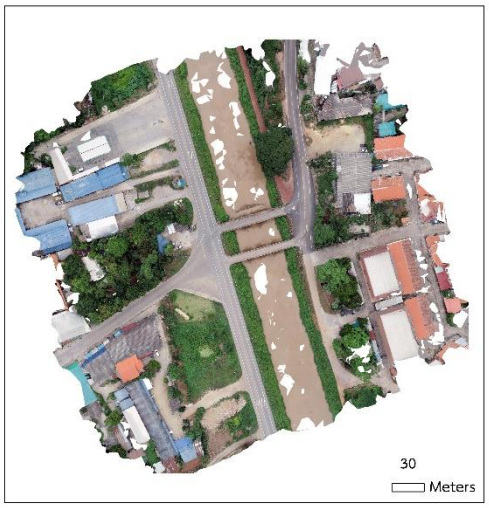
ทำการประมวลผลภาพตามขั้นตอนการประมวลผลในบทที่ 3

4.2 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม Bentley ContextCapture

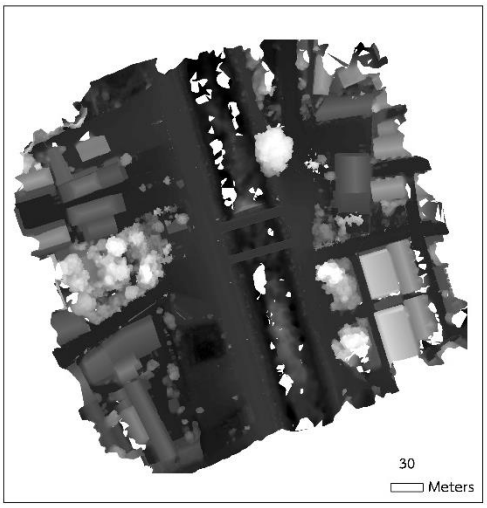
จากการประมวลผลภาพโดยใช้โปรมแกรม Bentley ContextCapture มีรูปภาพจากอากาศยานไร้คนขับจำนวน 163 ภาพ และจากภาพถ่ายภาคพื้นดินจำนวน 37 ภาพ ซึ่งจากการประมวลผลในขั้นตอนการจัดเรียงรูปภาพ (Align Photo) ภาพถ่ายภาคพื้นดินไม่สามารถจัดเรียงรูปภาพได้ ส่วนภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับใช้ระยะเวลาในการประมวลผล 12.40 นาที มีความคลาดเคลื่อนของการประมวลผลงานรังวัดภาพถ่ายอยู่ที่ 0.0279 เมตร และจะประมวลผลภาพถ่ายเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติใช้ระยะเวลาในการประมวลผลที่ 2 ชั่วโมง 13 นาที จากนั้นทำการประมวลผลเพื่อสร้างภาพถ่ายออร์โธ (Orthophoto) และแบบจำลองระดับ (DSM) เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์และการวางแผนการปรับปรุงความปลอดภัย

Copyright
All right

ภาพที่ 4. 5 แบบจำลองสามมิติ



ภาพที่ 4. 7 ภาพถ่ายออร์โธ (Orthophoto)



ภาพที่ 4. 8 แบบจำลองระดับ Digital Surface Model (DSM)

4.3 ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องทางราบและทางดิ่งของแบบจำลองสามมิติ

จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศไร้คนขับของพื้นที่ศึกษาวิจัยสามารถแสดงผลลัพธ์ของ การประมวลผลดัง**ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความถูกต้องทางราบและทางดิ่งของแบบจำลองสามมิติ

Dimensional	Error	
	Mean (m)	RMSE (m)
X	-0.001	0.004
Y	0.001	0.003
XY	0.000	0.005
Z	-0.024	0.036

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากตารางผลการประเมินความถูกต้องทางราบและทางดิ่งของผลลัพธ์จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายจาก UAV เมื่อเปรียบเทียบกับการสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียม GNSS พบว่ามีค่า Root Mean Square Error ทางราบ เท่ากับ 0.005 เมตร และค่า RMSE ทางดิ่งเท่ากับ 0.036 เมตร จากผลลัพธ์ของการประเมินความถูกต้องนี้ พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและ ค่า RMSE ทางดิ่งมีค่ามากกว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและ ค่า RMSE ทางราบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ

4.4 ผลการสร้างข้อมูล GIS สำหรับใช้ในการประเมินความปลอดภัย

การสร้างข้อมูล GIS โดยใช้โปรแกรม QGIS ได้นำภาพถ่ายออร์โธมาร่างแบบของทางแยกแล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินความปลอดภัยของถนน โดยข้อมูลที่ได้จะเป็น จุด เส้น และรูปปิด

ภาพที่ 4. 10แผนที่แสดงข้อมูล GIS บริเวณทางแยกแสดงพื้นที่การศึกษา

4.5 ผลการวิเคราะห์จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนน

จากการประเมินโดยการดูด้วยสายตาจากแบบจำลองสามมิติ ตามรายการตรวจสอบความปลอดภัยสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว ประเภททางแยก โดยได้คำปรึกษาและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาทางด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ซึ่งได้ผลลัพธ์ดัง**ตารางที่ 2**

ตารางที่ 2 สรุปรายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

สรุปรายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)				
ประเด็น	ใช่	ไม่ใช่	ข้อจำกัด	หมายเหตุ
1. ทางแยก	- ทางแยกตั้งอยู่บริเวณที่มีการใช้ความเร็วและมีการติดตั้งอุปกรณ์เตือนผู้ ขับขี่ - การมองเห็นบริเวณทางแยกอยู่ในระยะที่ปลอดภัย	- ทางแยกมีระยะผายความกว้างไม่เหมาะสมสำหรับกระแสจราจร - บริเวณทางแยกมีสภาพผิวจราจรสึกกร่อน		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

	- มีอุปกรณ์ควบคุมและนำทาง เช่น เส้นหยุด มีเส้นแบ่งช่องจราจรที่ชัดเจน - ทางแยกมีแนวขอบทาง เกาะกลางมีความชัดเจนและเหมาะสม		
2. ป้ายจราจร	- มีป้ายจราจรบริเวณทางแยกที่จำเป็นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน - ป้ายจราจรไม่ถูกบดบังจากสิ่งรอบข้าง - ป้ายจราจรติดตั้งอยู่ในเขตที่ปลอดภัย		
3. เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง	- เส้นแบ่งทิศทางและเส้นแบ่งช่องจราจรติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม - มีแถบชะลอความเร็วที่ใช้งานได้ตามปกติ	- เส้นจราจรและเส้นนำทางไม่สอดคล้องกับแนวเส้นทาง - ไม่มีปุ่มจราจรใบบริเวณที่จำเป็น	
4. สัญญาณไฟจราจร			ทางแยกไม่มีสัญญาณไฟจราจรจึงไม่ได้นำมาพิจารณา
5. คนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน		- การจอดรถข้างทางบดบังแนวทางมองเห็น - ไม่มีการจัดเตรียมทางเดินเท้าและคนขี่จักรยาน - ไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกใช้คนเดินเท้าและคนขี่จักรยานในเวลากลางคืน	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

6. พื้นถนน		- ผิวถนนเป็นหลุมเป็นบ่อและมีเศษหินทรายเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ - ผิวทางมีการทรุดตัวบริเวณคอสะพาน	
7. ไฟฟ้าส่องสว่าง			อากาศยานไร้คนขับถ่ายภาพในเวลากลางคืนไม่ได้จึงไม่ได้นำมาพิจารณา
8. ทางเชื่อม	- ตำแหน่งของทางเชื่อมไม่ถูกบดบังโดยสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น ป้ายจราจร ต้นไม้	- ช่องจราจรสำหรับรอรถเลี้ยวเข้า-ออกไม่เหมาะสม - ความลาดเอียงของทางเชื่อมที่ร่วมเข้ากับทางสายหลักไม่มีความเหมาะสม - ทางเชื่อมสร้างปัญหาจุดขัดแย้งกันของกระแสจราจร	
9. การจอดรถ		- ไม่มีการจัดสรรพื้นที่สำหรับจอดรถบริเวณทางแยก - การเลี้ยงเข้า-ออก เพื่อจอดรถตามสายทางไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดอันตรายได้	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนดังกล่าวแล้วพบว่า ที่บริเวณถนนดังกล่าวมีการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยที่สำคัญบางส่วน เช่น เส้นแบ่งช่องทางจราจร สัญลักษณ์หยุดรถ บริเวณทางแยก เส้นขอบทาง แถบชะลอความเร็ว ป้ายเตือนทางแยกและมีบางส่วนยังไม่ได้รับการติดตั้ง เช่น ไฟสัญญาณเตือน เส้นหยุดรถ เส้นให้ทาง เกาะกลางแบ่งช่องจราจร และที่บริเวณทางแยกซึ่งผิดหลักการ ออกแบบถนนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ถนนเส้นนี้ไม่ปลอดภัย และพบว่าอากาศยานไร้คนขับมีข้อจำบางอย่างที่ ไม่สามารถตรวจสอบได้ เช่น การวัดค่าการสะท้อนแสงของอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยต่าง ๆ ยังต้องใช้เครื่องมือพิเศษสำหรับการวัดค่า การวัด

ความสว่างของแสงไฟฟ้าเวลาค่ำคืน และผิวถนนมีน้ำท่วมขัง ซึ่งเป็นข้อจำกัดของกากาศยานไร้คนขับ ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.6

4.6 ข้อจำกัดของอากาศยานไร้คนขับ

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับพบว่า บางอย่างไม่สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของกากาศยานไร้คนขับต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการวัดค่า เช่น ความเด่นชัดและการสะท้อนแสงของป้ายจราจรและเส้นจราจร ประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์นำความปลอดภัย สภาพพื้นผิวถนน สภาพต้านทานการลื่นไถล ปัญหาทั่วไปของไฟฟ้าส่องสว่าง สภาพน้ำขังบนถนน ซึ่งเกี่ยวข้องกับฤดูกาลที่ไปเก็บข้อมูล

ภาพที่ 4. 14 ความสว่างของแสงไฟฟ้า

(https://www.xn--72c0asz6a7a5fqc6c.com)

ภาพที่ **4**. **12**ภาพที่ 4.8 สภาพน้ำขังบนถนน

(https://www.tesla.co.th)

4.7 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย

จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับเพื่อประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงปัญหาความปลอดภัยของถนนดังกล่าว ว่าถ้าได้รับการแก้ไขจะทำให้ถนนดังกล่าวปลอดภัยขึ้นสำหรับผู้ใช้ถนน จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าควรปรับปรุงความปลอดภัยบริเวณทางแยกสะพานคู่ถนนเลียบคลองชลประทานฝั่งซ้าย ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกโดยจะทำการปรับปรุงความปลอดภัยดังนี้

1. ติดตั้งไฟสัญญาณเตือน

ติดตั้งไฟสัญญาณเตือนที่บริเวณทางแยกเพื่อให้ผู้ใช้รถใช้ถนนเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น

2. ติดตั้งเกาะกลาง

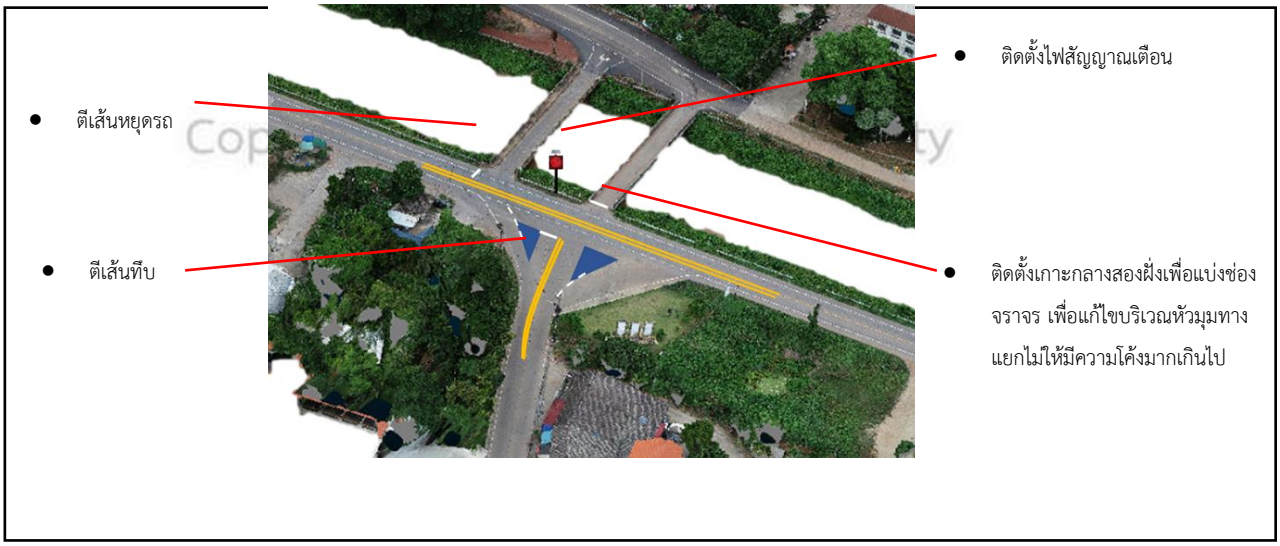
ติดตั้งเกาะกลางสองฝั่งเพื่อแบ่งช่องจราจรเพื่อแก้ไขปัญหารถเลี้ยวเข้าออกผิดช่องการจราจรและแก้ไขบริเวณหัวมุมทางแยกไม่ให้มีความโค้งมากเกินไป

3. ตีเส้นทึบ

ตีเส้นทึบสองเส้นในบริเวณทางตรงออกมาจากเขตชุมชนและถนนที่เป็นทางตรงเพื่อเตือนไม่ให้ผู้ขับขี่ขับรถข้ามช่องจราจร

4. เส้นหยุดรถ

ตีเส้นหยุดรถที่บริเวณทางออกจากสะพาน ทางออกจากถนนฝั่งชุมชนและทางตรงเรียบคลองชลประทาน เพื่อให้ผู้ขับขี่หยุดรถ เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้รถใช้ถนนเพิ่มมากขึ้นที่ออกมาจากสะพานและทางแยกฝั่งชุมชน



ภาพที่ 4. 16 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัย

บทที่ 5

สรุป และ อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในบทที่ 4 ของการดำเนินวิจัยการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุด้วยการสำรวจภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและภาพถ่ายภาคพื้นดิน สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย อุปสรรคและข้อเสนอแนะงานวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วย การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ พบว่า ค่าความถูกต้องทางราบมีค่าใกล้เคียงกันโดยเฉพาะทางราบ คือ -0.001 และ 0.001 เมตร แต่จากการประเมินความถูกต้องทางดิ่งพบว่ามีความคลาดเคลื่อนของความสูงของแบบจำลองสามมิติคือ 0.036 เมตร ประเมินความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบจำลองสามมิติด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางดิ่งน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติที่ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางดิ่งจะมากกว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทางราบ ซึ่งเกิดจากการบดบังของต้นไม้และสิ่งปลูกสร้าง

การประเมินลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยอากาศยานไร้คนขับของถนนเส้นนี้พบว่า ถนนเส้นนี้ได้ มีการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยที่สำคัญบางส่วน เช่น เส้นแบ่งช่องทางจราจร สัญลักษณ์หยุดรถ บริเวณทางแยก เส้นขอบทาง แถบชะลอความเร็ว ป้ายเตือนทางแยกและมีบางส่วนยังไม่ได้รับการติดตั้ง เช่น ไฟสัญญาณเตือน เส้นหยุดรถ เส้นให้ทาง เกาะกลางแบ่งช่องจราจร และที่บริเวณทางแยกซึ่งผิดหลักการ ออกแบบถนนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ถนนเส้นนี้ไม่ปลอดภัย และพบว่าอากาศยานไร้คนขับมีข้อจำบางอย่างที่ ไม่สามารถตรวจสอบได้ เช่น การวัดค่าการสะท้อนแสงของอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยต่าง ๆ การวัดความสว่างของแสงไฟฟ้าเวลาค่ำคืน ผิวถนนมีน้ำท่วมขัง ซึ่งเกี่ยวข้องกับฤดูกาลที่ไปเก็บข้อมูล และยังต้องใช้เครื่องมือพิเศษสำหรับการวัดค่า

ข้อเสนอแนะ สำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยของทางแยกนี้คือ ควรมีการติดตั้งไฟสัญญาณเตือนรถที่บริเวณทางแยกเพื่อให้ผู้ใช้รถใช้ถนนเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น ติดตั้งเกาะกลางสองฝั่งเพื่อแบ่งช่องจราจรเพื่อแก้ไขปัญหารถเลี้ยวเข้าออกผิดช่องการจราจรและแก้ไขบริเวณหัวมุมทางแยกไม่ให้มีความโค้งมากเกินไป ตีเส้นทึบสองเส้นในบริเวณทางตรงออกมาจากเขตชุมชนและถนนที่เป็นทางตรงเพื่อเตือนไม่ให้ผู้ขับขี่ขับรถข้ามช่องจราจร และตีเส้นหยุดรถที่บริเวณทางออกจากสะพาน ทางออกจากถนนฝั่งชุมชนและทางตรงเรียบคลองชลประทาน เพื่อให้ผู้ขับขี่หยุดรถ เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้รถใช้ถนนเพิ่มมากขึ้นที่ออกมาจากสะพานและทางแยกฝั่งชุมชน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

การสร้างแบบจำลองสามมิติด้วย ซึ่งภาพถ่ายภาคพื้นดินไม่สามารถประมวลผลได้ เนื่องจากมีจำนวนภาพน้อยและมีส่วนที่ซ้อนกันของภาพถ่ายภาคพื้นดินกับภาพจาก UAV ไม่เพียงพอ แต่ในบริเวณทางแยกไม่มีการบดบังของต้นไม้และสิ่งปลูกสร้างที่มากเกินไป จึงไม่มีผลต่อการประเมินความถูกต้องทางตำแหน่ง ทำให้การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับสามารถขึ้นแบบจำลองสามมิติได้อย่างสมบูรณ์ ช่วยให้ประหยัดเวลา และแรงงานในการสำรวจพื้นที่ภาคสนามสำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำเสนอแนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนในรูปแบบของภาพเสมือนจริงจากแบบจำลองสามมิติ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยของ ชัยเทพ สาครวิเศษ (2016) ได้ทำ การวิจัยเรื่อง แนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน: กรณีศึกษาแยกสวนหย่อมธรรมนูญวิถี เทศบาลนครหาดใหญ่ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงความปลอดภัย โดยใช้ทางแยกสวนหย่อม ธรรมนูญวิถีเป็น พื้นที่ศึกษา ซึ่งได้นำหลักการการแก้ไขจุดอันตราย และหลักการการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนมา ประยุกต์ใช้ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของ หลักการการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน และ หลักการการแก้ไขจุดอันตราย ได้นำแบบจำลองสามมิติมาใช้เพื่อการตรวจสอบความปลอดภัยของทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว จะประกอบด้วยประเด็นปัญหา 9 ข้อ แต่บางรายการไม่สามารถประเมินได้ เช่น ไฟฟ้าส่องสว่างเนื่องจากอากาศยานไร้คนขับไม่สามารถถ่ายภาพในเวลากลางคืน สัญญาณไฟจราจรเนื่องจากทางแยกไม่มีสัญญาณไฟจราจรจึงไม่ได้นำมาพิจารณา และในวันที่บินถ่ายภาพ สภาพอากาศมีความเหมาะสม ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าบริเวณนี้มีน้ำขังซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่

ในส่วนของการประเมินความปลอดภัยจากงานวิจัยของ จิตติวัฒน์ ต้นนามน ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ พบว่า ความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติทางราบมากกว่าทางดิ่ง ประมาณ 10 เซนติเมตรในการสำรวจในงานวิจัยนี้ความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติทางราบมากกว่าทางดิ่งซึ่งมีแนวโน้วเหมือนกัน แต่ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องที่ดีกว่า ประมาณ 3 เซนติเมตร เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ใช้การสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียม (GNSS) สำหรับหาตำแหน่งของจุดควบคุมภาพถ่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1. ในการประมวลผลต้องใช้เวลานาน เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีทรัพยากรน้อย
2. สภาพการจราจรในขณะลงพื้นที่หนาแน่น ทำให้มีผลต่อการลงพื้นที่เก็บข้อมูล

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายโดยอากาศยานไร้คนขับพบว่าในบริเวณที่มีสิ่งกีดขว้างหรือบัดบัง จำเป็นต้องเพิ่มภาพถ่ายภาคพื้นดินเพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

Inzerillo, L., Di Mino, G., & Roberts, R. (2018). Image-based 3D reconstruction using traditional and UAV datasets for analysis of road pavement distress. *Automation in Construction*, *96*, 457-469.

Perc, M. N., & Topolšek, D. (2020). Using the scanners and drone for comparison of point cloud accuracy at traffic accident analysis. *Accident Analysis & Prevention*, *135*, 105391.

Wen, C., You, C., Wu, H., Wang, C., Fan, X., & Li, J. (2019). Recovery of urban 3D road boundary via multi-source data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *156*, 184-201.

ศิริ ธงชัย ชู นาคา. *การ ศึกษา ความ ปลอดภัย ทาง ถนน ใน เขต ชุมชน เมือง: กรณี ศึกษา บ้าน คลอง แงะ อำเภอ สะเดา จังหวัด สงขลา* (Doctoral dissertation, มหาวิทยาลัย สงขลา นครินทร์).

นว พร, & จารุ มณี. *การจัดการความปลอดภัยการจราจรทางถนนเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคอาเซียนของ อำเภอ ปาย จังหวัด แม่ฮ่องสอน* (Doctoral dissertation, บัณฑิต วิทยาลัย. มหาวิทยาลัย ราชภัฏ เชียงใหม่).

จิตติวัฒน์ ต้นนามน. (2563). *การประเมินความเสี่ยงลักษณะทางกายภาพของถนนด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ.* วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชัยเทพ สาครวิเศษ. *แนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน: กรณีศึกษาแยกส่วนหย่อมธรรมญ วิถีเทศบาลนครหาดใหญ่*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กรมทางหลวงชนบท. (2560). คู่มือหลักด้านความปลอดภัยงานทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

การลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประกอบโดรนเพื่อใช้เก็บข้อมูลภาพถ่าย (22 กรกฎาคม 2564)

เก็บข้อมูลถ่ายภาพจากอากาศยานไร้คนขับ (22 กรกฎาคม 2564)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้นดิน (22 กรกฎาคม 2564)

ภาคผนวก ข

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.2.3 รายการตรวจสอบความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว

การตรวจสอบความปลอดภัยของทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว จะประกอบด้วย ประเด็นปัญหาทางแยก ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง สัญญาณไฟจราจร คนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน พื้นถนน ไฟฟ้าส่องสว่าง ทางเชื่อม และการจอดรถ ดัง**ตารางที่ 3.2-4**

ตารางที่ 3.2–4 รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)			
ประเด็น	**ใช่**	**ไม่ใช่**	**หมายเหตุ**
1. ทางแยก **1.1 ตำแหน่งทางแยก**			
ทางแยกอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยจากแนวโค้งราบและโค้งดิ่งใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.4)*
เมื่อทางแยกตั้งอยู่บริเวณจุดสิ้นสุดของช่วงถนนที่มีการใช้ความเร็วสูง เช่น ก่อนเข้าสู่เมือง ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมจราจรเพื่อเตือนผู้ขับขี่ ใช่หรือไม่	✓		
1.2 การมองเห็นและระยะการมองเห็นบริเวณทางแยก			
ระยะมองเห็นของทางแยกเหมาะสมสำหรับผู้ใช้รถใช้ถนนทุกประเภทและการจราจรในทุกทิศทาง ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.5)*
ระยะการมองเห็นบริเวณทางแยกถูกบดบังจากสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น ต้นไม้ เสาไฟ การจอดรถ ที่หยุดรถประจำทาง ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.5)*
มีระยะหยุดปลอดภัยสำหรับการชนท้ายแถวหรือยานพาหนะเลี้ยวที่แล่นช้า ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.3)*
ระยะมองเห็นเหมาะสมสำหรับยานพาหนะที่เคลื่อนเข้าหรือออกจากกระแสจราจร ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.3)*
1.3 อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์นำทางบริเวณทางแยก			
เครื่องหมายจราจร (เส้นหยุด เส้นให้ทาง) ควบคุมทางแยกเพียงพอเหมาะสม ใช่หรือไม่	✓		
ป้ายจราจรควบคุมทางแยก เพียงพอเหมาะสม ใช่หรือไม่	✓		
มีอุปกรณ์หรือเส้นแนวช่องจราจรผ่านทางแยกที่จำเป็นอย่างเหมาะสม ใช่หรือไม่	✓		
ช่องจราจรทุกช่องมีเครื่องหมายจราจรที่เหมาะสม (รวมถึงเครื่องหมายลูกศรนำทาง) ใช่หรือไม่	✓		

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว (1-1.3)

ตารางที่ 3.2-4 (ต่อ) รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)			
ประเด็น	**ใช่**	**ไม่ใช่**	**หมายเหตุ**
1.4 รูปแบบทางแยก			
จุดขัดแย้งระหว่างยานพาหนะทั้งหมดบริเวณทางแยกได้รับการจัดการอย่างปลอดภัย ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.5)*
รูปแบบทางแยกมีความชัดเจนต่อผู้ใช้รถใช้ถนนทุกประเภท ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.5)*
มีการจัดช่องจราจร ที่เพียงพอและเหมาะสม ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.5)*
แนวขอบทาง มีความชัดเจนและเหมาะสม ใช่หรือไม่	✓		
แนวเกาะกลาง มีความชัดเจนและเหมาะสม ใช่หรือไม่	✓		
ช่องจราจรบริเวณทางแยกมีความกว้างเพียงพอสามารถรองรับการเคลื่อนตัวของยานพาหนะที่สัญจรผ่าน ใช่หรือไม่	✓		
ระยะผายความกว้างสำหรับรวมกระแสจราจรมีความยาวเพียงพอ ใช่หรือไม่		✓	
ทางแยกไม่มีปัญหาความจุซึ่งอาจสร้างปัญหาด้านความปลอดภัย ใช่หรือไม่		✓	
1.5 ประเด็นอื่น ๆ บริเวณทางแยก			
บริเวณทางแยกโดยเฉพาะในเขตชนบท ไม่มีปัญหาสภาพผิวจราจรสึกกร่อน ใช่หรือไม่		✓	
2. ป้ายจราจร **2.1 ประเด็นป้ายทั่วไป**	✓		
ป้ายจราจรบริเวณทางแยก (ป้ายบังคับ ป้ายเตือน และป้ายบอกทาง) ที่จำเป็น ติดตั้งได้เหมาะสมในการใช้งาน ใช่หรือไม่ และมีความเด่นชัดและชัดเจน ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.1)*
ป้ายจราจรบริเวณทางแยกที่ติดตั้ง ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์ และจำเป็น ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.1)*
ป้ายจราจรบริเวณทางแยกมีประสิทธิภาพใช้งานได้ในทุกสภาพแวดล้อม ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.1)*
2.2 การมองเห็นป้ายจราจร			
ป้ายจราจรบริเวณทางโค้งสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ผู้ขับขี่สามารถเห็นและอ่านในระยะที่จำเป็นทั้งกลางวันและกลางคืน ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.1)*

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว (1.4-2.2)

ตารางที่ 3.2-4 (ต่อ) รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)			
ประเด็น	**ใช่**	**ไม่ใช่**	**หมายเหตุ**
ป้ายจราจรบริเวณทางแยกสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน โดยไม่ถูกบดบังหรือถูกดึงดูดความสนใจจากสิ่งรอบข้างหรือพื้นที่ด้านหลัง ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.1)*
ผู้ขับขี่ไม่เกิดความสับสนเนื่องจากป้ายจราจรบริเวณทางแยกที่มากเกินไป ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.1)*
2.3 เสาติดตั้งป้ายจราจร			
เสาติดตั้งป้ายจราจรบริเวณทางโค้งตั้งอยู่ในบริเวณเขตปลอดภัยข้างทาง ใช่หรือไม่ ถ้าไม่ เสาติดตั้งป้ายจราจรมีลักษณะที่ชนแล้วล้มได้ หรือ ปิดล้อมป้องกันด้วยอุปกรณ์กันอันตราย ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.1)*
3. เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง **3.1 ปัญหาทั่วไป**			
เส้นจราจรและเส้นนำทางบริเวณทางแยกเหมาะสมกับการใช้งาน สอดคล้องสัมพันธ์กับแนวเส้นทาง และมีประสิทธิภาพใช้งานได้ในทุกสถานการณ์ ใช่หรือไม่	✓	✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.2)*
เครื่องหมายจราจรที่ไม่จำเป็น ถูกย้ายหรือลบออกแล้ว ใช่หรือไม่	✓		
3.2 เส้นจราจร			
เส้นแบ่งทิศทางจราจรบริเวณทางแยก ติดตั้งอย่างเหมาะสม อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ และมีความเด่นชัด ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.2)*
เส้นแบ่งช่องจราจรบริเวณทางแยก ติดตั้งอย่างเหมาะสม อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ และมีความเด่นชัด ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.2)*
เส้นขอบทางบริเวณทางแยก ติดตั้งอย่างเพียงพอเหมาะสม ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.2)*
ปุ่มจราจรได้มีการติดตั้งในบริเวณที่จำเป็น และติดตั้งอย่างถูกต้อง และอยู่ในสภาพการที่ใช้งานได้ดี ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.4.1)*
3.3 แถบชะลอความเร็ว (Rumble Strips)			
แถบชะลอความเร็วอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามปกติ ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.4.3)*
รูปแบบการติดตั้งแถบชะลอความเร็ว (ความสูง ความยาว จำนวน และระยะห่าง) มีความเหมาะสม สามารถเตือนผู้ขับขี่ถึงอันตรายข้างหน้าได้ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.4.3)*

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว (2.3-3.3)

ตารางที่ 3.2-4 (ต่อ) รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)			
ประเด็น	**ใช่**	**ไม่ใช่**	**หมายเหตุ**
4. สัญญาณไฟจราจร **4.1 การทำงานของสัญญาณไฟจราจร**			
สัญญาณไฟจราจร (จังหวะและระยะเวลาของสัญญาณไฟ) ทำงานอย่างถูกต้องปลอดภัย ใช่หรือไม่			*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.3)*
จำนวน ตำแหน่ง และชนิดของไฟสัญญาณ เหมาะสมสำหรับยานพาหนะในแต่ละประเภทและสภาพการจราจร ใช่หรือไม่			*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.3)*
สัญญาณไฟจราจรเอื้ออำนวยความสะดวกให้กับคนตาบอด คนพิการ หรือผู้สูงอายุ ในกรณีที่จำเป็น ใช่หรือไม่			*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.3)*
ตู้ควบคุมสัญญาณไฟจราจรอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัย เช่น จากการถูกเฉี่ยวชน ใช่หรือไม่			
4.2 การมองเห็นสัญญาณไฟจราจร			
สัญญาณไฟจราจรอยู่ในสภาพที่ผู้ขับขี่เข้าสู่ทางแยกสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ใช่หรือไม่			*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.3.3)*
ระยะมองเห็นสำหรับการหยุดจนถึงตำแหน่งท้ายแถวคอยบริเวณทางแยกเพียงพอ ใช่หรือไม่			
สัญญาณไฟจราจรสามารถมองเห็นโดยไม่ถูกดึงดูดจากแสงอาทิตย์ แสงสว่างหรือแสงไฟจากข้างทาง และพื้นที่ด้านหลัง ใช่หรือไม่			
สัญญาณไฟจราจรสามารถมองเห็นได้เฉพาะทิศทางของผู้ขับขี่ที่ได้กำหนดไว้อย่างถูกต้องเท่านั้น ใช่หรือไม่			
ถ้าหัวสัญญาณไฟจราจรไม่สามารถมองเห็นได้จากระยะที่เพียงพอ แล้วมีการติดตั้งป้ายเตือนทางแยกและ/หรือไฟกระพริบ ใช่หรือไม่			
สัญญาณไฟจราจรไม่ถูกบดบังจากสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น ต้นไม้ เสาไฟ ป้ายจราจร ใช่หรือไม่			

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว (4-4.2)

ตารางที่ 3.2-4 (ต่อ) รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)			
ประเด็น	**ใช่**	**ไม่ใช่**	**หมายเหตุ**
5. คนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน **5.1 ปัญหาทั่วไปสำหรับคนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน**			
มีการจัดเตรียมทางเดินเท้าและทางข้ามบริเวณทางแยกที่เหมาะสมสำหรับคนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.5.1)*
มีการติดตั้งรั้วหรืออุปกรณ์กั้นในบริเวณทางแยกที่จำเป็น เพื่อบังคับให้คนเดินเท้าและคนขี่จักรยานไปข้ามถนนในจุดทางข้ามหรือสะพานต่างระดับ ใช่หรือไม่		✓	
มีการติดตั้งอุปกรณ์กั้นในบริเวณทางแยกที่จำเป็น เพื่อแยกกระแสจราจรยานพาหนะ คนเดินเท้าและคนขี่จักรยาน ใช่หรือไม่		✓	
สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินเท้าและคนขี่จักรยานบริเวณทางแยกเหมาะสมกับผู้ใช้เวลากลางคืน ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.5.1)*
5.3 คนขี่จักรยาน			
ทางจักรยานบริเวณทางแยกมีความต่อเนื่องและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยต่อผู้ขับขี่จักรยาน ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.5.1)*
5.4 ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์			
พื้นผิวถนนบริเวณทางแยกมีความต้านทานการลื่นไถลเพียงพอเหมาะสมสำหรับรถจักรยานยนต์ ใช่หรือไม่		✓	
การจอดรถข้างทางบริเวณทางแยกบดบังแนวการมองเห็นของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ใช่หรือไม่	✓		
พื้นผิวถนนมีความสอดคล้องและมีมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับรถจักรยานยนต์ ใช่หรือไม่	✓		
6. พื้นถนน **6.1 สภาพผิวถนน**			
ผิวถนนบริเวณทางแยกอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ไม่เกิดความเสียหายที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ ซึ่งอาจส่งผลให้รถเสียการทรงตัว ใช่หรือไม่	✓		
ผิวถนนบริเวณทางแยกปราศจากเศษหิน ทราย หรือวัสดุอื่นๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ ใช่หรือไม่		✓	

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว (5-6.1)

ตารางที่ 3.2-4 (ต่อ) รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)			
ประเด็น	**ใช่**	**ไม่ใช่**	**หมายเหตุ**
ขอบผิวทางบริเวณทางแยกอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ปราศจากระดับของผิวถนนที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น การทรุดตัวของถนนหรือบริเวณคอสะพาน ใช่หรือไม่		✓	
6.2 สภาพความต้านทานการลื่นไถล			
พื้นผิวถนนช่วงก่อนถึงทางแยกมีสภาพความต้านทานการลื่นไถลที่เพียงพอ ใช่หรือไม่	✓		
6.3 สภาพน้ำขังบนผิวถนน			
พื้นผิวถนนบริเวณทางแยกมีสภาพที่ปราศจากบริเวณที่ทำให้น้ำขัง ซึ่งนำไปสู่ปัญหาความปลอดภัยได้ ใช่หรือไม่		✓	
7. ไฟฟ้าส่องสว่าง **7.1 ปัญหาทั่วไปของไฟฟ้าส่องสว่าง**			
ไฟฟ้าส่องสว่างที่จัดให้มีเพียงพอในบริเวณทางแยกที่จำเป็น ใช่หรือไม่			
ไฟฟ้าส่องสว่างบริเวณทางแยกมีความชัดเจน โดยไม่ถูกบดบังจากกิ่งไม้ ป้าย สะพานลอย ใช่หรือไม่			
รูปแบบไฟฟ้าส่องสว่างบริเวณทางแยก ไม่สร้างความสับสนหรือความเข้าใจผิดต่อสัญญาณไฟและป้ายจราจร ใช่หรือไม่			
รูปแบบการติดตั้งไฟฟ้าส่องสว่างบริเวณทางแยก ทำให้แสงไฟมีความสม่ำเสมอ (ไม่เกิดเป็นเงามืด) ใช่หรือไม่			
8. ทางเชื่อม **8.1 ปัญหาทั่วไปของทางเชื่อม**			
การควบคุมการเข้า-ออกทางเชื่อมเหมาะสม ใช่หรือไม่		✓	
รัศมีการเลี้ยวบริเวณทางเชื่อมเพียงพอสำหรับยานพาหนะทุกประเภท ใช่หรือไม่		✓	
ช่องจราจรสำหรับรอเลี้ยวเพื่อเข้า-ออกทางเชื่อมมีไว้อย่างเหมาะสมในกรณีที่จำเป็น ใช่หรือไม่		✓	
ความลาดเอียงของทางเชื่อมที่ร่วมเข้ากับทางสายหลัก มีความเหมาะสม ใช่หรือไม่		✓	
ทางเชื่อมสร้างปัญหาจุดขัดแย้งกันของกระแสจราจร ใช่หรือไม่		✓	*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.5)*

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว (6.2-8.1)

ตารางที่ 3.2-4 (ต่อ) รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)

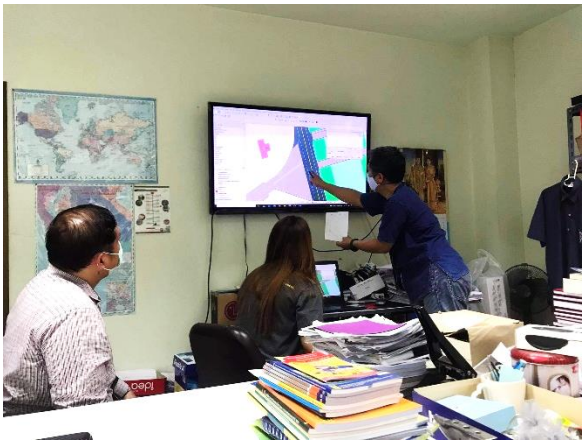
รายการตรวจสอบสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (ทางแยก)			
ประเด็น	**ใช่**	**ไม่ใช่**	**หมายเหตุ**
8.2 ระยะการมองเห็นทางเชื่อม			
ตำแหน่งของทางเชื่อมสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนโดยไม่ถูกบดบังจากแนวทางราบหรือแนวดิ่ง ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.3)*
มุมของทางเชื่อมมีความเหมาะสม ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นทางเชื่อมได้อย่างชัดเจน ใช่หรือไม่	✓		
ระยะการมองเห็นบริเวณทางเชื่อมไม่ถูกบัดบังโดยสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่น ป้าย สิ่งปลูกสร้าง ต้นไม้ เสาไฟฟ้า รถจอด จุดจอดรถประจำทาง ใช่หรือไม่	✓		*(พิจารณาเล่ม 1 หัวข้อ 3.2.5)*
9. การจอดรถ **9.1 ปัญหาทั่วไป**			
การจัดสรรหรือจำกัดพื้นที่สำหรับจอดรถบริเวณทางแยก มีความเหมาะสม ไม่ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่ ใช่หรือไม่			
การจอดรถบริเวณทางแยกสำหรับรถรับส่งของเพียงพอ เหมาะสม โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายเนื่องจากการจอดรถซ้อนคัน ใช่หรือไม่			
แนวการเลี้ยวเข้า-ออกเพื่อจอดรถตามสายทาง เหมาะสมโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่อื่น ใช่หรือไม่			

รายการตรวจความปลอดภัยสำหรับทางแยกที่เปิดให้บริการแล้ว (8.2-9)

ภาคผนวก ค

การรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



รับฟังข้อเสนอแนะกับผู้เชี่ยวชาญจากข้อมูล GIS (30 กันยายน 2564)

รับฟังข้อเสนอแนะกับผู้เชี่ยวชาญจากแบบจำลองสามมิติ (30 กันยายน 2564)

รับคำปรึกษาและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล อาทิตยา จุ้ยคลัง

วัน เดือน ปี เกิด 02 มีนาคม 2543

ที่อยู่ปัจจุบัน 61/1 หมู่ 1 ตำบลวังทอง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2561 – ปัจจุบัน วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาภูมิศาสตร์)
มหาวิทยาลัยนเรศวร

พ.ศ. 2555 – 2560 ประกาศนียบัตรมัธยมศึกษา (วิทย์ - คณิต)
โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

พ.ศ. 2549 – 2554 ระดับประถมศึกษา
โรงเรียนบ้านคลองตาล (กระจ่างจินดา) อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

กิจกรรมที่เข้าร่วม

1) เข้าการฝึกอบรมเรื่อง การบินโดรนสำรวจเพื่อการก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่
2) เข้ารับการอบรมจาก Space Inspirium อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ (GISDA)
3) เข้ารับการอบรมที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี
4) โครงการ อบรมเผยแพร่องค์ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยาและการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการวิเคราะห์ สภาพอากาศ โดยกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดพิษณุโลก
5) ศึกษาดูงานภาคสนามที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำผาท่าพล อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประสบการณ์ทำงาน

1) การบินโดรนสำรวจ เพื่อจัดทำแบบจำลองสามมิติเพื่อใช้ในการก่อสร้างปรับปรุงถนน ให้กรมทางหลวง
2) การบินโดรนสำรวจ เพื่อจัดทำเป็นแบบจำลองสามมิติ ในการฝึกอบรมเรื่อง การบินโดรนสำรวจเพื่อการก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์ และเหมืองแร่
3) เป็นสตาฟของคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชิตและสิ่งแวดล้อม ทำหน้าที่ในฝ่ายเทคนิคเชียร์ ใน
4) ปีการศึกษา 2562 และทำหน้าที่สโมสรนิสิตคณะเกษตรศาสตร์ ฝ่ายการเงิน ในปีการศึกษา 2563
5) พนักงานรายวัน ฝ่ายรับซื้อสินค้า บริษัท ไซแอม โทแบคโค เอกซ์ปอร์ต คอร์ปอเรชั่น จำกัด (ทำงานช่วงปิดเทอม พ.ศ. 25561 – 2564)

รางวัลที่ได้รับ

1) โครงการเชิดชูเกียรตินิสิตที่มีผลพัฒนาการเรียนยอดเยี่ยม ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2563
2) โครงการเชิดชูเกียรตินิสิตที่มีผลการเรียนดี ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2563
3) โครงการเชิดชูเกียรตินิสิตที่มีผลการเรียนดี ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2562

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved