



การสร้างแบบจำลองสามมิติของความเสียหายตัวรถยนต์ สำหรับงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจร

ด้วยวิธีวิดีโอแกรมเมตรี

3D reconstruction of damaged cars for traffic accident investigation using

Videogrammetry

ชัชพล คำแปง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์

พฤศจิกายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง “การสร้างแบบจำลองสามมิติของความเสียหายตัวรถยนต์ สำหรับงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจรด้วยวิธีวีดีโอแกรมเมตรี (3D reconstruction of damaged cars for traffic accident investigation using Videogrammetry) นิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

นางปราณี ชิตบุรี

(อาจารย์ ดร.พลปริชา ชิตบุรี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี “การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานพิสูจน์หลักฐาน ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้” สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ในการให้ข้อมูล คำปรึกษาแนะนำ ที่มีประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พลปรีชา ชิตบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณกลุ่มงานตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 6 ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและให้คำปรึกษาในด้านการทำวิจัยเพื่อทำให้การศึกษาครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปตามเวลาที่กำหนด

ขอขอบคุณนาย คุณานนต์ ภัทรวาทีน นิสิตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาด้านการเขียนโค้ดภาษา Python

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติม จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและเป็นผู้สนับสนุนในทุกๆ ด้านเสมอมาและขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยแนะนำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ชัชพล คำแปง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การสร้างแบบจำลองสามมิติของความเสียหายตัวรถยนต์ สำหรับงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจรด้วยวิธีวีดีโอแกรมเมตรี
ผู้วิจัย	นาย ชัชพล คำแพง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พลปรีชา ชิตบุรี
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2562
คำสำคัญ	งานพิสูจน์หลักฐาน, คดีอุบัติเหตุจราจร, การสร้างแบบจำลองสามมิติ, วีดีโอแกรมเมตรี

บทคัดย่อ

งานพิสูจน์หลักฐานสำหรับตำรวจมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพิสูจน์ข้อเท็จจริงและหาความเชื่อมโยงของวัตถุพยานจากสถานที่เกิดเหตุในคดีความต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพิสูจน์หลักฐานในคดีอุบัติเหตุจราจรที่ได้ทำการถ่ายภาพและการวัดเพื่อเก็บข้อมูลวัตถุพยานและร่องรอยการเฉี่ยวชนของยานพาหนะ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติของร่องรอยความเสียหายตัวรถยนต์ด้วยวิธีวีดีโอแกรมเมตรีเพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูล โดยได้ใช้อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลคือกล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS Max โดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นภาพนิ่งและวีดีโอ จากนั้นนำภาพที่ได้จากวีดีโอมาวิเคราะห์หาภาพเบลอลดด้วยฟังก์ชัน Laplacian บนโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นด้วยภาษา Python จากนั้นนำภาพที่ได้ไปสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape เพื่อเทียบแบบจำลองสามมิติระหว่างภาพนิ่งและภาพจากวีดีโอ ผลจากงานวิจัยนี้พบว่า ความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติจากภาพนิ่งและวีดีโอมีความใกล้เคียงกัน โดยค่าเฉลี่ยความคาดเคลื่อนและ ค่า RMSE จากการประเมินความถูกต้องเท่ากับ -0.011 เมตร และ 0.019 เมตร ตามลำดับแต่ความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติจากวีดีโอนั้นมีความสมบูรณ์น้อยกว่าจากภาพนิ่ง นอกจากนี้แบบจำลองสามมิติของยานพาหนะสามารถช่วยพิสูจน์ตำแหน่งการเฉี่ยวชนและวัดร่องรอยความเสียหาย อีกทั้งยังใช้เป็นแนวทางประกอบการจัดทำรายงานของหลักฐานอ้างอิงจากแบบจำลองสามมิติไว้ใช้ประกอบในชั้นศาลได้

Title 3D reconstruction of damaged cars for traffic accident investigation using Videogrammetry

Author Chatuchpon Kumpang

Advisor Polpreecha Chidburee

Academic Paper Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2019

Keywords Forensic science, Traffic accident lawsuit, 3D reconstruction, Videogrammetry

Abstract

Forensic science for polices has great importance to verify the facts and prove a correlation between evidence from the crime scene in various lawsuits. Particularly, forensic police investigation for traffic accident lawsuit requires the image acquisition and measurement to collect information for evidence and traces of collision vehicle. This research aims to create a three-dimensional model of the evidence from collision vehicles using videogrammetry to help reduce the data collecting times. The data was collected in both photos and videos using iPhone XS Max's camera. The blurry images from the video were investigated with the Laplacian function on the developed programme using Python programming language. Then, 3D models were reconstructed from the imagery of both photos and videos using Agisoft Metashape software to compare the difference between both models. The results in this research found that the accuracy of both 3D models from photos and videos had very similar. The values for mean of errors and RMSE from accuracy assessment were -0.011 m and 0.019 m, respectively, the completeness of the 3D model from videos had less than from photos. Moreover, the 3D model of vehicle can be used to measure the damages after the collision, and as reference evidence reports for the court.

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทที่ 1.....	1
บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ความสำคัญของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.5.1 การสร้างแบบจำลองสามมิติ	3
1.5.2 การตรวจสอบร่องรอยการเสียหายของคดีจราจร	4
1.5.3 การรังวัดด้วยภาพในระยะใกล้.....	4
1.5.4 วีดีโอแกรมเมตรี (Videogrammetry).....	4
1.6 กรอบแนวคิดงานวิจัย.....	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2.....	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 พิสูจน์หลักฐาน (Forensic science).....	7
2.2 การถ่ายภาพในสถานที่เกิดเหตุ.....	7
2.3 การวางแผนการถ่ายภาพ	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทที่ 3.....	13
วิธีดำเนินงานวิจัย.....	13
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	13
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	16
3.3 การประมวลผลข้อมูล.....	17
3.3.1. การถอดภาพจากวีดีโอ ด้วยโปรแกรม Free Video to JPG Converter.....	17
3.3.2 ทำการตัดแยกภาพเบลตด้วยโปรแกรม Spyder (Python 3.7) โดย ไลบรารี OpenCV ...	18

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3.3 นำข้อมูลภาพที่ได้มาประมวลผลในโปรแกรม Agisoft Metashape Professional	21
3.4 ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ.....	27
3.5 นำแบบจำลองมาช่วยในคดีจราจร.....	27
บทที่ 4.....	28
ผลการศึกษาวิจัย.....	28
4.1 กรณีศึกษาการตรวจหาภาพเบลอด้วยฟังก์ชัน Laplacian การคัดแยกภาพที่เบลอด้วย OpenCV โดยภาษา Python.....	28
4.2 กรณีศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยวิธีวิดีโอแกรมกับโฟโตแกรมเมตรี	33
4.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสามมิติสำหรับงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจร	36
บทที่5	39
อภิปรายและสรุปผลการวิจัย.....	39
5.1 สรุปผลการวิจัย	39
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	40
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	40
5.4 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	44
ประวัติผู้วิจัย	48

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แผนที่จังหวัดพิษณุโลก.....	3
1.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย.....	5
2.1 แสดงการวางแผนถ่ายรูปที่เหมาะสม.....	8
2.2 CRASHMAP_desktop: เครื่องมือสำหรับการสร้างภาพของแบบจำลอง 3D.....	11
2.3 ระบบวีดีโอแกรมเมตรี.....	12
3.1 อุปกรณ์การถ่ายวีดีโอ กล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max.....	14
3.2 ไม้ Scale bar พร้อมจุดควบคุมภาพ.....	15
3.3 โปรแกรม โปรแกรม Free Video to JPG Converter.....	15
3.4 โปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	16
3.5 โปรแกรม Spyder (Python 3.7).....	16
3.6 การเก็บข้อมูลร่วมกับเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐาน 6.....	17
3.7 การวางไม้scale bar พร้อมจุดควบคุมภาพ.....	17
3.8 การถ่ายวีดีโอจากกล้องโทรศัพท์มือถือ.....	18
3.9 การถอดเฟรมวีดีโอเป็นภาพจากโปรแกรม Free Video to JPG Converter.....	18
3.10 ตัวอย่างภาพเบลอที่ประเมินด้วยสายตา.....	19
3.11 โค้ดฟังก์ชันของ Laplacian.....	19
3.12 การเขียนโค้ดหาค่า Laplacian สำหรับการตัดแยกภาพเบลอ.....	20
3.13 ชุดข้อมูลภาพจากวีดีโอ.....	20
3.14 ภาพเบลอที่มีค่า Laplacian ต่ำ.....	21
3.15 การนำเข้าภาพข้อมูลภาพในโปรแกรม Agisoft Metashape Professional.....	22
3.17 การกำหนด Pixel size และ Focal length.....	22
3.18 การกำหนดจุดควบคุมภาพ.....	23
3.19 การกำหนดระยะห่างของแต่ละจุด.....	23
3.20 การใช้คำสั่ง Align Photo.....	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.21 ผลลัพธ์ Align photo.....	24
3.22 การใช้คำสั่ง Build Dense Cloud.....	25
3.23 ผลลัพธ์ Build Dense Cloud.....	25
3.24 การใช้คำสั่ง Build Mesh.....	26
3.25 ผลลัพธ์ Build Mesh.....	26
3.26 การใช้คำสั่ง Build Texture.....	27
3.27 ผลลัพธ์ Build Texture.....	27
3.28 การวัดขนาดวัตถุจริงเทียบกับแบบจำลองสามมิติ.....	28
3.29 การตรวจเช็คร่องรอยความเสียหายของตัวรถบนซอฟต์แวร์ Agisoft Metashape โดยเปรียบเทียบกับรายงานการตรวจสอบร่องรอยความเสียหาย ของเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน.....	28
4.1 ภาพชุดข้อมูลของภาพจากภาพนิ่ง และ ภาพจากวิดีโอ.....	29
4.2 ผลตัวอย่างค่า Laplacian ชุดข้อมูลระหว่างภาพที่ได้จากภาพนิ่งและภาพที่ได้จากวิดีโอ.....	30
4.3 กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ระหว่างภาพนิ่งและวิดีโอแบบ boxplot.....	30
4.4 กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ระหว่างภาพนิ่งและวิดีโอ.....	31
4.5 ภาพชุดข้อมูล 4 ตัวอย่าง.....	32
4.6 ตัวอย่างค่า Laplacian ที่ได้จาก Spyder และทางสถิติเชิงพรรณนาของข้อมูล 4 ชุด.....	32
4.7 กราฟ boxplot ของข้อมูลทั้ง 4 ชุดข้อมูล.....	33
4.8 กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ทั้ง 4 ชุดข้อมูล.....	33
4.9 แนวการถ่วงรูปของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิดีโอแกรมเมตรี.....	35
4.10 แบบจำลองสามมิติของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิดีโอแกรมเมตรี.....	35
4.12 แบบจำลองสามมิติของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิดีโอแกรมเมตรี (1).....	36
4.12 แบบจำลองสามมิติของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิดีโอแกรมเมตรี (2).....	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 การตรวจสอบร่องรอยความเสียหายของเจ้าหน้าที่ตำรวจ.....	38
4.14 การตรวจสอบร่องรอยความเสียหายจากแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม Agisoft metashape.....	38
4.15 ร่องรอยความเสียหายของตัวรถยนต์.....	39
4.16 ร่องรอยความที่ตรวจสอบจากแบบจำลองสามมิติ.....	39
5.1 แสงแดดสะท้อนและความมันวาวของวัตถุ.....	42



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูล.....	10
2.2 การเก็บข้อมูล.....	11
4.1 การเปรียบเทียบการเก็บข้อมูลระหว่างภาพถ่ายกับวีดีโอ.....	33
4.2 การเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยวิธีโฟโตแกรมเมตรีและวีดีโอแกรมเมตรี.....	34
4.3 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติระหว่างภาพนิ่งและวีดีโอ.....	36



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เมื่อเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกขึ้น ไม่ว่าจะเกิดจากรถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน รถบรรทุก รถโดยสาร ตลอดจนยานพาหนะทางบกทุกชนิดเมื่อเกิดการเฉี่ยวชนกัน หรือชนกับวัตถุอื่นใดในถนน หรือชนคนเดินเท้า คนโดยสาร ก็ตาม ย่อมจะมีผู้ได้รับความเสียหายและมีผู้ขับขีหรือกระทำโดยประมาททั้งนี้กฎหมายให้อำนาจแก่พนักงานสอบสวนมีหน้าที่ทำการสืบสวนสอบสวนคดีอุบัติเหตุจราจรทางบกด้วยการแสวงหาข้อเท็จจริงและหลักฐานไปตามอำนาจหน้าที่เพื่อจะทราบรายละเอียดความผิดและรวบรวมพยานหลักฐานตลอดจนการดำเนินการซึ่งพนักงานสอบสวนได้ทำไปเกี่ยวกับความผิดที่กล่าวหาเพื่อที่จะทราบข้อเท็จจริงหรือพิสูจน์ความผิดและจะนำตัวผู้กระทำผิดมาฟ้องโทษ โดยในคดีจราจรทางบกให้ถือว่ารัฐเป็นผู้เสียหายซึ่งร่องรอยการเฉี่ยวชนอาจจะเป็นเศษวัตถุหรือชิ้นส่วนของรถที่ตกอยู่ สภาพความเสียหายของรถ ทำให้ทราบลักษณะทิศทางการชนของรถ ความเร็วของรถ ความแรงของการชน สีของรถคันที่ชนติดอยู่ ระดับความสูงต่ำหรือตำแหน่งที่ชนกัน ร่องรอยความเสียหายของรถแต่ละคันที่ชนกัน ซึ่งเมื่อนำรถคู่กรณีมาวางเทียบตำแหน่งเข้าด้วยกันแล้วพิจารณาประกอบกับร่องรอยบนถนนแล้วจะสามารถบอกทิศทางการชนกันของรถได้ วัตถุพยานจึงเป็น ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปใช้การวิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดเหตุและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อการสืบสวนและสอบสวนภายหลังเกิดเหตุการณ์เชื่อมโยงของวัตถุพยาน ต่างๆ ในสถานที่เกิดเหตุ

การสร้างแบบจำลองสามมิติวัตถุหลักฐานร่องรอยการเฉี่ยวชนให้มีสภาพเหมือนที่ปรากฏจึงเป็นหนึ่งในทางเลือกที่จะใช้ในการเก็บหลักฐานวัตถุพยานในครั้งแรกก่อนเข้าตรวจสอบได้ก็จะเป็นประโยชน์ต่อทางคดีอย่างยิ่งและเป็นพยานหลักฐานสำคัญที่ใช้ อ้างอิงในการพิจารณาที่เกี่ยวกับคดีจราจรที่เป็นร่องรอยของการเฉี่ยวชน โดยการสร้างแบบจำลองสามมิตินั้นสามารถทำได้หลายวิธีโดยกระบวนการทำงานสำรวจด้วยการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติอาศัยขั้นตอน วัดสอบกล้องถ่ายภาพ การกำหนดจุดควบคุมภาพ การรังวัดจุดร่วมบนภาพ เพื่อประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายเป็นค่าพิกัดสามมิติ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ออกมาประมวลผลเป็นแบบจำลองสามมิติ แต่เนื่องจากการการลงพื้นที่ไปสำรวจเก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ต้องไปขอเก็บข้อมูลจากกองพิสูจน์หลักฐานซึ่งการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูลของร่องรอยการเฉี่ยวชนนั้นในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลไปสร้าง

แบบจำลองสามมิตินั้นใช้เวลาในการเก็บข้อมูลมากซึ่งอาจเป็นการทำให้เสียเวลาของเจ้าหน้าที่ฝ่ายพิสูจน์หลักฐานและเสียเวลาในการเก็บข้อมูลของร่องรอยการเสียหายสำหรับคดีจราจร

ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาการสร้างแบบจำลองสามมิติโดยวิธีวิดีโอแกรมเมตรี (Videogrammetry) จากกล้องโทรศัพท์มือถือเพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลสำหรับการสำรวจของร่องรอยการเสียหายสำหรับคดีจราจร และช่วยในการวัดรายละเอียดที่ซับซ้อนในหลายมิติของโครงสร้างที่ซับซ้อน แล้วสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อดูว่า คุณภาพของการเก็บข้อมูลด้วยวิธีวิดีโอแกรมเมตรีนั้นมีความละเอียดถูกต้องมากกว่า การเก็บข้อมูล ด้วยการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้

1.2 วัตถุประสงค์

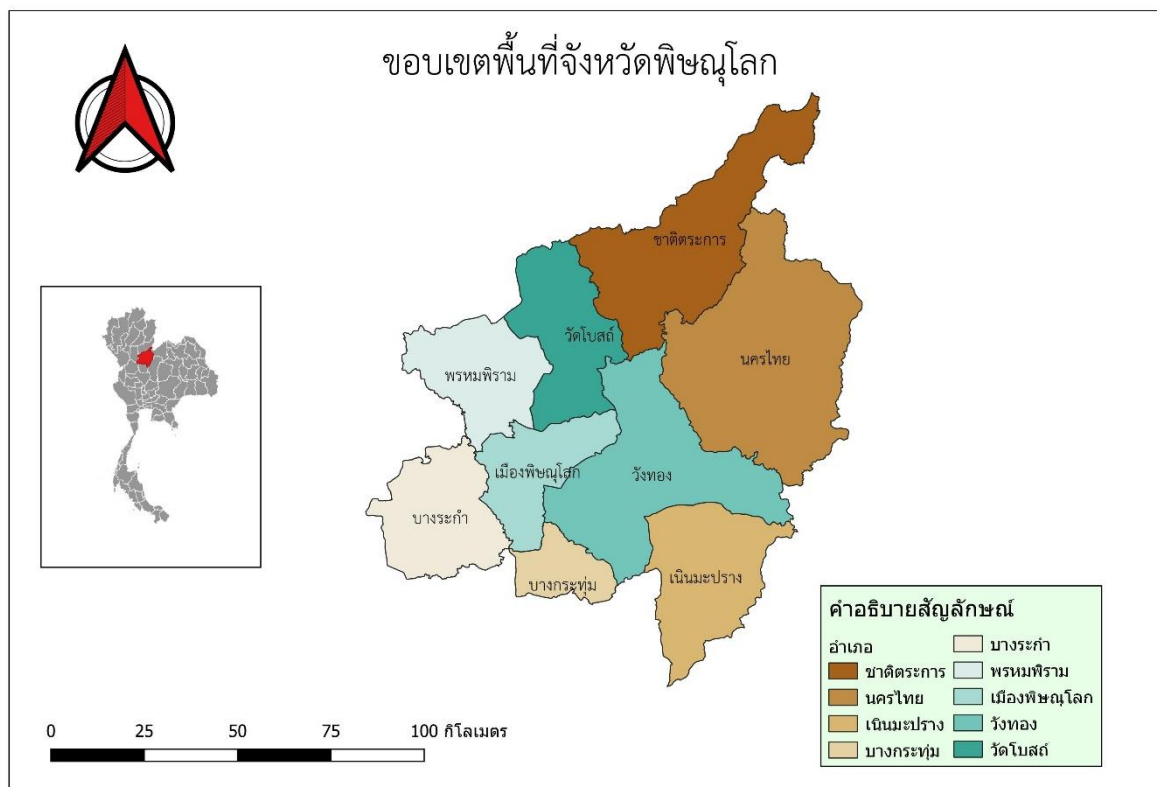
เพื่อประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองสามมิติด้วย วิดีโอแกรมเมตรี (Videogrammetry) ในการเก็บข้อมูลของร่องรอยความเสียหายตัวรถยนต์ สำหรับงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจร

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานพิสูจน์หลักฐานด้วยวิธีวิดีโอแกรมเมตรี (videogrammetry) เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดทำแบบจำลอง ร่องรอยความเสียหายตัวรถยนต์ สำหรับงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจรสำหรับงานพิสูจน์หลักฐาน เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน และใช้เป็นแนวทางประกอบการจัดทำรายงานของหลักฐานอ้างอิงประกอบในชั้นศาล

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ ผู้จัดทำได้กำหนดพื้นที่ในการศึกษาที่เกิดขึ้นในจังหวัดพิษณุโลก ในการเก็บข้อมูลภาพถ่าย เพื่อใช้ในการศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานพิสูจน์หลักฐาน ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้



ภาพที่ 1.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การสร้างแบบจำลองสามมิติ

การสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D-model reconstruction) เป็นการสร้างรูปทรงหรือรูปร่างแบบสามมิติ โดยการกำหนดจุดต่างๆ และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปทรงสามมิติอาจทำได้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ในกรณีที่รูปทรงเป็นแบบสมมาตร หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงที่ประกอบขึ้นจากรูปทรงเรขาคณิตมาประกอบกัน หากเป็นรูปทรงที่ไม่สมมาตร หรือมีรายละเอียดมาก ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดต่างๆ และลากเส้นต่อจุดเองด้วยผู้วาดภาพที่เชี่ยวชาญ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับใบหน้าและศีรษะมนุษย์ จำเป็นต้องกำหนดจุดเป็นจำนวนมากในหลักหมื่น เมื่อลากเส้นตรงต่อจุดเชื่อมโยงเป็นรูปใบหน้าและศีรษะในสามมิติ รูปทรงที่ได้เสมือนเกิดจากรูปสามเหลี่ยม หรือรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) มาเรียงต่อกันเป็นแบบเส้นโครง (wire-frame) สำหรับรูปใบหน้า และศีรษะมนุษย์ อาจมีจำนวนรูปหลายเหลี่ยมในหลักพัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของการสร้างแบบจำลอง ในปัจจุบัน

การสร้างแบบจำลองสามมิติอาจทำได้จากการใช้เครื่องกราดสามมิติ เพื่อกราดรูปทรงจริงสามมิติ เช่น ใบหน้ามนุษย์ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลรูปหลายเหลี่ยมที่ได้ยังคงไม่สมบูรณ์ จึงต้องใช้ผู้วาดภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับแต่งข้อมูลที่อาจไม่ถูกต้อง ซึ่งคงต้องใช้เวลามาก (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2555)

1.5.2 การตรวจสอบร่องรอยการเฉี่ยวชนของคดีจราจร

ทำให้ทราบลักษณะทิศทางการชนของรถ ความเร็วของรถ ความแรงของการชน สีของรถคันที่ชนติดอยู่ ระดับความสูงต่ำหรือตำแหน่งที่ชนกัน คราบเลือดหรือชิ้นเนื้อ เส้นผมของผู้บาดเจ็บที่ติดอยู่ ร่องรอยความเสียหายของรถแต่ละคันที่ชนกัน ซึ่งเมื่อนำรถคู่กรณีมาวางเทียบตำแหน่งเข้าด้วยกันแล้ว พิจารณาประกอบกับร่องรอยบนถนนแล้วจะสามารถบอกทิศทางการชนกันของรถได้ (พ.ต.อ.อภิรักษ์ นักร้อง, 2559)

1.5.3 การรังวัดด้วยภาพในระยะใกล้

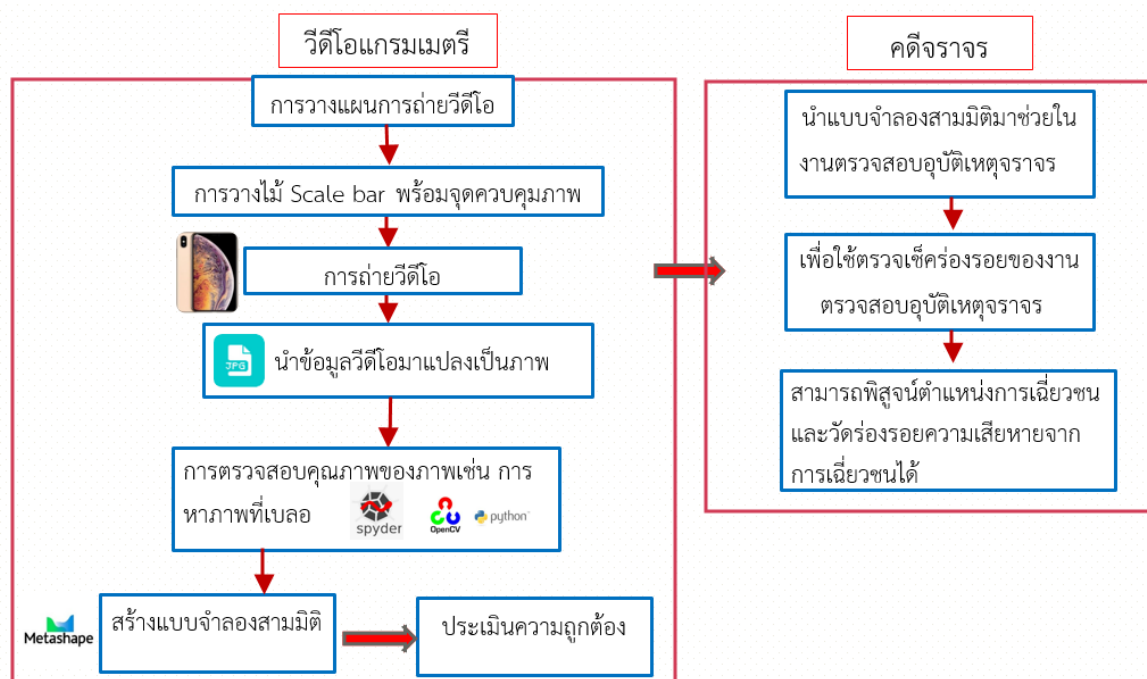
การรังวัดด้วยภาพในระยะใกล้ (Close-range Photogrammetry) เป็นการรังวัดด้วยภาพที่ระยะระหว่างกล้องถ่ายรูปอยู่ห่างจากวัตถุที่จะรังวัดไม่มากนัก โดยทั่วไปจะจำกัดในระยะ 1-100 ม. จะมีการใช้กล้องถ่ายภาพพิเศษเพื่อการนี้โดยเฉพาะ ปัจจุบัน ด้วยวิวัฒนาการของกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่มีขายในท้องตลาดและนิยม ใช้งานอยู่ในชีวิตประจำวันทั่วไป หรือกล้องถ่ายภาพสำหรับงานอดิเรกและมีอาชีพที่มีศักยภาพพอที่จะ นำมาใช้งานในการรังวัดด้วยภาพได้ โดยจะต้องมีกระบวนการปรับเทียบมาตรฐาน (calibration) เพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะทางเรขาคณิตของกล้องดิจิทัลเหล่านั้นเสียก่อน การรังวัดด้วยภาพระยะใกล้ สามารถประยุกต์ใช้กับงานบันทึกภาพและจำลองแบบโบราณสถาน โบราณวัตถุ งานด้านการ ตรวจสอบทางอุตสาหกรรม ทางด้านการแพทย์ เพื่อใช้หาขนาดและรูปร่างของวัตถุที่มีรูปร่างซับซ้อน หรือต้องการประหยัดเวลาในการบันทึก (ไพศาล สันติธรรมนนท์, 2553)

1.5.4 วิธีโอแกรมเมตรี (Videogrammetry)

Videogrammetry คือการประมวลผลสตรีมวิดีโอเพื่อดึงข้อมูลสามมิติเดิมใช้สำหรับแอปพลิเคชันในอุตสาหกรรมเช่นการจับการเคลื่อนไหวการวิเคราะห์การชนการทำแผนที่บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สามารถจับภาพวิดีโอได้ คุณภาพของวิดีโอจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของภาพ ดังนั้นวิดีโอที่มีความละเอียดสูงจะมีแนวโน้มที่จะได้ผลลัพธ์ที่ดี (Gruen, 1997)

1.6 กรอบแนวคิดงานวิจัย

กรอบแนวคิดแสดงภาพที่ 1.2 ดังนี้



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิด

ซึ่งจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กระบวนการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้เริ่มจากการวางแผนการวิดีโอ ซึ่งจะมีการกำหนดแนวการถ่ายวิดีโอและวางไม้ Scale bar พร้อมจุดควบคุมภาพ เพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีความถูกต้อง จากนั้นทำการถ่ายภาพโดยใช้กล้องจากโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max
3. นำข้อมูลวิดีโอไปแปลงเป็นรูปภาพด้วย โปรแกรม Free Video to JPG Converter
4. นำรูปภาพที่แปลงจากวิดีโอแล้วไปพัฒนาอัลกอริทึมการหาภาพเบลอด้วยภาษา Python และ ไลบรารี Open CV ด้วยโปรแกรม Spyder
5. นำรูปภาพไปประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional เพื่อให้ได้แบบจำลองสามมิติ

6. ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติโดยการวัดขนาดจากวัตถุจริงเทียบกับแบบจำลองสามมิติ
7. นำแบบจำลองสามมิติมาช่วยในงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจร

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระบวนการในการเก็บข้อมูลและลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูล เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติของร่องรอยการเฉี่ยวชนไปใช้สำหรับในคดีจราจร
2. ได้แนวทางในการควบคุมคุณภาพของภาพในการรังวัดจากภาพถ่าย คือ การหาภาพที่เบลอ



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานพิสูจน์หลักฐาน ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้กรณีศึกษาพื้นที่ที่มีคดีจราจรในจังหวัดพิษณุโลก ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูล และศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 พิสูจน์หลักฐาน (Forensic science)

เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกสาขามาประยุกต์ใช้ในการเก็บและพิสูจน์หลักฐาน ตรวจร่างกาย และวัตถุพยาน เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ เคมี คอมพิวเตอร์ เป็นต้น เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริง ในคดีความต่าง ๆ ทั้งนี้ก็เพื่อผลในการบังคับใช้กฎหมาย และการลงโทษผู้กระทำความผิด (ณัฐดนัย เนียมทอง, 2560)

2.2 การถ่ายภาพในสถานที่เกิดเหตุ

การถ่ายภาพในสถานที่เกิดเหตุ (Depict scene photographically) เป็นการอธิบายวิธีการถ่ายภาพบริเวณสถานที่เกิดเหตุประกอบรายงานการตรวจสถานที่เกิดเหตุ การถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ การถ่ายภาพระยะใกล้ การถ่ายภาพระยะกลาง และการถ่ายภาพระยะไกล ให้ครอบคลุมสภาพหรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดเหตุ โดยเฉพาะวัตถุพยานที่พบในสถานที่เกิดเหตุ เพื่อให้บุคคลที่ไม่ได้ไปร่วมตรวจสถานที่เกิดเหตุได้เห็นสภาพของสถานที่เกิดเหตุได้ชัดเจนขึ้น โดยการถ่ายภาพในสถานที่เกิดเหตุของคดีแต่ละประเภท ได้แก่ คดีเกี่ยวกับทรัพย์ คดีเกี่ยวกับเพลิงไหม้ คดีเกี่ยวกับชีวิต คดีเกี่ยวกับเหตุระเบิด หรือคดีอื่นๆ ก็จะต้องถ่ายภาพให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับสาระสำคัญของคดีครบถ้วนก่อนการเคลื่อนย้ายหรือทำการเก็บรวบรวมวัตถุพยาน หลังจากนั้นให้ร่วมพิจารณากับเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานว่าหากจำเป็นต้องมีการตรวจสถานที่เกิดเหตุเพิ่มเติมให้พนักงานสอบสวนรักษาสถานที่เกิดเหตุไว้ก่อน หากการตรวจสถานที่เกิดเหตุเสร็จสิ้นแล้วให้ทำการส่งมอบสถานที่เกิดเหตุคืนให้กับผู้เสียหายต่อไป (รุจิระ บุนนาค, 2560)

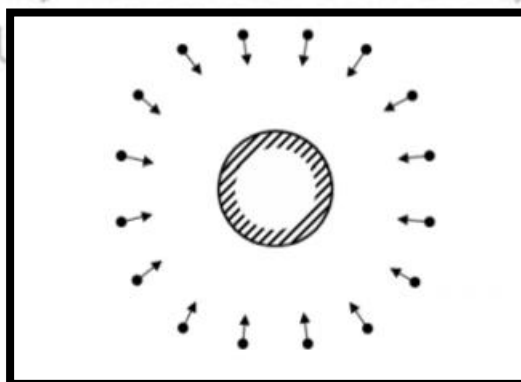
การถ่ายภาพสถานที่เกิดเหตุคดีอุบัติเหตุทางจราจร การถ่ายภาพเหตุคดีอุบัติเหตุการจราจร จะใช้การบันทึกภาพถ่ายตามหลักของการตรวจสถานที่เกิดเหตุทั่วไปดังนี้

1. ถ่ายภาพด้านหน้า ด้านหลัง ของรถทั้งสองคัน (หรือทุกคันที่มีเหตุเกิดร่วมกัน) โดยในภาพให้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงยี่ห้อของรถและป้ายทะเบียนของรถทั้งด้านหน้าและด้านหลัง
2. ถ่ายภาพร่องรอยของการชนปะทะกันของรถคู่กรณี ซึ่งจะต้องใช้มาตราส่วนกำกับไว้ในภาพด้วย โดยการวัดจากพื้นขึ้นไปถึงรอย และให้ภาพถ่ายบันทึกเห็นตัวเลขตรงตำแหน่งรอยอย่างชัดเจนด้วย เพื่อเป็นหลักฐานยืนยัน
3. ถ่ายภาพรอยของการปะทะหรือเฉี่ยวชนนั้นให้เห็นอย่างชัดเจน และ ควรถ่ายไว้หลายๆ มุม เพื่อแสดงลักษณะของรอยดังกล่าวจากการมองมุมทิศทาง โดยให้ข้อสังเกตถึงสี และส่วนประกอบของรถที่ต่างไปจากที่มันควรเป็นก่อนการเกิดเหตุของรถแต่ละคัน
4. ถ่ายภาพรถทั้งสองคัน โดยเคลื่อน-จุง-ลาก มาไว้แสดงให้เห็นในภาพว่าสามารถเทียบรอยที่เกิดขึ้นกับรถแต่ละคันว่าจะเข้ากันได้หรือไม่ ซึ่งในภาพนี้เป็นการแสดงถึงรถ คู่กรณีที่อยู่ในภาพเดียวกัน และชี้ตำแหน่งของร่องรอยไว้ให้ชัดเจน

2.3 การวางแผนการถ่ายภาพ

การวางแผนการถ่ายภาพจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแบบจำลองสามมิติ เพื่อผลลัพธ์ที่ดีของการสร้างแบบจำลองสามมิติ จะต้องมีการซ้อนทับกันเพียงพอในชุดข้อมูล ในกรณีถ่ายภาพทางอากาศ ความต้องการในการซ้อนทับดังนี้ 80% ของด้านหน้าและ 60% ของด้านข้าง เป็นอย่างน้อย

วงกลมตรงกลาง คือ ตำแหน่งของวัตถุในการถ่ายวิดีโอ ลูกศร คือ ทิศทางการถ่ายวิดีโอ ดังภาพที่ 2.1

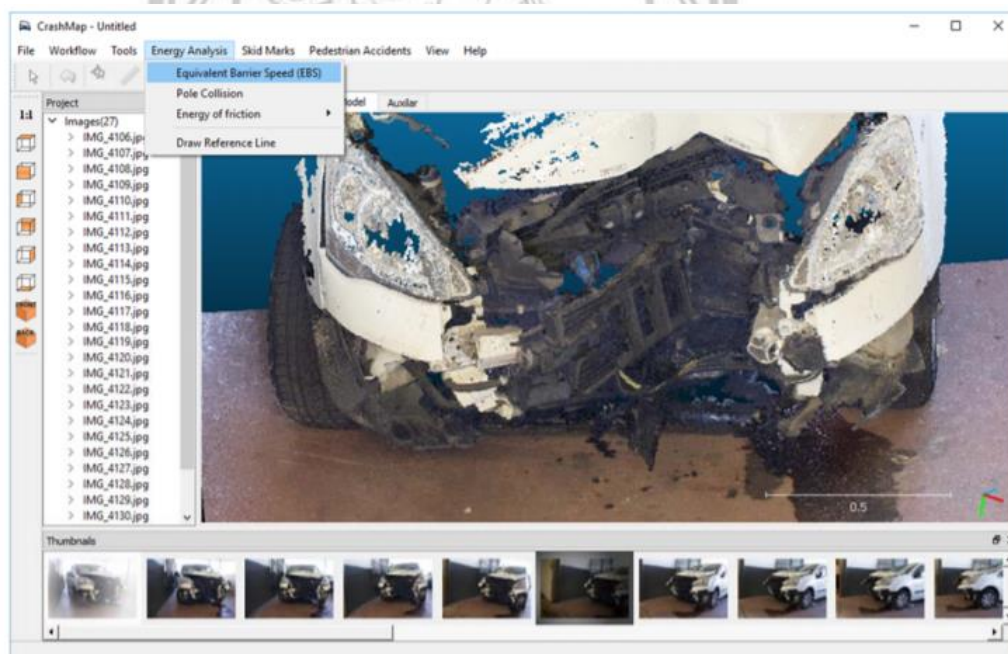


ภาพที่ 2.1 การวางแผนการถ่ายภาพ (Agisoft, 2006)

ในส่วนของการถ่ายวิดีโอควรมีมากกว่า 2รอบ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) Morales et al, (2017) ได้ทำงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางใหม่ในการคำนวณพลังงานของอุบัติเหตุบนท้องถนนด้วยวิธีการถ่ายภาพระยะใกล้ในการเก็บข้อมูลของวัตถุที่เป็นรถที่เกิดจากการชนในอุบัติเหตุบนท้องถนน และทำการประมวลผล โฟโตแกรมเมตริก ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือโอเพนซอร์ส GRAPHOS (integrated Photogrammetric Suite) พัฒนาโดย Gonzalez-Aguilera และคณะ (2016) จากนั้นใช้ซอฟต์แวร์ CRASHMAP เพื่อการวิเคราะห์พลังของอุบัติเหตุบนท้องถนนเสี่ยงการใช้แบบจำลองสามมิติที่แข็งแกร่งและแม่นยำ แอปพลิเคชันเดสก์ท็อป CRASHMAP_desktop (ในภาพที่ 2.2) ซึ่งมีเป้าหมายหลักคือช่วยเหลือผู้ใช้ระหว่างการวิเคราะห์พลังของอุบัติเหตุบนท้องถนนที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์หนึ่งคันหรือหลายคัน เครื่องมือนี้ อนุญาตให้เห็นสิ่งอื่นใดการประเมินความผิดปกติของยานพาหนะที่ผ่านการวิเคราะห์การรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ และสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับการเปลี่ยนรูปเหล่านี้ CRASHMAP_desktop สามารถวิเคราะห์พลังได้ในเวอร์ชันปัจจุบัน



ภาพที่ 2.2 CRASHMAP_desktop: เครื่องมือสำหรับการสร้างภาพของแบบจำลอง 3D photogrammetry (Morales et al, 2017)

2) Alessio et al, (2018) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำเพื่อจัดทำแผนที่ของมรดกวัฒนธรรมอย่างรวดเร็วโดยในงานวิจัยนี้มีการใช้อุปกรณ์ เป็น กล้อง DSLR, กล้องติดไม้กันสั่น (Steadicamera) และเครื่องเลเซอร์สแกนโดยได้เลือกพื้นที่การศึกษาทั้งหมด 2 ที่ คือ ปราสาทวาลเลนติโน และมหาวิหารนิโคลา จากประเทศอิตาลี ถูกเลือกเป็นกรณีศึกษาเพราะมีคุณค่าทางวัฒนธรรมและคุณลักษณะที่แปลกประหลาดนอกจากนี้ยังสามารถรวมไว้ด้วยเหตุผลที่แตกต่างกันในส่วนของมรดกทางวัฒนธรรมที่อยู่ภายใต้ความเสี่ยงหลายประเภทโดยมีข้อมูลระยะเวลาในการเก็บข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลออกมาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูล (Alessio et al, 2018)




		เลเซอร์สแกน	Steadicam	กล้อง DSLR
(A)	การเก็บภาพ	52 นาที	2 นาที 20 วินาที	35 นาที
	การประมวลผล	3 ชม	8 ชม	9 ชม
(B)	การเก็บภาพ	178 นาที	4 นาที 30 วินาที	80 นาที
	การประมวลผล	14 ชั่วโมง	7 ชม	9 ชม

โดยจะเห็นได้ชัดว่าการเก็บข้อมูลโดยใช้ Steadicam นั้นมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลน้อยที่สุด จากนั้นหลังจากเก็บข้อมูลได้แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้นำไปสร้างแบบจำลองสามมิติ จึงได้ผลออกมาเปรียบเทียบกันโดยการเอา Steadicam มาเปรียบเทียบกับ กล้อง DSLR โดยผลออกมาคือ Steadicam นั้นมีค่า RMES มากกว่า กล้อง DSLR อยู่ 0.3 มม. ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้จึงสรุปได้ว่า การใช้เซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำอย่าง Steadicam นั้นเป็นหนึ่งในทางเลือกที่คุ้มค่าสำหรับการจัดทำแผนที่อย่างรวดเร็ว

3) A. Torresani , และ F. Remondin, (2019) ได้กล่าวถึงว่าการเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพจำเป็นต้องพึ่งทักษะในการถ่ายภาพและความรู้ต่างๆในการถ่ายภาพถ้าขาดคุณสมบัตินี้อาจจะเกิดความผิดพลาดในการสร้างแบบจำลองสามมิติได้ ดังนั้นการใช้วีดีโออาจเป็นการสนับสนุนที่สำคัญและก้าวไปสู่การทำงานในสถานที่ที่ง่ายขึ้นและผิดพลาดน้อยลง โดยพื้นที่การศึกษาก็เป็นมรดกวัฒนธรรม 3 แห่งโดยมีการเก็บข้อมูลโดยใช้วีดีโอ และอุปกรณ์ที่ใช้เป็น โทรศัพท์มือถือและได้ใช้ เทคนิควิธี Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) คือกระบวนการที่หุ่นยนต์จะสร้างแผนที่ของ

สภาพแวดล้อมในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ และระบุตำแหน่งของตัวเองในเวลาพร้อม ๆ กัน โดยที่หุ่นยนต์นั้นไม่มีข้อมูลของสิ่งแวดล้อมมาก่อน เพื่อประมวลผลสตรีมวิดีโอและข้อมูลสามมิติ และสร้างแบบจำลองสามมิติขึ้นมามีดังตารางการเก็บข้อมูลที่ 2.1 โดยงานวิจัยนี้ข้อสรุปว่าการสร้างวิดีโอ สามมิติขึ้นใหม่หากประกอบกับอัลกอริธึมการเลือกเฟรมขั้นสูงและวิธีการประมวลผลสามมิติที่แม่นยำอาจเป็นทางเลือกที่มีค่าได้ง่ายกว่าและมีแนวโน้มที่จะเกิดข้อผิดพลาดน้อยลงโดยเฉพาะเมื่อผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้ คุณสมบัติทางเรขาคณิต

ตารางที่ 2.2 การเก็บข้อมูล (A. Torresani และ F. Remondin, 2019)

Dataset name	Trento's cathedral façade – Trento-1	Trento's cathedral lion – Trento-2	Arches Castle – Cyprus
Example of frames			
Video Resolution	1920 x 1080 px	1920 x 1080 px	1920 x 1080 px
Smartphone	Samsung S9 plus	Samsung S9 plus	Samsung S6
Validation	RMSE on plane fitting	Visual inspection of derived 3D dense point cloud	Cloud2Cloud distance and profiles from a photogrammetric point cloud generated from 175 Nikon D3X images (6048 x 4032 px);
Video length	~ 2 min: 59 sec	~ 2 min: 45 sec	~ 4 min: 20 sec
# frames	5374	4953	7826

4) Herráeza et al, (2016) ได้ทำการศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยการใช้วิดีโอแอมเมตรี จากเครื่องเลเซอร์สแกนโดยในปัจจุบันเครื่องสแกนเลเซอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้มากที่สุดในงานประเภทนี้ มีประสิทธิภาพที่ยอดเยี่ยมที่สุดเท่าที่จะปริมาณของข้อมูลที่ให้ไว้ในช่วงเวลาสั้นๆในงานวิศวกรรมแต่มีปัญหาบางอย่างในการรวบรวมข้อมูลในการประมวลผลข้อมูลที่ตามมาและในแง่ของความถูกต้อง สำหรับการรวบรวมข้อมูลจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลหลาย ๆ รอบองค์ประกอบเพื่อจับภาพเรขาคณิตทั้งหมดและเพื่อให้สามารถระบุวัตถุได้อย่างราบรื่นแต่ก็จะติดปัญหาด้านต้นทุนเพราะเครื่องเลเซอร์สแกนนั้นมีต้นทุนสูงการใช้วิดีโอแอมเมตรีนั้นจึงมาตอบสนองต่อความต้องการของงานวิจัยนี้เนื่องจากใช้ต้นทุนต่ำและมีความไวในการเก็บข้อมูลกว่าการใช้เครื่องเลเซอร์สแกนและการถ่ายภาพระยะใกล้หรือโฟโตแกรมเมตรี งานนี้แสดงให้เห็นถึงการสร้างแบบจำลองสามมิติโดยใช้เลเซอร์สแกนเนอร์และกล้องวิดีโอแบบต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบกับเครื่องเลเซอร์สแกนทั้งสองเป็นแบบเครื่องเลเซอร์สแกนเนอร์ของ Leica ScanStation 2 เป็นเลเซอร์สแกนสำหรับงานสถาปัตยกรรม และอีกเครื่องเป็น EScan (สแกนเนอร์ 3D แบบพกพาความละเอียดสูง) ความแตกต่างที่ได้รับระหว่าง

แบบจำลองที่วัดได้สำหรับทั้งสองระบบนั้นอยู่ในช่วงระหว่าง 1 ถึง 2 มม. ซึ่งสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์เนื่องจากความถูกต้องของระบบวิดีโอแกรมคือ 1-2 มม. ในขณะที่ความแม่นยำของเลเซอร์สแกนเนอร์คือ 1 มม. เวลาทั้งหมดที่ใช้โดยเลเซอร์สแกนเนอร์แบบพกพาสามมิติคล้ายกับเลเซอร์สแกนเนอร์สถาปัตยกรรม



ภาพที่ 2.3 ระบบวิดีโอแกรมเมตรี

5) Sieberth et al, (2016) ได้ทำการเก็บภาพถ่ายระยะใกล้ด้วย UAV แต่เจอปัญหาจากลม ความปั่นป่วนและปัจจัยการผลิตอย่างกะทันหันซึ่ง อาจส่งผลให้ภาพเบลอลงในชุดข้อมูล การตรวจจับ และการยกเว้นภาพเบลอลังไม่เป็นไปโดยอัตโนมัติ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องกรองภาพเบลอลด้วยตนเอง ซึ่งใช้เวลานานเหนื่อยล้าสายตาก็มีแนวโน้มที่จะเกิดข้อผิดพลาด ในงานวิจัยเป็นวิธีอัตโนมัติในการตรวจจับภาพเบลอลซึ่งทั้งรวดเร็วและเชื่อถือได้จึงใช้กับชุดข้อมูลโฟโตแกรมเมตริก โดยใช้อัลกอริทึม SIEDS (ความแตกต่างของขอบภาพที่อิมตัวส่วนเบียงเบนมาตรฐาน) ปัจจุบันข้อ จำกัด ของแนวทาง SIEDS นั้นแตกต่างกัน ไม่สามารถเปรียบเทียบชุดข้อมูลโดยตรงกับชุดข้อมูลอื่นได้เนื่องจากไฟล์ ค่า SIEDS ที่แตกต่างกัน ถือเป็นกรทำให้ค่า SIEDS เป็นปกติภายในชุดข้อมูลเดียวเพื่อเปิดใช้งานการเปรียบเทียบระหว่างค่าต่างๆ ชุดข้อมูล อย่างไรก็ตามการใช้ค่า SIEDS ที่เป็นมาตรฐานเพื่อให้ชุดข้อมูลสามารถเทียบเคียงกันได้หรือกำหนดเกณฑ์ "ความคมชัด" คงที่เป็นไปไม่ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติของสถานที่เกิดเหตุ ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ กรณีพื้นที่ศึกษาคดีจราจรที่เกิดขึ้นในจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ข้อมูลภาพจากวิดีโอที่ได้จากกล้องโทรศัพท์มือถือจากนั้นทำการตัดแยกภาพเบลอ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติร่องรอยการเฉี่ยวชนและความเสียหายของตัวรถยนต์ โดยผู้วิจัยมีการกำหนดวิธีการดำเนินการศึกษา ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล จะมีการใช้เครื่องมือในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.1.1 อุปกรณ์การถ่ายวิดีโอ

- 1) กล้องโทรศัพท์มือถือรุ่น iPhone XS max โดยมีข้อมูลจำเพาะดังนี้
 - กล้องหลังถ่ายภาพนิ่งความละเอียดอยู่ที่ 12 ล้านพิกเซล (4032 x 3024)
 - กล้องหลังถ่ายวิดีโอความละเอียดอยู่ที่ 8 ล้านพิกเซล (3840 x 2160)



ภาพที่ 3.1 อุปกรณ์การถ่ายวิดีโอ กล้องโทรศัพท์มือถือ iPhone XS max

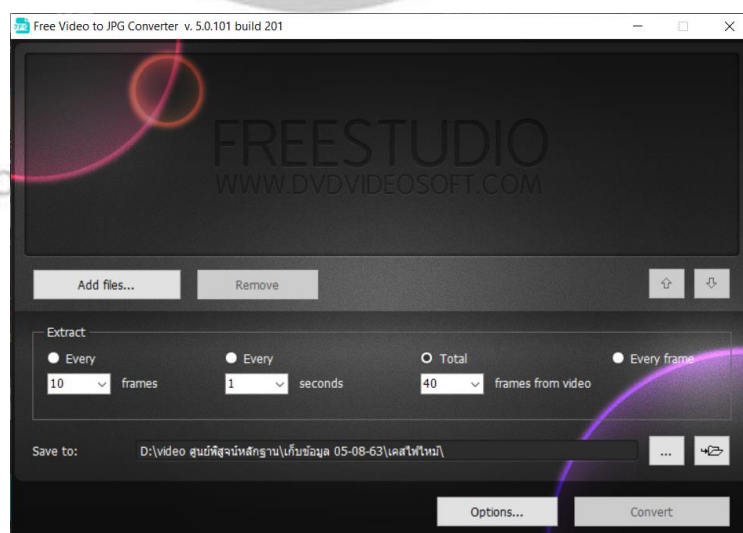
2) ไม้ scale bar พร้อมจุดควบคุมภาพ เพื่อใช้ในการกำหนดขนาดแบบจำลองสามมิติให้ถูกต้อง



ภาพที่ 3.2 ไม้ scale bar พร้อมจุดควบคุมภาพ

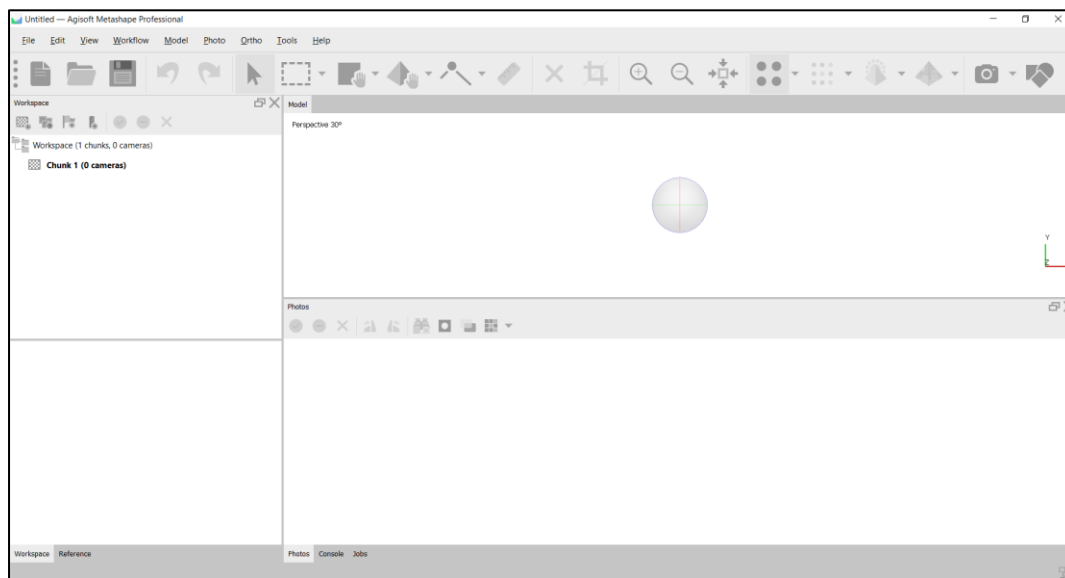
3.1.2 ซอฟต์แวร์ประมวลผล

1) โปรแกรม Free Video to JPG Converter เพื่อใช้ในการถอดเฟรมวิดีโอมาเป็นรูปภาพและยังสามารถกำหนดได้ว่าไฟล์วิดีโอไหนจะต้องการแปลงก่อนหลัง โดยการเลื่อนลูกศรเลื่อนขึ้นลง ที่มุมขวาบนของหน้าจอโปรแกรม เพื่อความต่อเนื่องของรูปภาพ ด้านการใช้งานสามารถตั้งค่าได้ว่า จะจับภาพหน้าจอจากวิดีโอ จะตัดภาพออกมาก็เฟรม หรือ จะตัดภาพออกมาในทุกๆ กี่วินาที หรือจะเอาทั้งหมดทุกเฟรมในวิดีโอ โดยโปรแกรมนี้ทางผู้พัฒนาให้เป็นโปรแกรมฟรีซอฟต์แวร์ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ



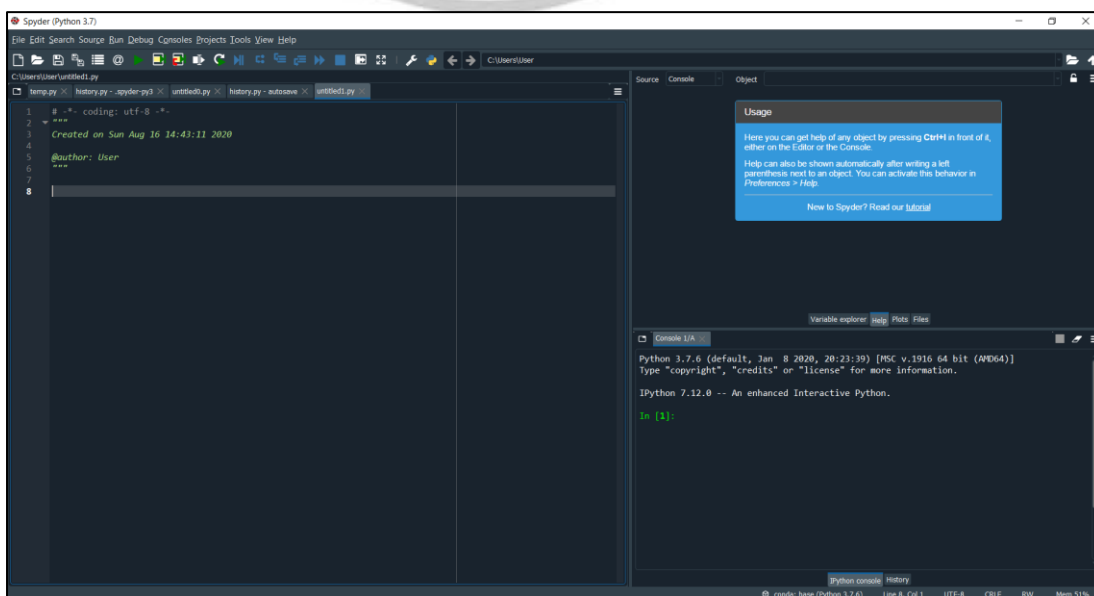
ภาพ 3.3 โปรแกรม Free Video to JPG Converter

2) โปรแกรม Agisoft Metashape Professional เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพถ่าย และสร้างแบบจำลอง สามมิติ



ภาพ 3.4 โปรแกรม Agisoft Metashape Professional

3) โปรแกรม Spyder (Python 3.7) เพื่อใช้ในการเขียนโค้ดสำหรับการตัดแยกภาพเบลอสถาปัตยกรรมและผลลัพธ์ได้ทั้งกราฟสองมิติ และกราฟสามมิติ



ภาพ 3.5 โปรแกรม Spyder (Python 3.7)

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยวิธีการรังวัดด้วยภาพถ่ายระยะใกล้
- 2) ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอคำปรึกษาเกี่ยวกับงานวิจัย และขอเก็บข้อมูล



ภาพ 3.6 การเก็บข้อมูลร่วมกับเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐาน 6 (29 กรกฎาคม 2563)

- 3) การวางแผนการถ่ายภาพ ตามทฤษฎีในบทที่ 2
- 4) การวางไม้ scale bar พร้อมจุดควบคุมภาพถ่าย เพื่อให้แบบจำลองนั้นมีขนาดที่ถูกต้อง



ภาพ 3.7 การวางไม้ scale bar พร้อมจุดควบคุมภาพ

5) การถ่ายวิดีโอ โดยใช้กล้องจากโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพจากวิดีโอ โดยจะถ่ายวิดีโอออกมาทั้งหมด 360 องศารอบตัวรถ โดยแบ่งการถ่ายออกมา 3 ระดับ คือ ช่วงสายตา ช่วงอก และ ช่วงเอว



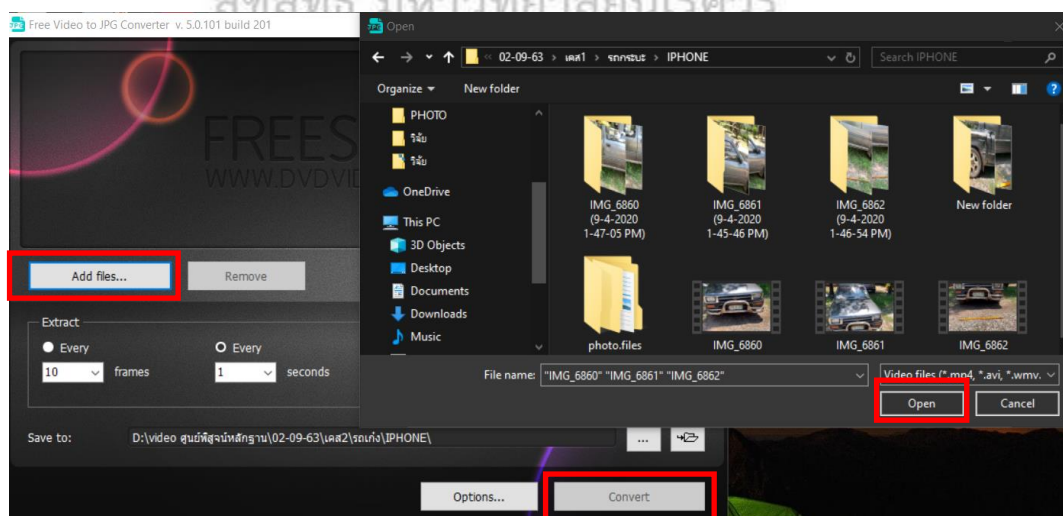
ภาพ 3.8 การถ่ายวิดีโอจากกล้องโทรศัพท์มือถือ

3.3 การประมวลผลข้อมูล

ในการประมวลผลข้อมูลมีวิธีการดังต่อไปนี้

3.3.1. การถอดภาพจากวิดีโอ ด้วยโปรแกรม Free Video to JPG Converter

เปิดโปรแกรม Free Video to JPG Converter คลิก Add files เพื่อนำเข้าวิดีโอ > เลือกไฟล์วิดีโอที่ต้องการ > จากนั้นคลิก Convert โดยจะถอด เฟรมวิดีโอทุกๆ 1วินาทีของวิดีโอ



ภาพ 3.9 การถอดเฟรมวิดีโอเป็นภาพจากโปรแกรม Free Video to JPG Converter

3.3.2 ทำการคัดแยกภาพเบลอด้วยโปรแกรม Spyder (Python 3.7) โดย ไสวารี

OpenCV

เนื่องจากภาพเบลอมีผลทำให้การรังวัดบนภาพถ่ายมีความแม่นยำน้อยลงซึ่งความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติจะมีความถูกต้องน้อยลง (Sieberth et al, 2016)

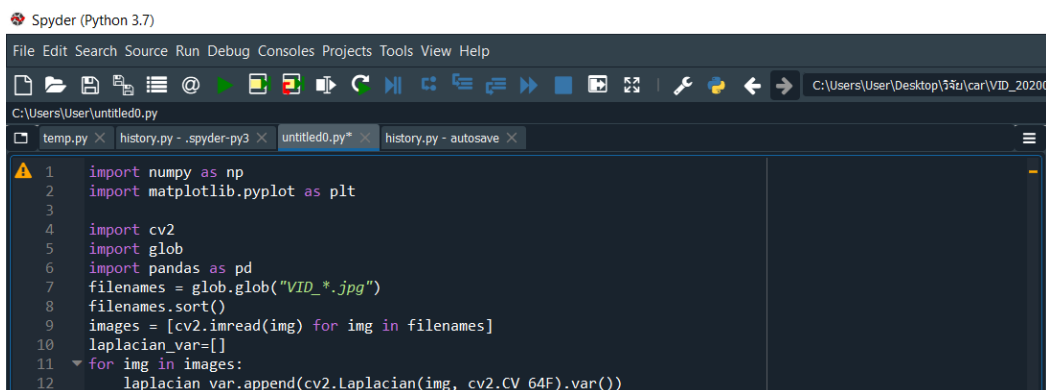


ภาพ 3.10 ตัวอย่างภาพเบลอที่ประเมินด้วยสายตา

โดยจะทำการใช้ฟังก์ชัน Laplacian ดังภาพที่ 3.11และ ภาพที่ 3.12 ในการหาภาพเบลอ โดยฟังก์ชัน Laplacian จะเป็นการหาตรวจจับขอบของภาพ ขอบของภาพ คือ สีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะเกิดค่าขึ้นมาซึ่งภาพเบลอส่วนใหญ่ขอบจะไม่ชัดและกลืนไปกับสีพื้นของภาพ โดยค่า Laplacian ที่มีค่าต่ำมีแนวโน้มว่าเป็นภาพเบลอดังภาพที่ 3.15 (Sergio Canu ,2019)

```
laplacian_var.append(cv2.Laplacian(img, cv2.CV_64F).var())
```

ภาพ 3.11 โค้ดฟังก์ชันของ Laplacian



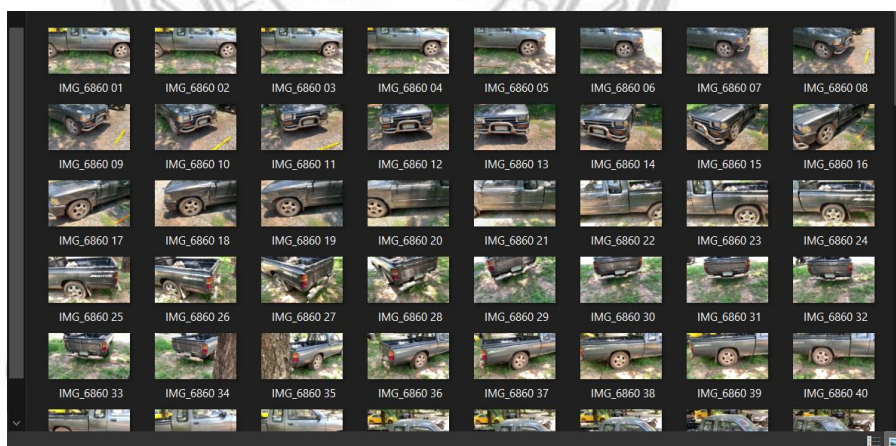
```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 import cv2
5 import glob
6 import pandas as pd
7 filenames = glob.glob("VID_*.jpg")
8 filenames.sort()
9 images = [cv2.imread(img) for img in filenames]
10 laplacian_var=[]
11 for img in images:
12     laplacian_var.append(cv2.Laplacian(img, cv2.CV_64F).var())

```

ภาพ 3.12 การเขียน code หาค่า Laplacian สำหรับการตัดแยกภาพเบลอ

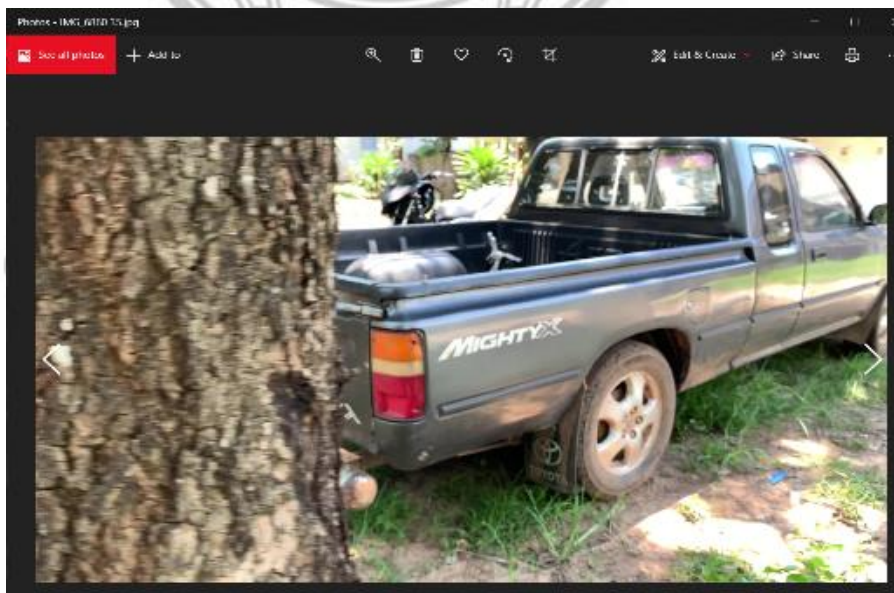
โดยทำการถ่ายภาพนิ่งและวิดีโอ สำหรับการหาค่า Laplacian ในการตัดแยกภาพเบลอตั้ง
ภาพที่ 3.13 และได้ผลลัพธ์เป็นค่า Laplacian ในภาพที่ 3.14



ภาพ 3.13 ชุดข้อมูลภาพ จาก วิดีโอ

รูปภาพ	ค่า Laplacian
IMG_6753.JPG	656.590
IMG_6754.JPG	664.737
IMG_6755.JPG	665.016
IMG_6756.JPG	654.538
IMG_6757.JPG	689.066
IMG_6758.JPG	654.057
IMG_6759.JPG	606.630
IMG_6760.JPG	768.592
IMG_6761.JPG	753.382
IMG_6762.JPG	780.004
IMG_6763.JPG	781.369
IMG_6764.JPG	1296.677
IMG_6765.JPG	1449.652
IMG_6766.JPG	1405.754
IMG_6767.JPG	1341.290
IMG_6768.JPG	1264.437
IMG_6769.JPG	1205.778
IMG_6770.JPG	665.156
IMG_6771.JPG	667.142
IMG_6772.JPG	642.131
IMG_6773.JPG	667.980
IMG_6774.JPG	666.993
IMG_6775.JPG	656.875
IMG_6776.JPG	679.205
IMG_6777.JPG	599.162
IMG_6778.JPG	507.191
IMG_6779.JPG	472.029
IMG_6780.JPG	450.624
IMG_6781.JPG	439.455
IMG_6782.JPG	473.354
IMG_6783.JPG	432.493

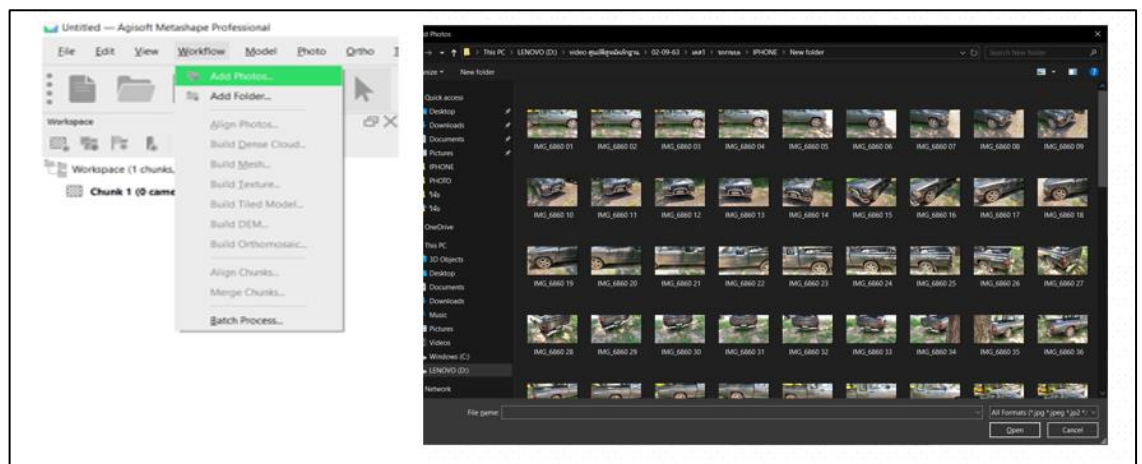
ภาพ 3.14 ผลค่า Laplacian ชุดข้อมูลของ วีดีโอ



ภาพ 3.15 ภาพเบลอที่มีค่า Laplacian ต่ำ

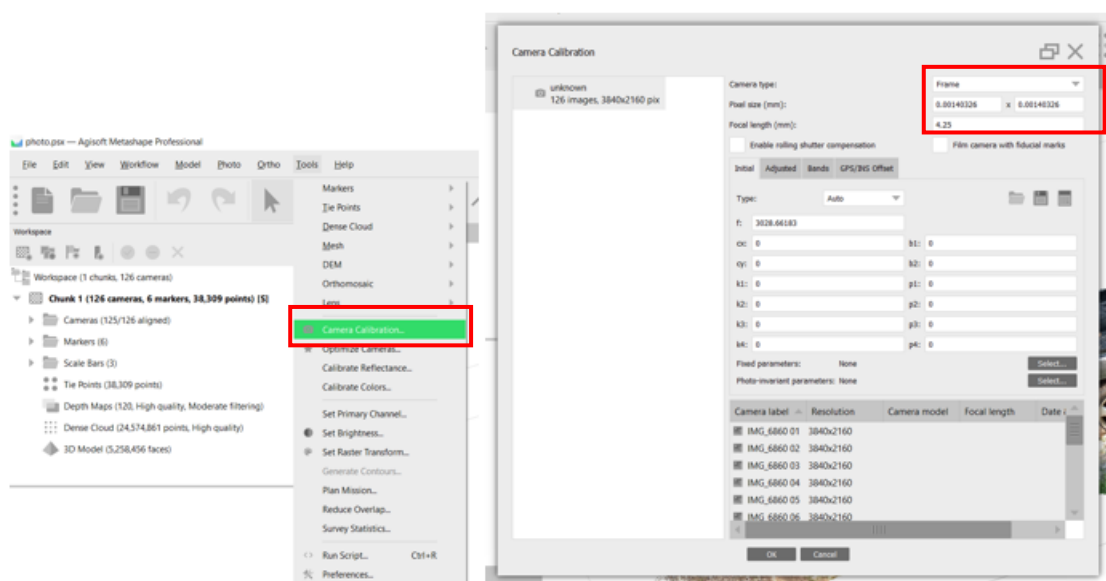
3.3.3 นำข้อมูลภาพที่ได้มาประมวลผลในโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

- เปิดโปรแกรม Agisoft Metashape Professional คลิกที่ workflow > add photo เพื่อนำเข้าข้อมูล



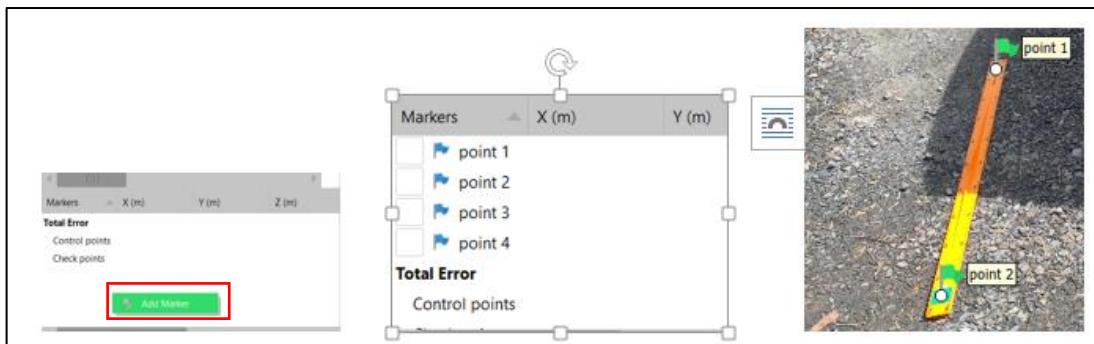
ภาพ 3.16 การนำเข้าภาพข้อมูลภาพในโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

- ไปที่ Tools > Camera Calibration ทำการกำหนด Pixel size และ Focal length เพราะเนื่องจาก การถอดภาพมาจากวิดีโอ จะไม่มีข้อมูลของภาพมาให้จึงต้องทำการกำหนดเองโดยอ้างอิงข้อมูลทางเทคนิคจากบริษัทของโทรศัพท์มือถือรุ่น iPhone Xs Max



ภาพ 3.17 การกำหนด Pixel size และ Focal length

- ทำการคลิกขวา เลือก Add Marker เพื่อกำหนดจุดควบคุมภาพ โดยจะสร้างขึ้นมา 4 จุด



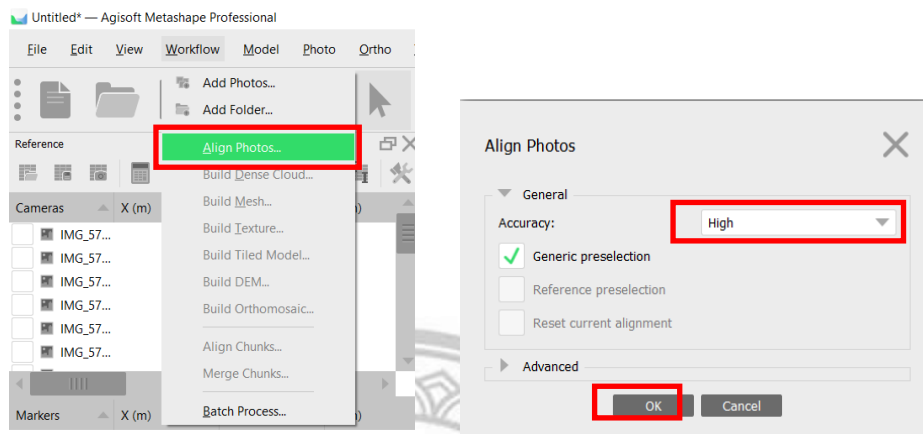
ภาพ 3.18 การกำหนดจุดควบคุมภาพ

- คลิกขวาที่ point เลือก Create Scale Bar > กำหนดระยะห่างของแต่ละจุด เพื่อให้แบบจำลองสามมิติมีขนาดที่ถูกต้อง

Scale Bars	Distance (m)	Accuracy (m)
<input checked="" type="checkbox"/> point 1...	0.900000	0.001000
<input checked="" type="checkbox"/> point 3...	0.900000	0.001000

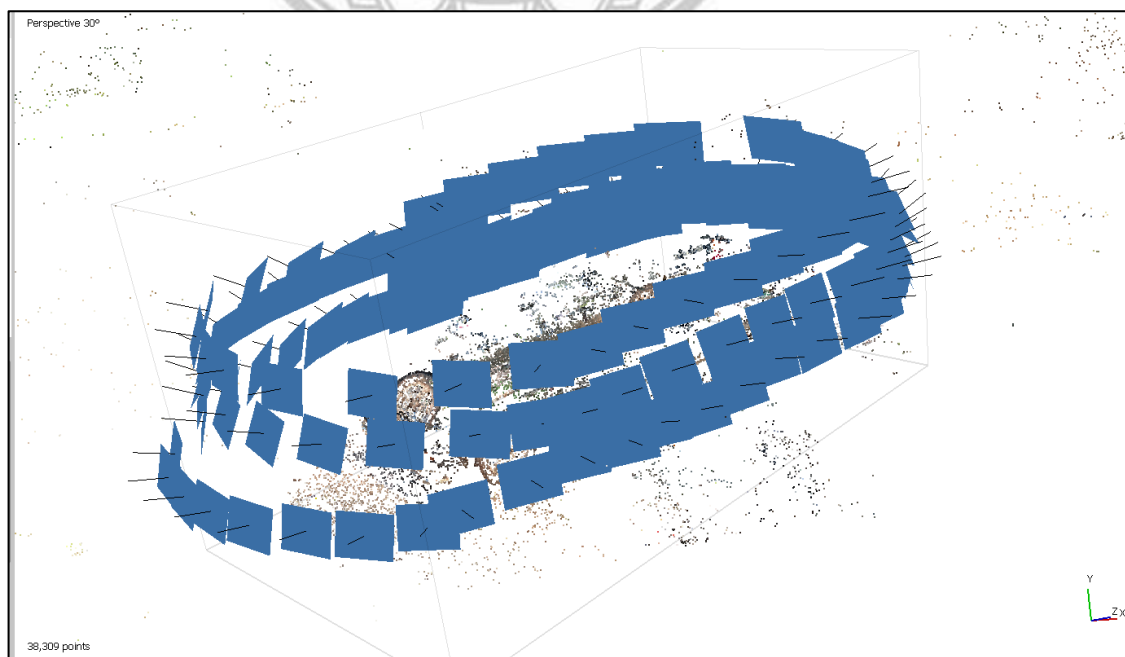
ภาพ 3.19 การกำหนดระยะห่างของแต่ละจุด

- คลิก Workflow > Align Photo ปรับ Accuracy High > OK



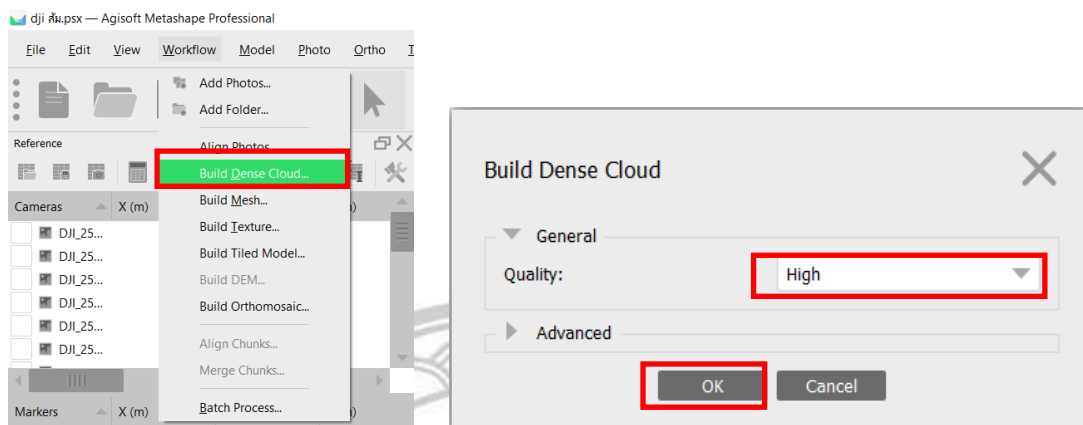
ภาพ 3.20 การใช้คำสั่ง Align Photo

- Align photo คือ การจัดเรียงรูปภาพ และนำจุดที่เหมือนกันของภาพแต่ละภาพเพื่อมาสร้าง เป็นแบบจำลอง



ภาพ 3.21 ผลลัพธ์ Align photo

- คลิกที่ Workflow > Build Dense Cloud...> ปรับ Quality เป็น High >OK



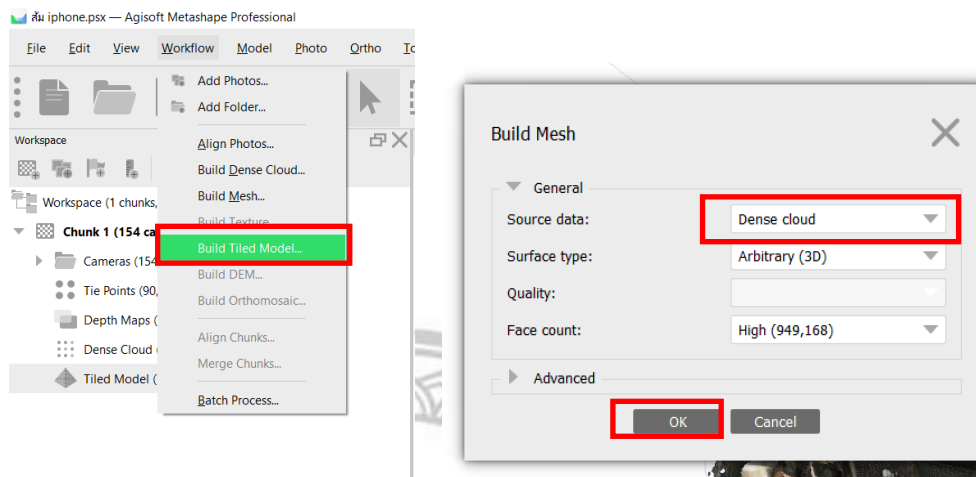
ภาพ 3.22 การใช้คำสั่ง Build Dense Cloud

- Build Dense Cloud คือ การเพิ่มจำนวนจุด Point Cloud ให้มากขึ้นก่อนจะนำไปสร้างพื้นผิว



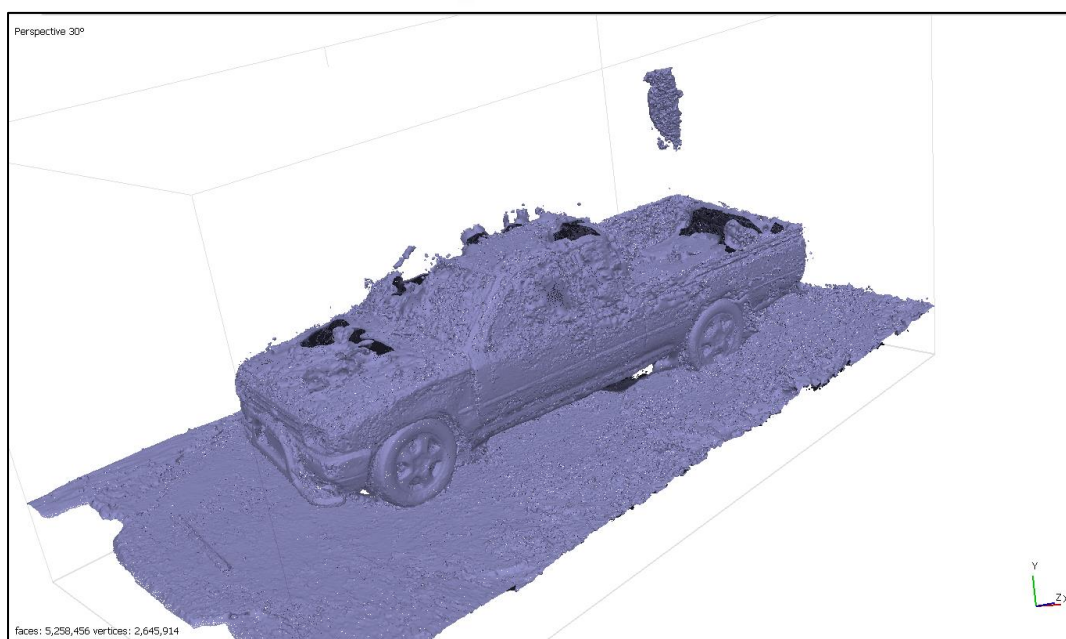
ภาพ 3.23 ผลลัพธ์ Build Dense Cloud

- คลิกที่ Workflow > Build Mesh เลือก Source data เป็น Dense cloud >OK



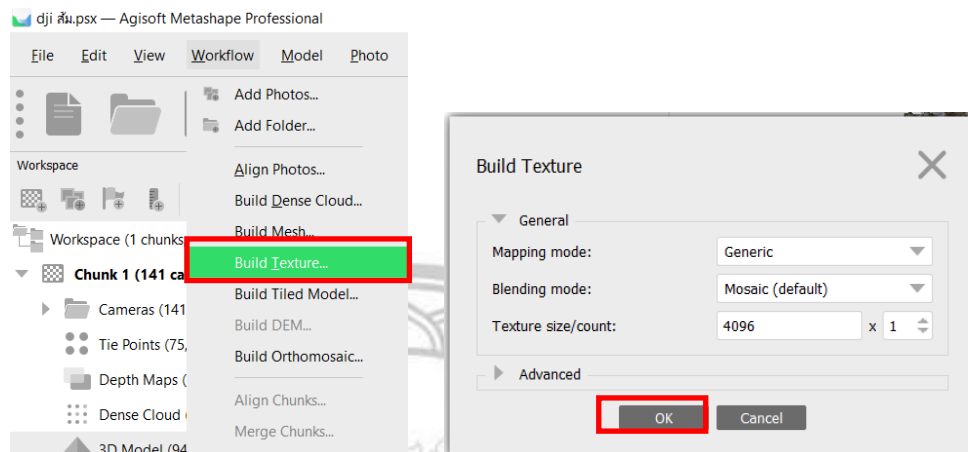
ภาพ 3.24 การใช้คำสั่ง Build Mesh

- Build Mesh คือ การสร้างข้อมูลจาก Point Cloud เป็นพื้นผิว



ภาพ 3.25 ผลลัพธ์ Build Mesh

- คลิกที่ Workflow > Build Texture > Mapping mode: เลือก Generic > Blending mode: เลือก Mosaic (default) > OK



ภาพ 3.26 การใช้คำสั่ง Build Texture

- Build Texture นำพื้นสีของภาพมาใส่ในแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองมีความสมจริงและมีความละเอียดของสีเพิ่มมากขึ้น



ภาพ 3.27 ผลลัพธ์ Build Texture

3.4 ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติ

ทำการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติโดยการวัดขนาดจากวัตถุจริงเทียบกับแบบจำลองสามมิติ จากภาพที่ ทำการวัดขนาดของวัตถุที่จริงเปรียบเทียบกับขนาดในแบบจำลองสามมิติ เพื่อหาค่า Error เมื่อได้ค่า Error แล้วจะทำการหาค่าสถิติเชิงพรรณนาเช่นค่า Mean หรือ Root Mean Squared Error (RMSE) ซึ่งจะหาได้จาก สูตร

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^{\Delta})^2}{n}}$$



ภาพที่ 3.28 การวัดขนาดวัตถุจริงเทียบกับแบบจำลองสามมิติ

3.5 นำแบบจำลองมาช่วยในคดีจราจร

นำแบบจำลองสามมิติ มาช่วยในงานตรวจสอบตรวจเช็คร่องรอยความเสียหายของตัวรถบนซอฟต์แวร์ Agisoft Metashape โดยเปรียบกับรายงานการตรวจสอบร่องรอยความเสียหาย ของเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน ในภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.29 ตรวจเช็คร่องรอยความเสียหายของตัวรถบนซอฟต์แวร์ Agisoft Metashape โดยเปรียบกับรายงานการตรวจสอบร่องรอยความเสียหาย ของเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติของร่องรอยการเฉี่ยวชนและความเสียหายของตัวรถยนต์ ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ซึ่งได้นำข้อมูลภาพถ่ายจากวิดีโอมาสร้างแบบจำลองสามมิติและนำแบบจำลองสามมิติที่ได้นั้นมาสำหรับเพื่อใช้เป็นพยานหลักฐานประกอบการเบิกความในชั้นศาลและการคัดแยกภาพเบลอสําหรับการเปรียบเทียบภาพนึ่ง กับภาพถ่ายที่ได้จากวิดีโอ โดยมีกรณีศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 กรณีศึกษาการตรวจหาภาพเบลอด้วยฟังก์ชัน Laplacian การคัดแยกภาพที่เบลอด้วย OpenCV โดยภาษา Python

4.1.1 การหาภาพเบลอที่ทำการถ่ายวิดีโอ และ ถ่ายจากภาพนึ่ง

โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากวิดีโอและภาพนึ่งของรถ รถ Toyota MightyX ดังภาพที่ 4.1 จะได้กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian และกราฟ boxplot เพื่อดูค่าทางสถิติของค่า Laplacian โดยค่า Laplacian ของภาพที่ได้จากภาพนึ่งและภาพที่ได้จากวิดีโอจะออกมาดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ภาพชุดข้อมูลของภาพจากภาพนึ่ง และ ภาพจากวิดีโอ

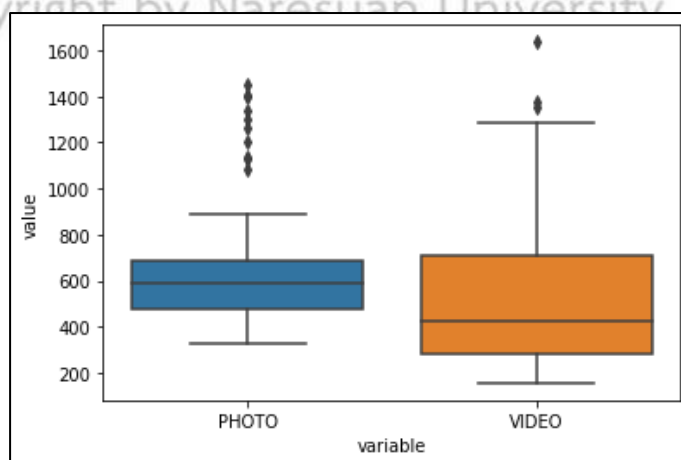
PHOTO	VIDEO
329.418	357.909
337.331	368.709
348.982	358.696
357.500	364.406
374.340	727.475
377.412	1084.159
381.685	478.958
382.160	344.367
391.703	473.129
395.347	375.727
412.016	517.888
420.851	1071.891
423.284	974.556
423.727	342.507
431.203	314.491
432.493	304.385
432.977	472.309
439.455	291.766
441.587	1050.524
447.211	560.967
448.961	509.120
450.624	283.039
453.138	306.946
467.395	486.877
472.029	273.156
473.354	293.100
478.619	307.536
483.242	540.701
485.270	487.923
487.271	488.216
488.530	314.322

PHOTO Mean	636.0671	VIDEO Mean	529.8483
PHOTO Max	1449.652	VIDEO Max	1635.044
PHOTO Min	329.418	VIDEO Min	329.418
PHOTO SD	242.9376	VIDEO SD	331.8152

ภาพที่ 4.2 ผลค่า Laplacian และข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาชุดข้อมูลระหว่างภาพที่ได้จากภาพนิ่งและภาพที่ได้จากวิดีโอ

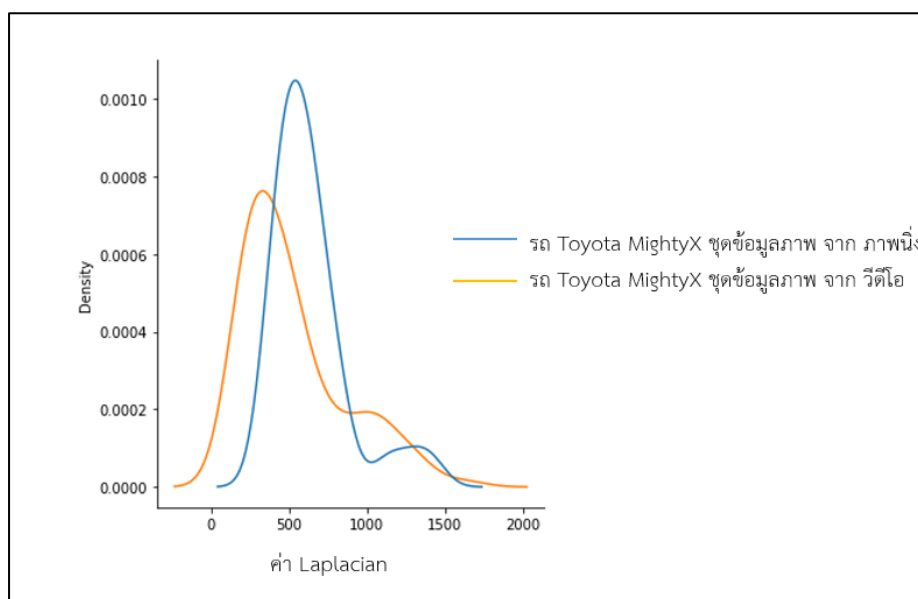
จากกราฟ boxplot ค่า Laplacian ในภาพที่ 4.2 จะสามารถดูค่าทางสถิติเชิงพรรณนาของทั้งสองชุดข้อมูลนี้ จากเส้นตรงกลางของของแต่ละชุดข้อมูลจะแสดง ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำที่สุด และ ค่ามากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University



ภาพที่ 4.3 กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ระหว่างภาพนิ่งและวิดีโอแบบ boxplot

จากกราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ในภาพที่ 4.4 จะสามารถดูการกระจายตัวของค่า Laplacian ของทั้งสองชุดข้อมูลนี้จะเห็นได้ว่ากราฟของข้อมูลภาพจากวีดีโอมีการกระจายตัวของค่า Laplacian นั้นมีค่าต่ำกว่าของกราฟของข้อมูลภาพนิ่ง



ภาพ 4.4 กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ระหว่างภาพนิ่งและวีดีโอ

ดังนั้นจากการทดลองนี้พบว่าค่า Laplacian จากภาพของวีดีโอนั้นมีค่า Laplacian ที่ต่ำมากกว่าภาพนิ่ง ดังนั้น จะมีโอกาสเกิดภาพเบลอในวีดีโอมีมากกว่าภาพนิ่ง จากหัวข้อที่ 3.3.2 ค่า Laplacian ที่มีค่าต่ำมีแนวโน้มว่าเป็นภาพเบลอ

4.1.2 การหาภาพเบลอที่ทำการถ่ายวีดีโอจากชุดข้อมูล 4 ตัวอย่าง

ทำการหาค่า Laplacian ในชุดข้อมูลที่วัดแตกต่างกันและจำนวนรูปภาพที่ต่างกัน ทั้งหมด 4 ชุดข้อมูลครั้งนี้รถ Toyota MightyX ,รถ Toyota Vios , รถ Yamaha Xmax , รถ Nissan March ดังภาพที่ 4.5 จะได้ค่า Laplacian ของข้อมูลทั้ง 4 ชุดตัวอย่างดังภาพที่ 4.6 จะได้กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian และ กราฟ boxplot เพื่อดูค่าทางสถิติของค่า Laplacian เพื่อกำหนดค่า Laplacian ที่เหมาะสมในการหาภาพเบลอ



ภาพรถ Toyota MightyX จากวิดีโอจำนวน 126 ภาพ



ภาพรถ Toyota Vios จากวิดีโอจำนวน 104 ภาพ



ภาพรถ Yamaha Xmax จากวิดีโอจำนวน 96 ภาพ



ภาพรถ Nissan March จากวิดีโอจำนวน 154 ภาพ

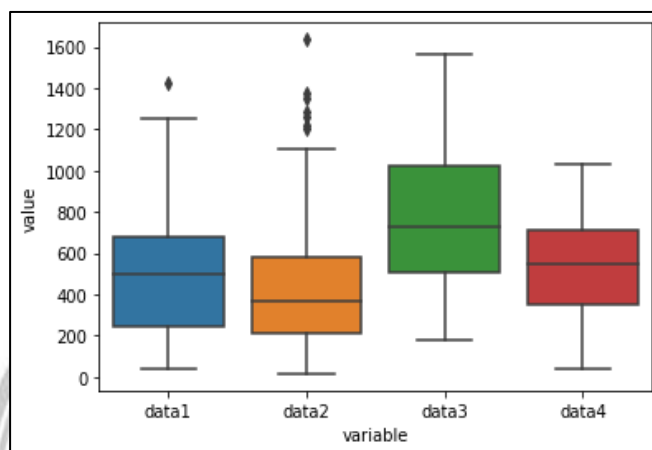
ภาพที่ 4.5 ภาพชุดข้อมูลทั้ง 4 ตัวอย่าง

data1	data2	data3	data4
996.409	1090.493	1016.187	931.965
998.766	1071.891	952.348	910.893
803.545	560.967	765.660	783.845
1031.256	314.491	731.223	802.594
958.337	520.016	729.687	808.796
996.561	536.068	1107.136	913.277
492.519	764.959	1056.899	987.885
486.761	1029.178	852.700	855.637
355.119	1050.524	908.593	898.239
649.234	754.983	1033.710	981.206
578.007	966.775	1413.064	848.314
551.606	873.421	949.262	794.237
607.132	974.020	1479.661	702.141
642.113	881.517	1565.332	814.828
638.993	712.625	1449.723	538.343
827.684	882.705	1095.797	609.572
857.394	546.833	490.867	825.398
1423.819	648.697	852.585	484.408
482.023	705.952	481.193	505.136
704.255	375.727	540.269	504.723
700.857	210.503	1114.122	564.953
593.832	149.174	710.521	707.330
515.762	132.937	709.867	376.367
327.684	90.181	622.112	517.872
586.061	195.498	849.570	364.298
614.404	175.232	749.084	640.494
497.833	225.413	1088.042	660.486
434.385	164.519	1046.144	693.725
344.209	330.373	872.712	691.678
325.746	174.868	563.907	407.064
512.741	574.269	514.051	725.797

data1 Mean	512.1254	data2 Mean	472.6799
data1 Max	1423.819	data2 Max	1635.044
data1 Min	37.82253	data2 Min	15.52066
data1 SD	302.4621	data2 SD	341.1703
data3 Mean	766.7791	data4 Mean	535.6096
data3 Max	1565.332	data4 Max	1026.809
data3 Min	177.6821	data4 Min	37.15975
data3 SD	340.3614	data4 SD	249.3314

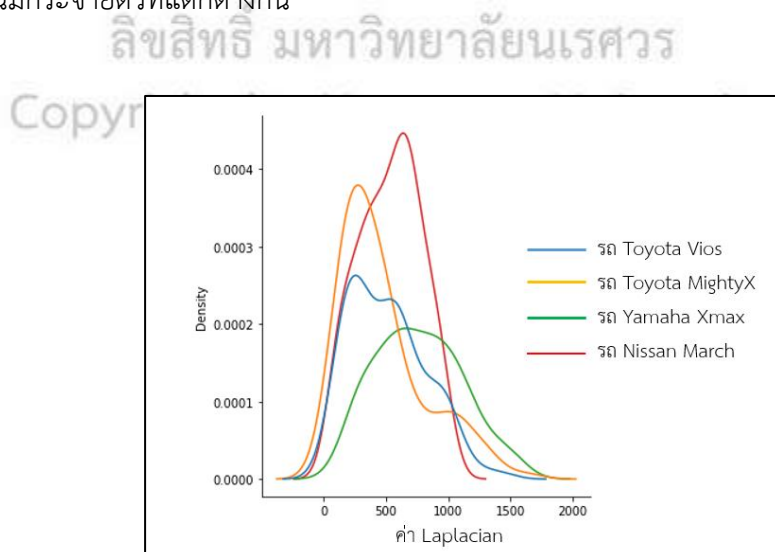
ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างค่า Laplacian ที่ได้จาก Spyder และทางสถิติเชิงพรรณนาของข้อมูล 4 ชุด

จากกราฟ boxplot ของค่า Laplacian ข้อมูลทั้ง 4 ชุด จะได้กราฟออกมาดังภาพ 4.7 เพื่อดูค่าทางสถิติแต่ละชุดข้อมูล จะเห็นได้ชัดว่ามีความแตกต่างกันทั้ง ค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดข้อมูลและค่ามากที่สุด ค่าต่ำสุดก็มีค่าต่างกัน



ภาพที่ 4.7 กราฟ boxplot ของข้อมูลทั้ง 4 ชุดข้อมูลโดยเรียงข้อมูลออกมาดังนี้ รถ Toyota MightyX ,รถ Toyota Vios , รถ Yamaha Xmax , รถ Nissan March ตามลำดับ

จากกราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ของชุดข้อมูลทั้ง 4 ชุด ในภาพที่ 4.8 จะสามารถดูการกระจายตัวของค่า Laplacian ของทั้ง 4 ชุดข้อมูลนี้จะเห็นได้ว่าการกระจายของ 4 ชุดข้อมูลนั้นมีกระจายตัวที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.8 กราฟการกระจายตัวของค่า Laplacian ทั้ง 4 ชุดข้อมูล

ดังนั้นจากการทดลองนี้พบว่าค่า Laplacian จากภาพวิดีโอ 4 ชุดตัวอย่างว่าไม่สามารถกำหนดค่า Laplacian ที่เหมาะสมได้ในการหาภาพเบลอเพราะแต่ละชุดข้อมูลนั้นมีค่า Laplacian ที่แตกต่างกันออกไปทั้งค่าทางสถิติ และ ความถี่ในการกระจายตัวของค่า Laplacian แต่ทั้งนี้จะสามารถหาภาพเบลอได้จากค่า Laplacian ที่มีค่าต่ำ

4.2 กรณีศึกษาการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยวิธีวิดีโอแกรมกับโฟโตแกรมเมตรี

4.2.1 การเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยวิธีโฟโตแกรมเมตรีและวิดีโอแกรมเมตรี

โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการถ่ายภาพระยะใกล้ โดยใช้ iPhone Xs Max โดยใช้ข้อมูลเป็น รถ Toyota Mighty X ทำการเก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2563 โดยจะได้ตารางการเทียบข้อมูลดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบการเก็บข้อมูลด้วยวิธีโฟโตแกรมเมตรีและวิดีโอแกรมเมตรี

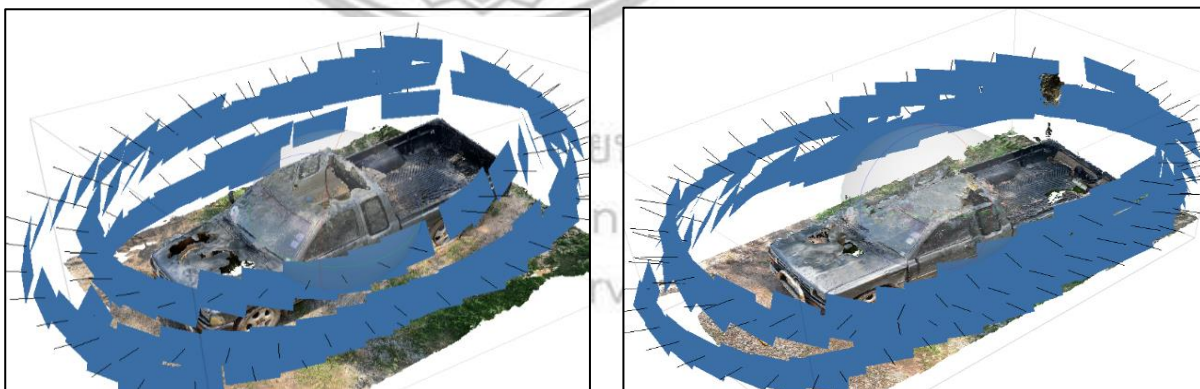
วิธีการเก็บข้อมูล	ข้อมูลภาพถ่าย (ภาพ)	ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล (นาที)	จำนวนภาพ (ภาพ)
ภาพนิ่ง	12 (4032 × 3024)	15.07	107
วิดีโอ	8 (3840 × 2160)	2.06	126

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วย วิธีโฟโตแกรมเมตรีและวิธีโอแกรมเมตรี

วิธีการเก็บข้อมูล	ระยะเวลาในการประมวลผล Align Photo	ระยะเวลาในการประมวลผล Build Dense Cloud	จำนวน Tie Points (points)	จำนวน Points Cloud (points)	ความคลาดเคลื่อนของการกำหนดขนาดแบบจำลองสามมิติจากระยะระหว่างจุดควบคุมภาพ (เมตร)
ภาพนิ่ง	9.55 นาที	98.06 นาที	59,131	29,299,971	0.002
วีดีโอ	12.55 นาที	72.41 นาที	38,309	24,574,861	0.008

4.2.2 การเปรียบเทียบแบบจำลองสามมิติด้วยวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิธีโอแกรมเมตรี

ในกรณีศึกษาครั้งนี้ เป็นคดีจราจรที่เกิดขึ้นที่ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก โดยสาเหตุเกิดจากการที่มีรถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Yamaha Xmax นั้นสวนกับตัวรถยนต์ยี่ห้อ Toyota Mighty X ทำให้เกิดการเฉี่ยวชนกันของตัวรถผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์นั้นบาดเจ็บจนหมดสติ โดยจะได้ผลลัพธ์แบบจำลองสามมิติของวิธีโฟโตแกรมเมตรีเปรียบเทียบกับแบบจำลองสามมิติของวิธีวีดีโอแกรมเมตรีออกมาดังภาพที่ 4.9 – 4.12



ภาพที่ 4.9 แนวการถ่ายรูปของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิธีโอแกรมเมตรี



ภาพที่ 4.10 แบบจำลองสามมิติของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิดีโอแกรมเมตรี



ภาพที่ 4.11 แบบจำลองสามมิติของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิดีโอแกรมเมตรี(ต่อ)
ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University



ภาพที่ 4.12 แบบจำลองสามมิติของวิธีโฟโตแกรมเมตรี และ วิดีโอแกรมเมตรี(ต่อ)

จากการทดลองพบว่าการสร้างแบบจำลองสามมิติด้วยวิธีวิดีโอแกรมเมตริกนั้นมีความสมบูรณ์ครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติไม่เท่ากับวิธีโฟโตแกรมเมตรี โดยวิธีดั้งเดิมนั้นมีความสมบูรณ์ครบถ้วนกว่าวิธีวิดีโอแกรมเมตรี สังเกตได้จากแบบจำลองสามมิติที่มีบางส่วนนั้นขาดหายไป

4.2.3 ผลลัพธ์การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติระหว่าง ภาพนิ่ง และวิดีโอ

จากการวัดขนาดจากวัตถุจริงเทียบกับแบบจำลองสามมิติ จากทฤษฎีการประเมินความถูกต้องที่ต้องการวัดค่าจริงทั้งหมด 30 ค่า แต่เนื่องจากการวัดวัตถุที่มีความโค้งมนอย่างตัวรถยนต์นั้นทำให้สามารถวัดค่าออกมาได้เพียง 15 ค่า จากทำการหาค่า RSME ได้ค่าจากตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติระหว่างภาพนิ่งและวิดีโอ

ประเภทของภาพ	Mean (เมตร)	RSME (เมตร)
ภาพนิ่ง	-0.007	0.019
วิดีโอ	-0.011	0.019

4.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองสามมิติสำหรับงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจร

การวัดตำแหน่งของร่องรอยการเฉี่ยวชน และวัดร่องรอยความเสียหายจากการเฉี่ยวชนของตัวรถยนต์จากแบบจำลองสามมิตินั้นสามารถนำมาช่วยในงานตรวจสอบอุบัติเหตุจราจรของเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐานดังภาพที่ 4.12 ที่จะเป็นการวัดร่องรอยความเสียหายของตัวรถยนต์และการวัดความร่องรอยความเสียหายจากแบบจำลองสามมิติในภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.13 การตรวจสอบร่องรอยความเสียหายของเจ้าหน้าที่ตำรวจ



ภาพที่ 4.14 การตรวจสอบร่องรอยความเสียหายจากแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม Agisoft

All rights reserved

Metashape

โดยความเสียหายจากตัวรถยนต์จะมี ฝั่งซ้ายของตัวรถมีรอยถลอก ยางล้อข้างหลังฝั่งซ้ายแตก และมีรอยแตกในด้านข้างซ้ายของแก้มรถดังภาพที่ 4.15 นำแบบจำลองสามมิติมาตรวจสอบร่องรอยในภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.15 ร่องรอยความเสียหายของตัวรถยนต์



ภาพที่ 4.16 ร่องรอยความที่ตรวจสอบจากแบบจำลองสามมิติ

All rights reserved

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในบทที่ 4 ของการดำเนินงานวิจัยการหาภาพเบลอและการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานพิสูจน์หลักฐาน ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยอภิปรายผลการวิจัย อุปสรรคและข้อเสนอแนะในงานวิจัย ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการหาภาพเบลอจาก ฟังก์ชัน Laplacian ด้วย OpenCV โดยภาษา Python และใช้การเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพและวิดีโอจากโทรศัพท์มือถือรุ่น iPhone XS Max พบว่าภาพที่ได้จากการถ่ายวิดีโอจะมีโอกาสพบภาพเบลอมากกว่าการถ่ายภาพนิ่งและพบว่าไม่สามารถหาค่า Laplacian ที่เหมาะสมสำหรับการหาภาพเบลอ แต่สามารถช่วยในการคัดแยกภาพได้ในกรณีที่ภาพหลายร้อยภาพสามารถคัดแยกภาพเบลออย่างเบื้องต้น ได้ด้วยใช้ฟังก์ชัน Laplacian โดยการคัดภาพที่มีค่า Laplacian ต่ำๆออก

จากกรณีศึกษาการเก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายระยะใกล้เพื่อเก็บร่องรอยความเสียหายของตัวรถยนต์จากเดิมที่ใช้การถ่ายด้วยภาพนิ่งหรือวีดิโอโปรแกรมเมตริ่นั้นใช้เวลาในการเก็บข้อมูลมาก ทำให้เสียเวลาในการเก็บข้อมูลจึงได้ใช้การเก็บข้อมูลด้วยภาพจากวีดิโอหรือวีดิโอโปรแกรมเมตรี ดังนั้นจากการทดลองเก็บข้อมูลด้วยวีดิโอโปรแกรมเมตริ่นั้น สามารถช่วยลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจากเดิมที่ใช้วีดิโอโปรแกรมเมตรี

จากกรณีศึกษาตีจรรยา ด้วยการเก็บข้อมูลด้วยวีดิโอโปรแกรมเมตรีสามารถสร้างแบบจำลองสามมิตินั้นมีความสมบูรณ์ครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติไม่เท่ากับวีดิโอโปรแกรมเมตรี โดยวิธีดั้งเดิมนั้นมีความสมบูรณ์ครบถ้วนกว่าจากการประเมินด้วยสายตา แต่แบบจำลองสามมิติจากวีดิโอโปรแกรมเมตริ่นั้นมีความถูกต้องใกล้เคียงกับวิธีดั้งเดิม(จากภาพนิ่งหรือวีดิโอโปรแกรมเมตรี) โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ -0.011 เมตร และค่า RMSE เท่ากับ 0.019 เมตร และจากแบบจำลองสามมิติ สามารถพิสูจน์ตำแหน่งการเฉี่ยวชนและวัดร่องรอยความเสียหายจากการเฉี่ยวชนได้ อีกทั้งยังใช้เป็นแนวทางประกอบการจัดทำรายงานของหลักฐานอ้างอิง จากแบบจำลองสามมิติไว้ใช้ประกอบในชั้นศาล

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยของ Alessio et al (2018) โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำเพื่อจัดทำแผนที่ของมรดกวัฒนธรรมอย่างรวดเร็วโดยในงานวิจัยนี้มีการใช้อุปกรณ์ เป็น กล้อง DSLR, กล้องติดไม้กันสั่น (Steadicamera) และเครื่องเลเซอร์สแกน โดยจะเห็นได้ชัดว่าการเก็บข้อมูลโดยใช้ การถ่ายวิดีโอด้วย Steadicam นั้นมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลน้อยที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในงานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติที่มีขนาดและความถูกต้องใกล้เคียงกับวัตถุจริง สำหรับงานพิสูจน์หลักฐาน เช่น คดีจرائم โดยการใช้ข้อมูลจากการ ถ่ายภาพจากกล้องโทรศัพท์มือถือ และสามารถลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลด้วยการเก็บข้อมูลภาพถ่ายจากวิดีโอ

และจากงานของ Sieberth et al (2016) วิจัยนี้ใช้การเก็บภาพถ่ายระยะใกล้ด้วย UAV แต่เจอปัญหาจากลมความปั่นป่วนอาจส่งผลให้ภาพเบลอในชุดข้อมูล จึงต้องการตรวจจับภาพเบลอซึ่งทั้งรวดเร็วและเชื่อถือได้จึงใช้ได้กับชุดข้อมูลโฟโตแกรมเมตริกแบบอัตโนมัติ โดยใช้อัลกอริทึม SIEDS ซึ่งจากงานวิจัยนี้นำมาช่วยในการหาข้อสรุปในการหาค่า Laplacian ในการภาพที่เหมาะสมได้ว่าไม่สามารถกำหนดค่าที่แน่นอนในการหาภาพเบลอได้

อีกทั้งงานวิจัยของ วรณิภา เทพอุทัย (2562) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานพิสูจน์หลักฐานในเรื่องของคดีจرائمที่ใช้การสร้างแบบจำลองด้วยโทรศัพท์มือถือและกล้อง DSLR ซึ่งความสมบูรณ์ครบถ้วนของแบบจำลองไม่เท่ากับในงานของผู้วิจัยซึ่ง ภาพจากกล้อง DSLR จะได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการถ่ายภาพด้วยโทรศัพท์มือถือ

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 จากกรณีศึกษาคดีจرائم

1) สีและความมันวาวของวัตถุจากแสงแดดสะท้อนจะมีผลต่อการสร้างแบบจำลองสามมิติ ดังภาพที่ 5.1

2) อุปกรณ์โทรศัพท์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ถ้าถ่ายภายนอกอาคารเป็นเวลานานเครื่องจะร้อนและทำงานไม่ได้



ภาพที่ 5.1 แสดงแดดสะท้อนและความมันวาวของวัตถุ

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 จากกรณีศึกษาคดีจราจร

1) การใช้ภาพจากวิดีโอในการขึ้นแบบจำลองสามมิติ นั้นมีความไม่สมบูรณ์ครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติควรใช้การถ่ายภาพนิ่งเสริมเข้าไปในส่วนที่ต้องการจะเน้นร่องรอยความเสียหายของวัตถุด้วย

ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

- ณัฐดนัย เนียมทอง. (2560). งานพิสูจน์หลักฐาน คืองานตำรวจ. สืบค้นเดือนตุลาคม 20, 2562, จาก คลังความรู้ Sci math <https://www.scimath.org/article-biology/item/7466-2017-09-08-02-55-47>
- รุจิระ บุนนาค. (2560). การทำแผนประทุษกรรม หรือการทำแผนประกอบกรับสารภาพ. สืบค้นเดือนกุมภาพันธ์ 26, 2562, จาก สำนักกฎหมาย มาร์ต บุนนาค อินเทอร์เน็ตชั้นเนลลอร์ ออฟฟิศ <http://www.marutbunnag.com/article/363/>
- ไพศาล สันติธรรมนนท์. (2553). การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล (Digital photogrammetry). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พ.ต.อ.อภิรักษ์ นักร้อง. (2559). การสอบสวนคดีจราจรทางบก. สืบค้นเดือนตุลาคม 10, 2563, จาก <https://apr2945jr.blogspot.com/2016/11/blog-post.html>
- Apple (2019). ข้อมูลทางเทคนิคของ iPhone XS Max สืบค้นเดือนกันยายน 26, 2563, จาก https://support.apple.com/kb/SP780?locale=th_TH
- Agisoft (2006). Image Capture Tips: Equipment and Shooting Scenarios. สืบค้นเดือนกันยายน 26, 2563, จาก <https://www.agisoft.com/support/tips-tricks/>.
- Sergio Canu (2019). Detect when an image is Blurry – Opencv with Python. สืบค้นเดือนเมษายน 27, 2563, จาก <https://pysource.com/2019/09/03/detect-when-an-image-is-blurry-opencv-with-python/>
- Gruen, A. (1997). Fundamentals of videogrammetry—A review. *Human movement science*, 16(2-3), 155-187.
- วรรณิภา เทพอุทัย .(2562).การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับงานพิสูจน์หลักฐานด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้. มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะเกษตรศาสตร์ฯ สาขาภูมิศาสตร์
- Calantropio, A., Patrucco, G., Sammartano, G., & Losè, L. T. (2018). Low-cost sensors for rapid mapping of cultural heritage: first tests using a COTS Steadicamera. *Applied Geomatics*, 10(1), 31-45.
- Sieberth, T., Wackrow, R., & Chandler, J. H. (2016). *Automatic detection of blurred images in UAV image sets*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 122, 1-16.

Torresani, A., & Remondino, F. (2019). Videogrammetry VS Photogrammetry for Heritage 3d Reconstruction.

Morales, A., Sánchez-Aparicio, L. J., González-Aguilera, D., Rodríguez-Gonzálvez, P., Hernández-López, D., Gutiérrez, M. A., & López, A. I. (2017). A new approach to energy calculation of road accidents against fixed small section elements based on close-range photogrammetry. *Remote Sensing*, 9(12), 1219.

Herráez, J., Martínez, J. C., Coll, E., Martín, M. T., & Rodríguez, J. (2016). 3D modeling by means of videogrammetry and laser scanners for reverse engineering. *Measurement*, 87, 216-227.



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Code สำหรับการนำเข้าโมดูลสำหรับ OpenCV

```
import numpy as np
```

```
import cv2
```

```
import glob
```

```
import pandas as pd
```

Code สำหรับการนำเข้าข้อมูลภาพ

```
filenames = glob.glob("IMG_*.jpg")
```

```
filenames.sort()
```

```
images = [cv2.imread(img) for img in filenames]
```

Code สำหรับการหาภาพเบลอด้วยฟังก์ชัน Laplacian

```
laplacian_var=[]
```

```
for img in images:
```

```
    laplacian_var.append(cv2.Laplacian(img, cv2.CV_64F).var())
```

```
excel = pd.DataFrame(list(zip(filenames, laplacian_var)),
```

```
                       columns=['image', 'val'])
```

Code สำหรับการบันทึกข้อมูลออกมาเป็นไฟล์ excel

```
excel.to_excel(r'D:\video ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน\02-09-63\เคส1\รถ  
กระบะ\PHOTO\cartestblur.xlsx', index = False, header=True)
```




การเก็บข้อมูล



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

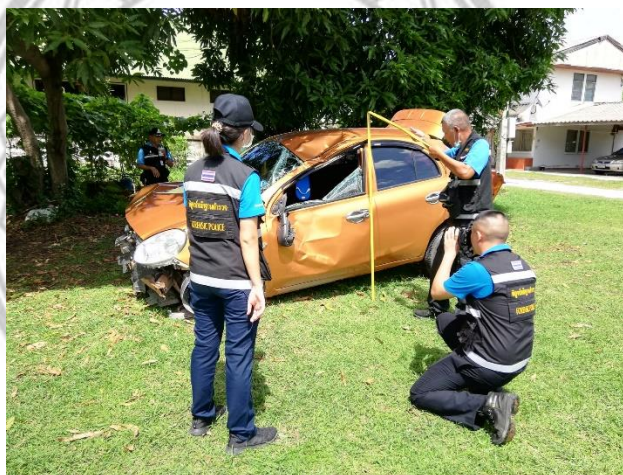
Copyri



การเก็บข้อมูล



การลงพื้นที่เก็บข้อมูลร่วมกับเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน 6



การลงพื้นที่เก็บข้อมูลร่วมกับเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน 6
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



การลงพื้นที่เก็บข้อมูลร่วมกับเจ้าหน้าที่ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน 6

Copyri

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล ชัชพล คำแปง
 วัน เดือน ปี เกิด 13 มิถุนายน 2542
 ที่อยู่ปัจจุบัน 123/11210 หมู่ 2 ตำบลอรุณนิกร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
 65000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2560 -ปัจจุบัน วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาภูมิศาสตร์)
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
 พ.ศ. 2554 - 2559 ระดับมัธยมศึกษา (วิทย์-คณิต)
 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม”
 พ.ศ. 2548 - 2553 ระดับประถมศึกษา
 โรงเรียนโรจนวิทย์มาลาเปียง

กิจกรรมที่เข้าร่วม

- 1) โครงการSTAFFบายศรีสู่ขวัญนิสิตใหม่ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีการศึกษา 2561
- 2) กิจกรรมจิตอาสางาน TSG ภูมิศาสตร์ วันที่ 18 มกราคม 2563
- 3) โครงการ อบรมเผยแพร่องค์ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยาและการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการวิเคราะห์สภาพอากาศ วันที่ 10 กรกฎาคม 2562 มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย กรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดพิษณุโลก

ประสบการณ์ทำงาน

- 1) โครงการร่วมคืนป่าให้ประชาชน (2020) งานปรับปรุงแนวเขตพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่แหล่งน้ำ
- 2) จัดทำแผนที่ภาษีโรงเรือนและที่ดิน สสำรวจและนำเข้าข้อมูลประเภทอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ภายใต้บริษัท กราฟเมติกส์ จำกัด