การสร้างคู่แฝดดิจิทัลจากการรังวัดด้วยภาพถ่ายจากโดรนเพื่อการตรวจสอบอุบัติเหตุทางจราจร

Reconstruction of Digital Twin for Traffic Accident Investigation Using Drone Photogrammetry

วสุ พลสาย[1] ชาติชาย ไวยสุระสิงห์[1*] พนกฤษณ คลังบุญครอง[1] และชุติมา ไวยสุระสิงห์[2]

Wasu Polsai[1] Chattichai Waisurasingha[1*] Pongrid Klungboonkrong[1] and Chutima Waisurasingha[2]

Received: *July 5, 2022;* ***Revised:*** *August 4, 2022;* ***Accepted:*** *August 4, 2022*

บทคัดย่อ

งานศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับในการบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้นกับยานพาหนะประเภทรถยนต์ขนาดเล็กภายหลังจากการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ และเพื่อวินิจฉัยเปรียบเทียบความสมบูรณ์แบบ (Completeness) ของแบบจำลองสามมิติที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่ได้จากประมวลผลด้วยวิธีกึ่งอัตโนมัติและวิธีอัตโนมัติ โดยอาศัยความเหตุจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจด้วยภาพถ่ายและสารสนเทศ ทั้งนี้เพราะการสำรวจด้วยภาพถ่ายในการสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อการย้อนรอยจำลองฉากทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงของการเกิดอุบัติเหตุเพื่อประโยชน์ในการสืบสวนในโลกยุคสารสนเทศ เพื่อบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงต่อยานพาหนะอย่างครบถ้วนในรายละเอียด อีกทั้งการบันทึกภาพเหตุการณ์ในมิติการการย้อนรอยทางอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจึงผ่านการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายจึงนับเป็นนวัตกรรมชิ้นสำคัญที่ช่วยให้เกิดความมั่นใจในการเก็บหลักฐานพยานรูปแบบดิจิทัล งานศึกษาวิจัยได้มีการวินิจฉัยเปรียบเทียบความสมบูรณ์แบบผ่านการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์แบบรหัสเปิด ซอฟต์แวร์ราคาถูก ซอฟต์แวร์แบบมืออาชีพ และซอฟต์แวร์แบบเมฆินทร์ โดยผลลัพธ์สะท้อนให้เห็นถึงความสมบูรณ์แบบของผลลัพธ์ของซอฟต์แวร์แต่ละแบบและความถูกต้องเชิงตำแหน่งที่ได้จากการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์แบบมืออาชีพที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

คำสำคัญ : ความสมบูรณ์แบบ; แบบจำลองสามมิติ; การวิเคราะห์แบบสำรวจ

[1] *คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

[2] *คณะศิลปศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*

[1] *Faculty of Engineering, Khon Khon University*

[2] *Faculty of Liberal Arts, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*

[*] *Corresponding Author, Tel. 08 9712 8325, E - mail: fcecws@kku.ac.th*

ISSN 2672-9369 (Online)

Abstract

The purpose of this study was to apply UAV imaging surveys to record the damage inflicted to light-vehicles following an accident in the form of a 3D model, and to compare the completeness of the three-dimensional model obtained by visual survey analysis of unmanned aerial vehicles processed by semi-automatic and automated methods based on the experts in field of photogrammetric surveying. This is because the photogrammetric surveying could be used to fully reconstruct the accident scene in terms of the vehicle details . In addition, the recorded events in the dimension of accident reconstruction could be used to realize the accident details. Therefore, this is an important innovation that could help to ensure the archiving of digital evidence. The study examined comparative integrity through open-source, low-cost, professional, and cloud-processing software. The results reflected how well each software performed. The positional accuracy obtained by professional software processing was at an acceptable level.

Keywords: Completeness; 3D Model; Survey Analysis

ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

โลกในยุคปัจจุบันกำลังอยู่ในยุคที่เรียกว่า ยุคเทคโนโลยีป่วนโลก (Disruptive Technological Era) ซึ่งเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในมิติของเทคโนโลยีดิจิทัล หนึ่งในนั้นคือ เทคโนโลยีคู่เสมือนดิจิทัล (Digital Twin Technology) ที่นับเป็นหนึ่งในแนวคิดสำคัญของทิศทางการพัฒนาประเทศผ่านแนวคิดในการทำสำเนาหรือแบบจำลองของสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างวัตถุจริงและวัตถุดิจิทัลผ่านการใช้ระบบเซ็นเซอร์ที่คอยเก็บข้อมูลทางกายภาพในรูปแบบทันทีทันใด (Real-Time Data Capturing) ที่เสมือนการย้ายวัตถุในโลกกายภาพให้อยู่ในโลกเสมือนดิจิทัล แบบจำลองสามมิติเชิงเลข (3D Digital Model) ได้เข้ามามีบทบาทและเป็นเครื่องมือชิ้นสำคัญในการช่วยบันทึกฉากทัศน์ที่เกิดขึ้นจริง (Real Scenario) ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก และมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการเข้าประเมินความเสียหายอันเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุบนท้องถนน ผ่านการใช้เทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ (Close-Range Photogrammetry) ซึ่งตามนิยามแล้วจะเป็นการสำรวจด้วยภาพถ่ายที่ระยะใกล้กว่า 300 เมตร [1] โดยที่ข้อมูลภาพถ่ายเป็นได้ทั้งรูปแบบการถ่ายภาพบนพื้นดิน หรือภาพถ่ายทางอากาศที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ทั้งนี้เพราะอุบัติเหตุคือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยที่ไม่ได้ทันคาดคิด ไม่ว่าจะเป็นทั้งรถจักรยานยนต์ รถยนต์ ล้วนแล้วแต่เกิดอุบัติเหตุได้ทั้งสิ้น ซึ่งอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นล้วนส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน ร่างกาย และจิตใจของผู้ประสบอุบัติเหตุ โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลักดังนี้ 1) ปัจจัยมนุษย์ (Human Factor) การตัดสินใจของผู้ขับขี่ที่มีผลต่อพฤติกรรมในระหว่างการขับขี่ 2) ปัจจัยถนนและสิ่งแวดล้อม (Road and Environment Factor) ในกรณีนี้ไม่มีสัญญาณไฟจราจรและเครื่องหมายจราจรไม่ชัดเจน และ 3) ปัจจัยด้านยานพาหนะ (The Vehicle Factor) ปัจจัยด้านยานพาหนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งความบกพร่องทางรถยนต์ที่ไม่ได้ถูกตรวจสอบอย่างละเอียด [2]

ภายหลังจากการเกิดอุบัติเหตุทางจราจร การเข้าดำเนินการตรวจสอบสถานที่เกิดอุบัติเหตุเพื่อที่จะดำเนินการบันทึกแผนภาพการเกิดอุบัติเหตุสำหรับใช้เป็นหลักฐานในการสืบสวนอุบัติเหตุ และตรวจสอบอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น โดยการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้เข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและประเมินสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุที่เด่นชัดคือ การศึกษาของ [2]

ที่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้เพื่อทำการสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อการย้อนรอยจำลองฉากทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงของการเกิดอุบัติเหตุเพื่อประโยชน์ในการสืบสวนในโลกยุคสารสนเทศ เพื่อบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงต่อยานพาหนะอย่างครบถ้วนในรายละเอียด โดยมีการทำงานควบคู่กับเครื่องมืออื่นในการตรวจสอบอุบัติเหตุ เช่น Total Station เทปวัดระยะ GPS และวิธีการรังวัดแบบต่าง ๆ ดังนั้น การบันทึกภาพเหตุการณ์ในมิติการการย้อนรอยทางอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ผ่านการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายจึงนับเป็นนวัตกรรมชิ้นสำคัญที่ช่วยให้เกิดความมั่นใจในการเก็บหลักฐานพยานรูปแบบดิจิทัล อย่างไรก็ตาม เครื่องมือเหล่านี้มีข้อบกพร่องในตัวเอง เช่น ค่าคาดเคลื่อนจากการรังวัด ค่าใช้จ่ายที่สูง ความคุ้มค่า การที่จะต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก และเวลาในการตรวจสอบพื้นที่ นอกจากนี้ยังไม่สามารถกลับมาตรวจสอบพื้นที่ที่เกิดอุบัติเหตุได้อีกครั้ง เมื่อข้อมูลบางอย่างขาดหายไป [3] ทั้งนี้เพราะมุมมองที่ได้จากภาพถ่ายภาคพื้นดินอาจจะทำให้เกิดความบกพร่องในการเก็บรายละเอียดข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ

แนวคิดการประยุกต์ใช้ศาสตร์ทางด้านการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ร่วมกับการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) จึงนับเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องภายหลังจากการเกิดอุบัติเหตุ ด้วยความคาดหวังที่จะเก็บข้อมูล ณ สถานที่เกิดเหตุให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้น [4] จึงได้ทดลองทำการเก็บข้อมูลและเปรียบเทียบการสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้ร่วมกับการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อแสดงให้เหตุถึงบทบาทที่ควรจะเป็นในการใช้ร่วมกับอุปกรณ์ในการรังวัดต่าง ๆ และทำการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองสามมิติในรูปแบบของความถูกต้องในเชิงตำแหน่ง ซึ่งเป็นการประเมินความถูกต้องในเชิงปริมาณ ซึ่งพบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามค่าความถูกต้องเหล่านี้อาจจะไม่มีประโยชน์ต่อการเก็บหลักฐานเพื่อการสืบสวน หากแบบจำลองสามมิติแสดงถึงความไม่ครบถ้วนในรายละเอียด ซึ่งสะท้อนถึงคุณภาพของงานโดยเหตุนี้เอง ผู้วิจัยจึงมุ่งเป้าไปที่การศึกษาความครบถ้วนในมิติของรายละเอียดที่ได้จากการประมวลผลโดยใช้เทคนิคการประมวลผลแบบต่าง ๆ ผ่านการใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วยซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ กึ่งพาณิชย์ และรหัสเปิด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับในการบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้นกับยานพาหนะประเภทรถยนต์ขนาดเล็กภายหลังจากการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ
2. เพื่อวินิจฉัยเปรียบเทียบความสมบูรณ์แบบ (Completeness) ของแบบจำลองสามมิติที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่ได้จากประมวลผลด้วยวิธีกึ่งอัตโนมัติและวิธีอัตโนมัติ โดยอาศัยความเหตุจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจด้วยภาพถ่ายและสารสนเทศ

ความสำคัญของพื้นที่ศึกษาวิจัย

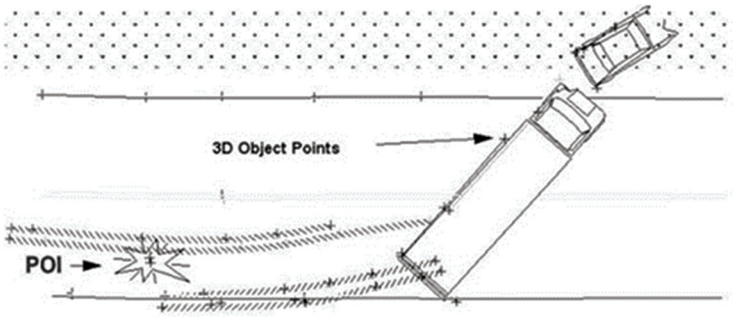
ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้กรณีศึกษาซึ่งเป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริง ณ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2564 เวลาประมาณ 04.34 น. เกิดอุบัติเหตุรถยนต์ยี่ห้อซูซูกิ รุ่น Swift เสียหลักชนต้นไม้บริเวณข้างทาง ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อรถยนต์คันดังกล่าวเข้ามาในพื้นที่ประตูสีฐานขาเข้าดังรูปที่ 1 และขับตรงมาด้วยความเร็วสูง เมื่อมาถึงจุดเกิดเหตุซึ่งเป็นบริเวณทางแยก และขณะนั้นมีรถกระบะเปิดไฟเลี้ยวขวาและกำลังจะเลี้ยวขวาเข้าไปยังโรงเรียนสาธิตศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คนขับรถยนต์เก๋งเปิดไฟแซงขวาเพื่อที่จะแซงรถกระบะ เมื่อเห็นว่ารถกระบะกำลังจะเลี้ยวขวาทำให้ต้องหักรถออกมาทางด้านซ้ายอย่างกระทันหัน ทำให้รถยนต์เก๋งเสียหลักออกนอกผิวจราจรและชนต้นไม้ ทำให้บริเวณด้านข้างและด้านบนของตัวรถได้รับความเสียหายอย่างหนัก จนเป็นสาเหตุที่ทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวน 3 ราย และบาดเจ็บ 1 ราย [5]

ISSN 2672-9369 (Online)

รูปที่ 1 ภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณจุดเกิดเหตุพื้นที่ประตูสีฐานขาเข้าของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

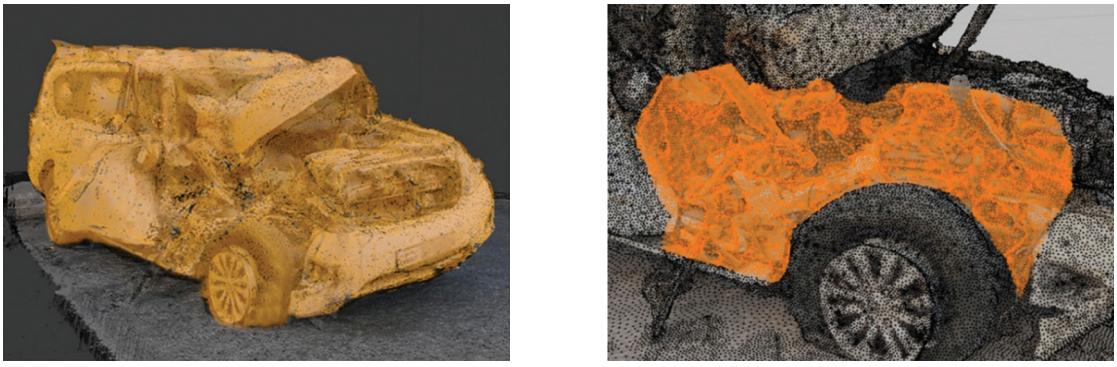
การย้อนรอยอุบัติเหตุด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่าย [2] แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนาเพื่อปรับปรุงการบังคับใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายระยะใกล้และกล้องดิจิทัลระดับผู้บริโภคในการย้อนรอยอุบัติเหตุและนิติวิทยาศาสตร์ โดยได้กล่าวถึงความสำคัญของการย้อนรอยอุบัติเหตุ (Accident Reconstruction: AR) ในมิติของการสร้างแบบจำลองสามมิติขึ้นมาใหม่ (3-Dimensional Reconstruction) ผ่านการใช้หลักฐานพยานภาพถ่ายที่เป็นรูปแบบ 2 มิติ ทั้งนี้ [2] ได้มีการนำเอาที่เป็นภาพอุบัติเหตุการชนกันของรถบรรทุกขนาดใหญ่หรือที่เรียกกันว่า รถเทรลเลอร์ ชนกับรถเก๋ง ผ่านการถ่ายภาพภาคพื้นดิน 2 มิติ และมีการประมวลผลภาพถ่ายซึ่งได้ให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นการย้อนรอยอุบัติเหตุ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผลลัพธ์ของการสำรวจด้วยภาพถ่ายในการย้อนรอยอุบัติเหตุ ดัดแปลงจาก [2]

การศึกษาของ [2] ถือเป็นแนวทางเริ่มต้นในการสำรวจด้วยภาพถ่าย ในการสำรวจรังวัดงานทางด้านอุบัติเหตุบนท้องถนน ซึ่งมีส่วนสำคัญในการนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการสืบสวน ซึ่งในเวลาต่อมาการสำรวจด้วยภาพถ่ายได้มีการผสมผสานเข้ากับการถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ โดยการศึกษาของ [6] ได้กล่าวถึงการค้นคว้าเกี่ยวกับ UAV และงาน Photogrammetry โดยศึกษาด้านการวิวัฒนาการของอากาศยานไร้คนขับ รวมถึงประเภทและส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานสำรวจ เช่น การทำแผนที่ เป็นต้น และการวิเคราะห์หาข้อดีและข้อเสียของอากาศยานไร้คนขับ ได้มีการศึกษาในต่างประเทศ โดย [3] ได้ศึกษาการจัดทำแผนภาพการเกิดอุบัติเหตุอย่างรวดเร็ว โดยใช้เทปวัดระยะ และอากาศยานไร้คนขับ (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูล เพื่อวิเคราะห์อุบัติเหตุในแบบต่าง ๆ โดยได้ทำการเปรียบเทียบความคุ้มค่า ข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ ของอุปกรณ์ในการรังวัด ซึ่งการศึกษาของ [7] ศึกษาการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับมาประยุกต์ใช้กับการสำรวจขั้นสูง โดยใช้กล้อง Total Station

เข้ามาใช้ในการรังวัด ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับ (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ ผลการศึกษาเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับสามารถใช้ในการสำรวจอุบัติเหตุได้อย่างดี แต่ก็มีข้อจำกัดในตัวเอง ตัวอย่างสำคัญของการศึกษาในอดีตที่เป็นการใช้ UAV กับการสำรวจด้วยภาพถ่ายในการย้อนรอยอุบัติเหตุของ [4] โดยได้ทำการประยุกต์ใช้การสำรวจด้วยภาพถ่ายจาก UAV ในการสร้างแบบจำลองสามมิติของรถยนต์ที่เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งมีการวางแผนการถ่ายภาพแบบ Double Grid Flight Path ซึ่งมีการนำไปวิเคราะห์ผลลัพธ์ผ่านการนำแบบจำลองสามมิติของรถยนต์ที่เกิดอุบัติเหตุไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมสร้างแบบจำลองสามมิติ Blender และให้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3



(ก) แบบจำลองความเสียหายทั้งคัน (ข) การวิเคราะห์ความเสียหายเฉพาะส่วน

รูปที่ 3 การนำแบบจำลองสามมิติของรถยนต์ที่เกิดอุบัติเหตุไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมสร้างแบบจำลองสามมิติ Blender ดัดแปลงจาก [4]

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบวิธีการดำเนินงานวิจัยดังรูปที่ 4 โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม ส่วนที่ 2 การประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์แบบต่าง ๆ และส่วนที่ 3 การประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ

1. **การเก็บข้อมูลภาพถ่ายจากภาคสนาม**

ในการเก็บข้อมูลภาพถ่ายสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักดังนี้

1.1 การเก็บข้อมูลภาพถ่ายภาคอากาศ ผู้วิจัยได้มีการดำเนินการเริ่มต้นจากการออกแบบโครงข่ายการถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับที่เป็นการบินวนเป็นรูปวงกลม (Circular Grid) รอบรถยนต์ที่เกิดเหตุดังรูปที่ 4

(ก) การบินถ่ายภาพด้วย UAV แบบรูปวงกลม (ข) ภาพถ่ายภาคพื้นดินรอบคัน

รูปที่ 4 มุมมองการถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับและมุมมองการถ่ายภาพด้วยกล้องโทรศัพท์

ISSN 2672-9369 (Online)

1.2 การเก็บข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้นดิน ซึ่งได้มีการออกแบบโครงข่ายการถ่ายภาพด้วยกล้องโทรศัพท์โดยวางแผนให้มีการเดินถ่ายภาพรอบรถยนต์

2. การประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์แบบต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ซอฟต์แวร์กลุ่มมืออาชีพ ประกอบด้วย Pix4D Mapper, 3DF Zephyr และ Reality Capture

2.1.1 Pix4D Mapper เป็นซอฟต์แวร์เฉพาะสำหรับการทำแผนที่โดยใช้โดรน เป็นซอฟต์แวร์ระดับมืออาชีพที่จะเปลี่ยนภาพให้เป็นแผนที่ 2 มิติ และแบบจำลอง 3 มิติ ที่มีการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ที่แม่นยำด้วยเทคโนโลยีการสร้างใหม่แบบดิจิทัลขั้นสูงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างยิ่งหากต้องการแสดงภาพโครงการสามารถเรนเดอร์โปรเจ็กต์และทำงานกับพื้นผิวได้ เป็นซอฟต์แวร์ที่ดีสำหรับภาพถ่ายทางอากาศ และสำหรับภาพระยะใกล้ด้วย

2.1.2 3DF Zephyr เป็นซอฟต์แวร์ที่มีเวอร์ชันฟรีที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งานและใช้งานส่วนตัว โดยอาจเป็นทางออกที่ดีที่สุดหากเพิ่งเริ่มต้นด้วยกระบวนการ 3D และต้องการเรียนรู้ด้วยซอฟต์แวร์ที่ยอดเยี่ยม 3DF Zephyr เวอร์ชันฟรีนี้มีเครื่องมือสร้าง 3D และเครื่องมือแก้ไขพื้นฐานทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับมือใหม่

2.1.3 Reality Capture เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานง่ายด้วยอินเทอร์เฟซผู้ใช้ที่ยอดเยี่ยมและเป็นมิตร และนำเสนอทุกสิ่งที่คุณต้องการสำหรับโฟโตแกรมเมทรี Reality Capture อ้างว่าเร็วกว่าโซลูชันโฟโตแกรมเมทรีอื่น ๆ ถึง 10 เท่าด้วยเวอร์ชันใหม่ล่าสุด โปรแกรมนี้มีคุณภาพและความเร็วที่ยอดเยี่ยม สามารถคำนวณเมชและพื้นผิว และช่วยให้ทำงานกับไฟล์รูปแบบต่าง ๆ ได้มากมาย มันจะช่วยให้การทำงานเกี่ยวกับการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ ฉากความเป็นจริง การฉายภาพออร์โธกราฟิกโดยใช้ภาพและการสแกนด้วยเลเซอร์นอกจากนี้ยังสามารถทำงานบนวัตถุขนาดเล็กในขณะที่ใช้ซอฟต์แวร์ที่สมบูรณ์นี้

2.2 ซอฟต์แวร์กลุ่มรหัสเปิด คือ โปรแกรม Meshroom ที่เป็นซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สฟรีที่นำเสนอโดย AliceVision ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คคอมพิวเตอร์วิชั่นเชิงภาพถ่าย ซอฟต์แวร์สร้างใหม่ 3 มิตินี้ใช้งานง่าย ช่วยให้เรียกใช้ไปป์ไลน์ Photogrammetric ทั้งหมดได้ เพียงแค่ใส่รูปภาพแล้วซอฟต์แวร์จะสร้างโมเดล 3 มิติ และเมชที่มีพื้นผิวโดยอัตโนมัติ โดยใช้การเชื่อมโมดูลแบบโยงท่อ (Pipeline Connect) ระหว่างแบบโหนดถึงโหนด (Node to Node)

2.3 ซอฟต์แวร์ประมวลผลเมฆินทร์ คือ Pix4D Cloud ซอฟต์แวร์การประมวลผลภาพค่ายเดียวกันกับ Pix4D Mapper แต่เป็นการประมวลผลในระดับคลาวน์

3. **การประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ**

การวิเคราะห์ถึงความสมบูรณ์แบบของแบบจำลองสามมิติในรูปแบบของการประเมินในเชิงตัวเลขเป็นเรื่องที่ดำเนินการได้ยากมาก เนื่องจากเป็นผลการประเมินมีรายละเอียดเมื่อเทียบกับภาพจริงแตกต่างกันในมุมมองต่าง ๆ ยิ่งไปกว่านั้น หากนำผลลัพธ์มาวิเคราะห์โปรแกรมด้านสามมิติจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างจากที่ควรจะเป็นค่อนข้างมาก โดยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้อาศัยการประเมินผ่านสายตาของผู้เชี่ยวชาญ (Visual Expert) ที่ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจด้วยภาพถ่ายและสารสนเทศ ระดับปริญญาเอก 2 คน ระดับปริญญาโท 2 คน และระดับปริญญาตรี 2 คน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินคือ 1) ความคุ้มค่าของซอฟต์แวร์ประมวลผล 2) ระยะเวลาการประมวลผล และ 3) ความสมบูรณ์แบบของโมเดลสามมิติ

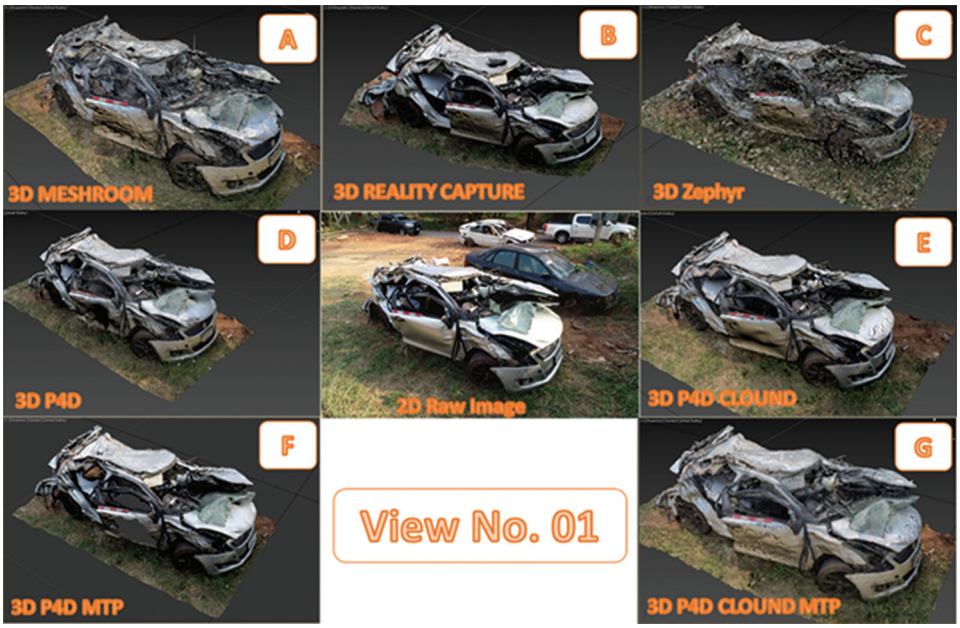
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยนี้ได้ดำเนินการประเมินความครบถ้วนสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้ใช้หลักการของการประเมินคุณภาพของข้อมูลเชิงปริภูมิ กล่าวคือ ในการศึกษาวิจัยนี้จะประเมินคุณภาพของแบบจำลองสามมิติโดยอาศัยกรอบแนวคิดตามมาตรฐาน ISO19113 โดยนำองค์ประกอบด้านความครบถ้วน (Completeness) ของข้อมูลมาปรับใช้ [1]

ซึ่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ การใช้ภาพถ่าย 2 มิติ มาวิเคราะห์ถึงส่วนที่เกิน (Commission) และส่วนที่ขาดของข้อมูล (Omission) โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบในรูปแบบการศึกษาของ [8] ที่แสดงถึงแนวทางการเปรียบเทียบข้อมูล 2 มิติ กับข้อมูล 3 มิติ ซึ่งประสบความสำเร็จในการผสมผสานข้อมูล 3 มิติ โดยทั้งผู้วิจัยได้เลือกการประมวลผลด้วยโปรแกรมแบบต่าง ๆ ผลลัพธ์การเปรียบเทียบในแต่ละกรณีของแต่ละมุมมองได้แสดงไว้ โดยแยกเป็น 7 กรณีดังนี้

I. กรณี A เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Meshroom
II. กรณี B เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Reality Capture
III. กรณี C เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม 3DS Zephyr
IV. กรณี D เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D
V. กรณี E เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D Cloud
VI. กรณี F เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D แบบเติม Manual Tie Point (MTP)
VII. กรณี G เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D Cloud แบบเติม Manual Tie Point

โดยแต่ละมุมมอง แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การประมวลผลด้วยโปรแกรมแบบต่าง ๆ และการประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติ

การวิเคราะห์ถึงความสมบูรณ์แบบของแบบจำลองสามมิติในรูปแบบของการประเมินในเชิงตัวเลขเป็นเรื่องที่ดำเนินการได้ยากมาก เนื่องจากเป็นการประเมินมีรายละเอียดเมื่อเทียบกับภาพจริงแตกต่างกันในมุมมองต่าง ๆ ยิ่งไปกว่านั้น หากนำผลลัพธ์มาวิเคราะห์โปรแกรมด้านสามมิติจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างจากที่ควรจะเป็นค่อนข้างมาก โดยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้อาศัยการประเมินผ่านสายตาของผู้เชี่ยวชาญ (Visual Expert) ที่ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจด้วยภาพถ่ายและสารสนเทศ ระดับปริญญาเอก 2 คน ระดับปริญญาโท 2 คน และระดับปริญญาตรี 2 คน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินคือ 1) ความคุ้มค่าของซอฟต์แวร์ประมวลผล 2) ระยะเวลาการประมวลผล และ 3) ความสมบูรณ์แบบของโมเดลสามมิติ

แบบจำลองสามมิติที่ได้จากแต่ละโปรแกรมจะมีคุณภาพที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ดำเนินการทดลองภายใต้ภาพชุดเดียวกัน สามารถเรียงลำดับผลการวิเคราะห์คุณภาพได้ดังนี้

I. กรณี B เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Reality Capture
II. กรณี E เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D Cloud

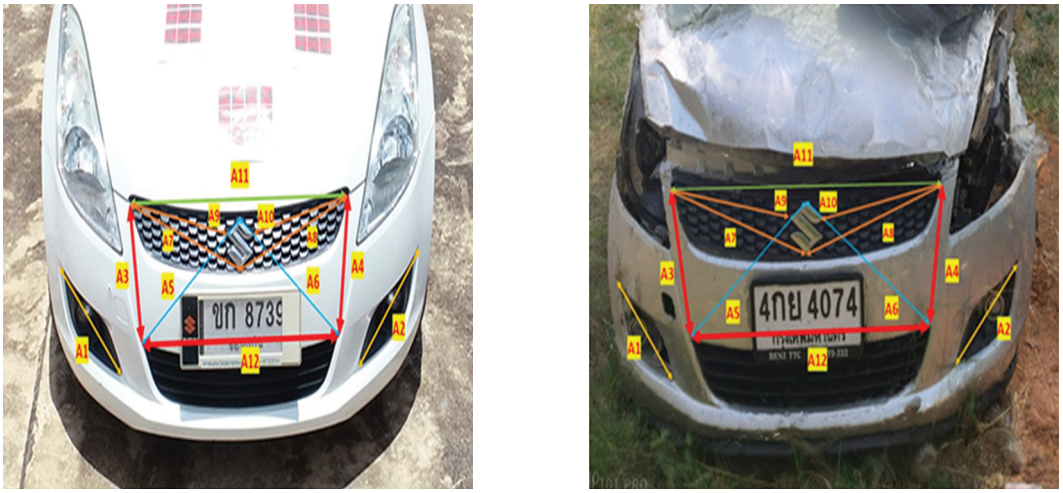
ISSN 2672-9369 (Online)

III. กรณี D เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D
IV. กรณี F เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D แบบเติม Manual Tie Point
V. กรณี G เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Pix4D Cloud แบบเติม Manual Tie Point [MTP]
VI. กรณี A เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Meshroom
VII. กรณี C เป็นการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม 3DS Zephyr

โดยจะเห็นว่า การประเมินความครบถ้วนของแบบจำลองสามมิติเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องทำ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของ [4] ยิ่งไปกว่านั้น MTP มีส่วนสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพของแบบจำลองสามมิติ การประมวลผลในแต่ละส่วนของแบบจำลองจะให้ความครบถ้วนที่ไม่เหมือนกัน ที่เป็นดังนี้เพราะการออกแบบโครงข่ายการถ่ายภาพและขั้นตอนการปฏิบัติงานในการสอบสวนยังไม่สมบูรณ์ดีพอ ซึ่งการศึกษาในอนาคตถึงคู่มือการปฏิบัติงานในการบินถ่ายภาพระหว่างการสอบสวนอุบัติเหตุ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ อันจะนำมาซึ่งผลลัพธ์ที่ดีและมีคุณภาพ

การตรวจสอบความถูกต้องในการวัดระยะจริงและโมเดลสามมิติ

เนื่องจากภายหลังจากการดำเนินคดีของอุบัติเหตุ เจ้าของรถที่เกิดเหตุได้มีการขายซากรถไปเรียบร้อยแล้ว แต่ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะประเมินความถูกต้องของการวิเคราะห์ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง จึงได้ทำการเปรียบเทียบตำแหน่งการวัดระยะจริงจากรถยนต์รุ่นเดียวกันที่ยังไม่เกิดอุบัติเหตุกับระยะบนแบบจำลองสามมิติ โดยได้เลือกเอาบริเวณที่รถที่เกิดอุบัติเหตุจะไม่มีการเปลี่ยนขนาด ดังรูปที่ 6



(ก) การวัดขนาดบนรถยนต์ที่ไม่ได้รับความเสียหาย (ข) การวัดขนาดบนรถยนต์ในแบบจำลอง

รูปที่ 6 ตำแหน่งการวัดระยะรถจริงและภาพขวาแสดงการวัดระยะจากโมเดลสามมิติ

จากการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งแบบสัมพันธ์ ได้ใช้ระยะจุดตรวจสอบทั้งหมด 31 ระยะ ได้วิเคราะห์ความต่างระหว่างระยะ แสดงถึงความคลาดเคลื่อนจากการวัดระยะได้ 0.43 เซนติเมตร

สรุปผลการวิจัย

แบบจำลองสามมิติที่ได้จากแต่ละโปรแกรมจะมีคุณภาพที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ดำเนินการทดลองภายใต้ภาพชุดเดียวกัน โดยการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมแบบมืออาชีพจะให้ความครบถ้วนที่ดีที่สุด ทั้งนี้การประเมินความครบถ้วน

ของแบบจำลองสามมิติเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องทำ ขณะที่การใช้ซอฟต์แวร์แบบรหัสเปิดยังให้ผลลัพธ์ในระดับที่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ อีกทั้งยังมีข้อค้นพบว่า การใช้หมายจุดด้วยมือ (Manual Tie Point) มีส่วนสำคัญการปรับปรุงคุณภาพของแบบจำลองสามมิติ อีกทั้ง การประมวลผลในแต่ละส่วนของแบบจำลองจะให้ความครบถ้วนที่ไม่เหมือนกัน ที่เป็นดังนี้เพราะการออกแบบโครงข่ายการถ่ายภาพและขั้นตอนการปฏิบัติงานในการสอบสวนยังไม่สมบูรณ์ดีพอ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้มีการเสริมโดยการนำเอาผลลัพธ์จากโปรแกรม Pix4D มาวิเคราะห์ความถูกต้องเชิงตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ ซึ่งพบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อน RMSE อยู่ที่ 4.3 มิลลิเมตร ซึ่งมีความเพียงพอที่จะเป็นคู่แฝดดิจิทัลสำหรับการสืบสวนในเชิงอุบัติเหตุได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อนุเคราะห์วัสดุและเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

References

[1] Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., and Boehm, J. (2020). **Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging**. De Gruyter STEM, 2019. DOI: 10.1515/9783110607253

[2] Fraser, C. S. (2006). Accident Reconstruction via Digital Close-range Photogrammetry. **ASPRS 2006 Annual Conference Reno**. Nevada, May 1-5, 2006. Nevada, USA.

[3] Su, S., Liu, W., Li, K., Yang, G., Feng, C. F., Ming, J., Liu, G., Liu, S., and Yin, Z. (2016). Developing an Unmanned Aerial Vehicle-Based Rapid Mapping System for Traffic Accident Investigation. **Australian Journal of Forensic Sciences**. Vol. 48, Issue 4, pp. 454-468. DOI: 10.1080/00450618.2015.1073787

[4] Almeshal, A. M., Almazrouee, A. I., Alenizi, M. R., and Alhajeri, S. N. (2020). Forecasting the Spread of COVID-19 in Kuwait Using Compartmental and Logistic Regression Models. **Applied Sciences**. Vol. 10, Issue 10, p. 3402. DOI: 10.3390/app10103402

[5] Thairath. (2021). **A Car Crashed Into a Tree in Khon Kaen University, 2 off Nong Namon, deputy Miss Thailand, year 2019, serious**. Access (15 April 2021). Available (https://www.thairath.co.th/news/crime/2033315)

[6] Waisurasingha, C. (2020). **Photogrammetry**. Se-education

[7] Stáňa, I., Tokař, S., Bucsuházy, K., and Bilík, M. (2017). Comparison of Utilization of Conventional and Advanced Methods for Traffic Accidents Scene Documentation in the Czech Republic. **Procedia Engineering**. Vol. 187, pp. 471-476. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.402

[8] Galeazzi, F., Di Giuseppantonio Di Franco, P., and Matthews, J. L. (2015). Comparing 2D Pictures with 3D Replicas for the Digital Preservation and Analysis of Tangible Heritage. **Museum Management and Curatorship**. Vol. 30, Issue 5, pp. 462-483. DOI: 10.1080/09647775.2015.1042515

ISSN 2672-9369 (Online)