

**การประมวลผลและบูรณาการข้อมูลเลเซอร์สแกนภูมิประเทศแบบติดตั้งบนยานพาหนะ
(Mobile LiDAR) ร่วมกับข้อมูล RINEX จากสถานี NCDC
โดยใช้โปรแกรม Trimble Business Center**

**Processing and Integration of Mobile LiDAR Topographic Laser Scanning Data
with RINEX Data from NCDC Stations Using Trimble Business Center**

ปิยะรัตน์ เกิดศิริ, พรพัฒน์ ชัยประภา และ กนกพรณ บัวน้อย*
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120
Piyarat Keadsiri, Pornpat Chaiprapa and Kanokphan Buano*
Civil Engineering, Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep,
2 Nanglinchi Rd., Tungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand.

*Corresponding author Email: kanokphan.p@mail.rmutk.ac.th

(Received: February 22, 2025 / Revised: May 17, 2025 / Accepted: June 25, 2025)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความพร้อมด้านวิชาชีพในอนาคต โดยมุ่งเสริมสร้างทักษะการใช้โปรแกรมประมวลผลข้อมูลทางวิศวกรรมสำรวจ ได้แก่ Trimble Business Center (TBC), POSPAC MMS8.5 และ RTK LIB เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้กับงานด้านวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควบคู่กับการฝึกความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ การเคารพระเบียบวินัยขององค์กร การวางแผนการทำงานให้แล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด และการปฏิบัติงานพร้อมแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าอย่างเป็นระบบ ผลการดำเนินงานแสดงถึงกระบวนการประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจความสูงภูมิประเทศด้วยแสงเลเซอร์ (LiDAR) แบบติดตั้งบนรถยนต์ โดยทำการประมวลผลวิถียานพาหนะ การปรับแก้ข้อมูลพอยต์คลาวด์ และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลพอยต์คลาวด์กับข้อมูลจุดทดสอบ (Test Point) ผ่านโปรแกรม Trimble Business Center ผลการศึกษาพบว่า การตรวจสอบและลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลพอยต์คลาวด์จากกระบวนการปรับปรุงการสแกน (Update Scans) สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทั้งในแนวราบและแนวดิ่งให้อยู่ภายในเกณฑ์ไม่เกิน ± 10 เซนติเมตร ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของกระบวนการประมวลผลข้อมูลและศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านวิชาชีพทางวิศวกรรมสำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เลเซอร์สแกนภูมิประเทศแบบติดตั้งบนรถยนต์, พอยต์คลาวด์, การประมวลผลข้อมูล LiDAR, การตรวจสอบความถูกต้อง, วิศวกรรมสำรวจ, สหกิจศึกษา

Abstract

This study aims to enhance professional readiness for future careers by strengthening skills in the use of surveying and geospatial data processing software, including Trimble Business Center (TBC), POSPAC MMS8.5 and RTK LIB, enabling effective application in professional practice. In addition, the study emphasizes the development of professional responsibility, adherence to organizational regulations, effective work planning to meet deadlines, and the ability to perform tasks efficiently while addressing on-site problems in a systematic manner. The results of this study present the data processing workflow derived from vehicle-mounted Light Detection and Ranging (LiDAR) surveys for terrain elevation data, including vehicle trajectory processing, point cloud adjustment, and accuracy assessment through comparison between point cloud data and test point data using Trimble Business Center. The results indicate that error detection and reduction of point cloud data through the update scan process can control both horizontal and vertical discrepancies within ± 10 centimeters. These findings demonstrate that the applied data processing procedures are appropriate and that the processed LiDAR data have sufficient accuracy and reliability for practical applications in surveying engineering professions.

Keywords: Vehicle-mounted LiDAR, Point Cloud, LiDAR Data Processing, Accuracy Assessment, Surveying Engineering, Cooperative Education

1. บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน งานวิศวกรรมคมนาคม และการบริหารจัดการพื้นที่เมือง โดยเฉพาะเทคโนโลยีการสำรวจด้วยแสงเลเซอร์ (Light Detection and Ranging: LiDAR) ซึ่งสามารถให้ข้อมูลความสูงภูมิประเทศและรายละเอียดของสภาพแวดล้อมในรูปแบบพอยต์คลาวด์ที่มีความละเอียดและความถูกต้องสูง เทคโนโลยี LiDAR ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลเชิงสามมิติสำหรับงานด้านวิศวกรรมและภูมิสารสนเทศ (Shan, 2020, (Vosselman, 2022) โดยเฉพาะระบบ LiDAR แบบติดตั้งบนยานพาหนะ (Mobile LiDAR) ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการสำรวจตามแนวถนน ระบบคมนาคม และโครงสร้างพื้นฐาน เนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม การนำข้อมูล Mobile LiDAR ไปใช้งานในเชิงวิศวกรรมจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการประมวลผลและการบูรณาการข้อมูลที่มีความถูกต้องและเป็นระบบ ตั้งแต่การประมวลผลวิธีการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ การปรับแก้ตำแหน่งเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลจากระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System: GNSS) ไปจนถึงการจัดการและปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลพอยต์คลาวด์ (Pfeifer, 2020), (Liu, 2021) ข้อมูล RINEX จากสถานีอ้างอิงถาวร เช่น สถานี NCDC ของกรมแผนที่ทหาร มี

บทบาทสำคัญในการเพิ่มความแม่นยำเชิงตำแหน่งและเชิงระดับในกระบวนการประมวลผลหลังการสำรวจ (post-processing) โดยช่วยลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล GNSS และเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์จากการสำรวจ (El-Rabbany, 2021), (Teunissen, 2021) ซอฟต์แวร์ Trimble Business Center (TBC) เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการประมวลผลและการบูรณาการข้อมูลจากระบบสำรวจสมัยใหม่ โดยสามารถจัดการข้อมูลวิทยานพาหนะ ปรับแก้ข้อมูลพอยต์คลาวด์ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wolf et al., 2020; Hofmann-Wellenhof et al., 2022) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษากระบวนการประมวลผลและการบูรณาการข้อมูลเลเซอร์สแกนภูมิประเทศแบบติดตั้งบนยานพาหนะร่วมกับข้อมูล RINEX จากสถานี NCDC โดยใช้โปรแกรม Trimble Business Center เพื่อให้ได้ข้อมูลพอยต์คลาวด์ที่มีความถูกต้อง เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านวิศวกรรมสำรวจและงานโครงสร้างพื้นฐานในเชิงวิชาชีพต่อไป

จากการตรวจสอบวรรณกรรมก่อนหน้านี้นี้ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีรายงานการศึกษาจำนวนมากที่มุ่งเน้นการประมวลผลและบูรณาการข้อมูลจากระบบ Mobile LiDAR ร่วมกับข้อมูล GNSS เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับงานด้านโครงสร้างพื้นฐานและวิศวกรรมสำรวจ (Shan, 2020), (Pfeifer, 2020), (Vosselman, 2022) งานศึกษาหลายฉบับได้อธิบายถึงกระบวนการประมวลผลข้อมูลตั้งแต่การประมวลผลวิทยานพาหนะ การปรับแก้ข้อมูลตำแหน่งด้วยเทคนิค post-processing โดยใช้ไฟล์ RINEX จากสถานีอ้างอิง ไปจนถึงการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลพอยต์คลาวด์ (El-Rabbany, 2021), (Teunissen, 2021), (Hofmann-Wellenhof, 2022) นอกจากนี้ ยังมีการรายงานการใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลข้อมูลเชิงวิศวกรรม เช่น Trimble Business Center ในการจัดการข้อมูล GNSS และ LiDAR เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสำหรับการนำไปใช้งานจริง (Wolf, 2020), (Liu, 2021) ขณะเดียวกัน วรรณกรรมด้านภูมิสารสนเทศและการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ยังได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพอยต์คลาวด์ด้วยจุดควบคุมหรือจุดทดสอบภาคสนาม เพื่อยืนยันคุณภาพข้อมูลก่อนการประยุกต์ใช้ในงานวิชาชีพ (Longley, 2021), (Goodchild, 2021) อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในเชิงเทคนิคเป็นหลัก ขณะที่การศึกษาเชิงบูรณาการซึ่งเชื่อมโยงกระบวนการประมวลผลข้อมูล Mobile LiDAR และ GNSS เข้ากับการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพและการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริงในบริบทของสหกิจศึกษายังมีอยู่อย่างจำกัด

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีคุณค่าทางวิชาการในการเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยนำเสนอกรอบการทำงานที่ผสมองค์ความรู้ด้านการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี LiDAR ในงานวิศวกรรมสำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. วิธีการทดลอง

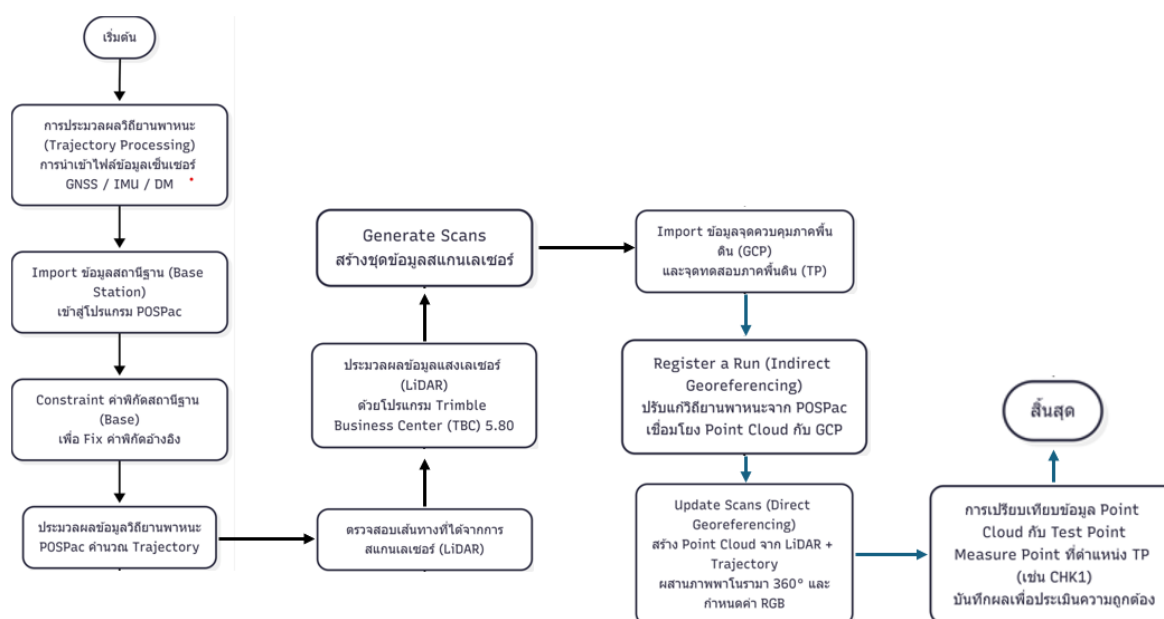
2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1. ข้อมูลเซ็นเซอร์ GNSS/IMU/DMI
2. ข้อมูลสถานีฐานของกรมแผนที่ทหาร

2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

บริเวณรอบกรมแผนที่ทหาร ลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร

2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.4 ขั้นตอนปฏิบัติงาน

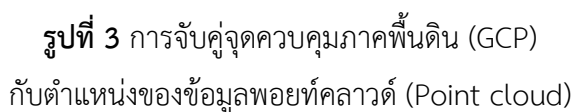
1. การประมวลผลวิถียานพาหนะ

1.1. นำไฟล์ข้อมูลเซ็นเซอร์ GNSS/IMU/DMI เป็นข้อมูลไฟล์ POS_1 มา Import เข้าสู่โปรแกรม POSPAC จากนั้น Import ข้อมูล Base ที่ไปทำการรังวัดเข้าสู่โปรแกรม POSPAC ทำการ Constraint ค่าพิกัดสถานีฐาน (Base) เพื่อ Fix ค่าพิกัด ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการ Set Base Station โปรแกรมจะประมวลผลข้อมูลวิถีของยานพาหนะ ตรวจสอบเส้นทางที่ได้สแกนเลเซอร์ (LiDAR) ดังรูปที่ 2



2.1. Import ข้อมูลดิบ *.mxd จะปรากฏเส้นทางวิถีของยานพาหนะที่ได้จากการประมวลผลวิถี

ของยานพาหนะ (Trajectory) จากโปรแกรม POSPAC ทำการ Generate scans Import ข้อมูลค่าพิกัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) และจุดทดสอบภาคพื้นดิน (TP) และทำการ Register a run เป็นการปรับแก้วิถีของยานพาหนะ (Trajectory) จากโปรแกรม POSPAC ให้มีความละเอียดถูกต้องมาก ยิ่งขึ้นด้วยการโยงยึดค่าพิกัดทางอ้อม (Indirect Georeferencing) ของข้อมูลพอยท์คลาวด์ (Point Cloud) ด้วยค่าพิกัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) และทำการ Update scans ดังรูปที่ 3



[illegible]

55

AREA	PID	Reference coordinate			Point Cloud coordinate			Horizontal Error (m)	Elevation Error (m)	Horizontal Error (m)	Elevation Error (m)
		Easting (m)	Northing (m)	Elevation (m)	Easting (m)	Northing (m)	Elevation (m)				
KKN	CHK001	268621.4	1823248	198.328	268621.429	1823247.497	198.388	0.039	0.060	0.041	0.064
	CHK002	267640.6	1820153	167.758	267640.695	1820152.985	167.600	0.058	0.158		
	CHK003	267167	1818985	160.569	267166.999	1818985.372	160.530	0.041	0.039		
	CHK004	268419.8	1819738	161.159	268419.779	1819738.424	161.105	0.012	0.054		
	CHK005	268104.1	1821106	163.708	268104.175	1821105.742	163.648	0.074	0.060		
	CHK006	271188.2	1821001	158.636	271188.221	1821001.043	158.639	0.018	0.003		
	CHK007	269624.5	1820266	155.121	269624.477	1820265.507	155.117	0.013	0.004		
	CHK008	269089.6	1819650	156.523	269089.554	1819650.122	156.536	0.010	0.013		
	CHK009	268852.8	1819195	165.233	268852.834	1819195.080	165.265	0.011	0.032		
	CHK010	269297.7	1818612	153.394	269297.670	1818611.624	153.400	0.016	0.006		
	CHK011	273328.3	1817310	153.227	273328.296	1817309.690	153.241	0.023	0.014		
	CHK012	270637.5	1817876	156.051	270637.483	1817876.249	156.189	0.045	0.138		
	CHK013	268933.6	1818197	154.973	268933.600	1818196.761	154.940	0.043	0.033		
	CHK014	266298.1	1818192	156.064	266298.094	1818192.283	156.086	0.015	0.022		
	CHK015	266948.8	1814270	164.324	266948.812	1814269.914	164.297	0.042	0.027		
	CHK016	267643.7	1816730	157.812	267643.694	1816730.079	157.832	0.044	0.020		
	CHK017	268711.2	1815900	155.086	268711.255	1815899.775	155.200	0.011	0.114		
	CHK018	271051.4	1817537	155.465	271051.403	1817536.854	155.419	0.021	0.046		
	CHK019	269366	1817706	154.344	269365.979	1817705.734	154.471	0.022	0.127		
	CHK020	266666.5	1815830	162.914	266666.534	1815829.806	162.862	0.037	0.052		
	CHK021	269486	1815812	153.333	269486.037	1815812.333	153.288	0.010	0.045		
	CHK022	266492.2	1816805	155.115	266492.298	1816804.990	155.139	0.088	0.024		
	CHK023	267999.4	1817907	154.284	267999.408	1817907.430	154.322	0.028	0.038		
	CHK024	271161.7	1815484	161.933	271161.803	1815484.364	161.990	0.085	0.057		
	CHK025	268826.4	1817363	157.223	268826.449	1817363.242	157.262	0.050	0.039		

รูปที่ 5 ตารางการเปรียบเทียบของข้อมูล Point Clouds กับข้อมูล Test Point

4. กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ กรมแผนที่ทหาร และพันโท ทวีชัย ชูเชิด ที่มอบหมายภารกิจที่มีคุณค่าในด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจภูมิประเทศด้วยเทคโนโลยีไลดาร์ (LiDAR)

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนโครงการนี้ จนสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้จริงในกระบวนการสำรวจ การจัดการทำแผนที่ภูมิประเทศด้วยเทคโนโลยี LiDAR Mobile Mapping ซึ่งถือเป็นการบูรณาการความรู้จากห้องเรียนสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม

5. เอกสารอ้างอิง

- El-Rabbany, A. (2021). *Introduction to GPS: The Global Positioning System* (3rd ed.). Artech House.
- Goodchild, M. F., Yuan, M., & Cova, T. J. (2021). *Geographic information science and systems*. Wiley.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2022). *GNSS – Global navigation satellite systems*. Springer.
- Liu, X., & Li, Z. (2021). *LiDAR remote sensing and applications*. CRC Press.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2021). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley.
- Pfeifer, N., & Mandlbürger, G. (2020). *Laser scanning for earth surface analysis*. Springer.
- Shan, J., & Toth, C. K. (2020). *Topographic laser ranging and scanning: Principles and processing* (2nd ed.). CRC Press.
- Teunissen, P. J. G., & Montenbruck, O. (2021). *Springer handbook of global navigation satellite systems*. Springer.
- Vosselman, G., & Maas, H.-G. (2022). *Airborne and terrestrial laser scanning*. CRC Press.
- Wolf, P. R., Ghilani, C. D., & Brown, J. C. (2020). *Elementary surveying: An introduction to geomatics* (15th ed.). Pearson.