

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ SLAM СКАНУВАННЯ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Ковтун Віталій^{1*}

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: ridnev@gmail.com

Анотація. У статті проаналізовано проблеми, з якими стикаються фахівці в галузі геодезії в умовах воєнного стану. Розглянуто можливість впровадження мобільного 3D-сканування для фіксації руйнувань будівель та інфраструктури внаслідок військової агресії. Наведено приклад виконання SLAM-сканування на реальному об'єкті після ракетного атаки. Встановлено переваги мобільного лазерного сканування порівняно з іншими геодезичними методами збору просторової інформації, такими як тахеометричне та GNSS-знімання.

Ключові слова: лазерне 3D-сканування, SLAM, хмара точок, GNSS.

Актуальність теми дослідження

3D сканування (SLAM – Simultaneous Localization and Mapping) – одна із найсучасніших технологій геодезії, яка відкриває широкі можливості завдяки здатності точно та швидко збирати величезні обсяги даних про поверхні та об'єкти. Отримана 3D модель стає незамінним інструментом для проектування чи реконструкції об'єкту.

22 червня 2024 р. внаслідок російської атаки на Прикарпаття, були пошкоджені і частково зруйновані деякі корпуси Університету. Війна сягнула тилового Івано-Франківська й наробила багато лиха. Через підвищений ризик повторних обстрілів протягом найближчого часу після атаки, виникла гостра необхідність виконати дуже оперативно спостереження за руйнуваннями, а згодом опрацювати дані вже у безпечному місці. Уже наявний досвід виконання мобільного 3D сканування став у нагоді.

Представлені дослідження мають важливе значення для розуміння можливостей та обмежень SLAM сканування у геодезії в умовах активних воєнних дій на території держави.

Методика

За останні кілька років в геодезії спостерігається значний прогрес у використанні технологій, пов'язаних із лазерним 3D скануванням, особливо для визначення просторового положення об'єктів. Можливості мобільного 3D сканування розглядаються у ряді наукових публікацій (Panfilova et al., 2020; Kalvoda et al.; Puente I. et al., 2013), де автори зосередились на використанні даного методу для геодезичного супроводу будівництва. У роботах (Sigalov et al., 2017; Kang et al., 2015) пропонують алгоритм, що дозволяє аналізувати можливі помилки та попереджати про них учасників майбутнього проєкту.

Інтенсивні воєнні дії, які тривають понад два роки, зумовили зміни для фахівців у царині геодезії у двох напрямках. По-перше, напревеликий жаль, на порядку денному постали такі види практичної діяльності: фіксація руйнувань об'єктів житлової, громадської забудови та інфраструктури внаслідок повітряних атак; встановлення деформацій споруд та розрахунок їхньої стабільності; картографування забруднених шкідливими

речовинами, замінованих, затоплених, спалених чи змінених іншими чинниками впливу територій.

По-друге, виникли певні обмеження у роботі спеціалістів, до яких необхідно пристосуватись, як-от обмежений доступ до деяких баз даних; проблеми із застосуванням GNSS-технологій; відсутність доступу до пунктів державної геодезичної мережі, закладених на територіях активних воєнних дій, тощо.

Метою наково-практичних досліджень є визначення можливостей SLAM сканування у реаліях воєнного стану країни.

Виклад основного матеріалу

Проведення експериментальних досліджень новітніх технологій є важливою передумовою для забезпечення їх надійного та ефективного використання в різних напрямках геодезії. Особливо критичним показником у геодезії є точність вимірювань та їх надійність; це зокрема стосується і використання мобільного 3D сканування із методом опрацювання даних SLAM, які почали широко використовуватись для визначення геометричних параметрів об'єктів.

Отже, повернемося до ракетної атаки 22 червня 2024 р. Протягом першої ж доби було виконано SLAM сканування приладом ALPHAGEO SLAM R100 території навчального закладу. Сесія сканування тривала 40 хв, тобто польові роботи на потенційно небезпечній території (на той момент часу) тривали менше однієї години. Результати знімання опрацьовували у спеціалізованому програмному забезпеченні LIXEL STUDIO. Для локалізації отриманої хмари точок використали 9 опорних точок, розташованих на території сканування. Координати цих точок визначили RTK способом GNSS приймачем у місцевій системі координат. Кольоризація хмари точок виконана з допомогою цифрової камери Insta 360 ONE RS 1-Inch, прилаштування якої передбачено конструкцією SLAM.



Рисунок 1. Кольоризована хмара точок пошкоджених будівель ІФНТУНГ

Маючи у розпорядженні таку детальну просторову модель забудованої території, яка зазнала ракетної атаки, можна камерально виконувати оцінку завданих збитків. Таким чином зменшується час фізичного перебування на ураженій території.

Отже, розглянемо переваги SLAM сканування в умовах воєнного стану. Очевидним плюсом даної технології є швидкість виконання польових робіт (у нашому випадку,

сканування зайняло менше однієї години та виконувалось одним інженером). На територіях активних бойових дій агресор застосовує тактику повторних ударів, тому важливо швидко покинути атаковану територію. Якщо мова йде про тилові регіони, то час теж важливий фактор. Адже жителі пошкоджених будівель зацікавлені якнайшвидше приступити до відновлення житла (прибрати уламки, відновити скління тощо), і фіксація матеріальних збитків не може тривати довго.

Наступною перевагою, наприклад у порівнянні з інструментальними методами, є те, що сканування – це метод дистанційного збору інформації. Тобто інженер отримує дані щодо просторового положення об'єктів не наближаючись впритул до них, не наражаючи себе на небезпеку завалу споруду чи вибуху.

SLAM сканування є автономним методом збору просторової інформації, яке не залежить від наявності тривалого безперебійного GNSS сигналу чи електроенергії у районі робіт. Працювати можна навіть в темну пору доби, у такому випадку отримаємо некольоризовану хмару точок.

Висновки

У роботі досліджено можливість застосування методу мобільного 3D сканування в умовах воєнного стану. Для цього виконано SLAM сканування забудованої території навчального закладу з метою фіксування завданих збитків та руйнувань об'єктів унаслідок ракетної атаки. На основі кольоризованої хмари точок можна виконувати оцінку стану стабільності об'єктів, розрахунки матеріальних збитків, складати план відновлювальних робіт. Перевагами технології SLAM сканування є короткий час польових робіт, за який можна отримати велику кількість просторових даних, дистанційний спосіб збору даних, а також автономний режим роботи.

Перелік літературних джерел

Kalvoda, P., Nosek, J., Kuruc, M., Volarik, T., & Kalvodova, P. (2020, December). Accuracy Evaluation and Comparison of Mobile Laser Scanning and Mobile Photogrammetry Data. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 609, No. 1, p. 012091). IOP Publishing. DOI: [10.1088/1755-1315/609/1/012091](https://doi.org/10.1088/1755-1315/609/1/012091)

Kang T. W., Hong C. H. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration. *Automation in Construction*. 2015. №. 54. p. 25–38. DOI: [10.1016/j.autcon.2015.03.019](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.019)

Panfilova E.E., Malkin I.I. Risk management information system in the organizations of the construction industry as a tool for increasing business revenue. Relevant lines of scientific research: theory and practice. *TSNS Interaktiv Plus*. 2020. p. 132–137. DOI: [10.21661/r-530347](https://doi.org/10.21661/r-530347)

Sigalov K., Konig M. Recognition of process patterns for BIM-based construction schedules. *Advanced Engineering Informatics*. 2017. №. 33. p. 456–472. DOI: [10.1016/j.aei.2016.12.003](https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.12.003)

Review of mobile mapping and surveying technologies. / Puente I., González-Jorge H., Martínez-Sánchez J., Arias P. *Measurement*, 2013. 46.7. p. 2127-2145. DOI: [10.1016/j.measurement.2013.03.006](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.03.006)

Ковтун В., Лиско Б., Куценко О., Пилип'юк Р. Дослідження точності визначення просторового положення об'єктів методом slam сканування. *Геофорум-2024*: зб. тез міжнар. наук.-техн. конф., м. Львів, 10-12 квітня 2024 р. Львів- Брюховичі, 2024. С. 27–29. URL: <https://surl.li/pmhlij>