

УДК 528.72

Анчуткіна М.К., студентка групи 193м-23-1

Науковий керівник: Трегуб Ю.Є., к.т.н., доцент кафедри геодезії

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ТОЧНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛАЗЕРНОГО НАЗЕМНОГО СКАНУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СКАНЕРУ LEICA ТА СИМУЛЯТОРА VRSCAN3D

Лазерне наземне сканування має численні переваги, що роблять його важливим інструментом в геодезії, архітектурі, будівництві та інших галузях.

Основними перевагами є:

- забезпечення високої точності вимірювань, що дозволяє отримувати деталізовану і точну 3D-модель об'єкта чи місцевості;
- проведення великої кількості вимірювань за короткий час;
- можливість проникати в ущільнені або важкодоступні місця, що робить ЛНС ефективним для сканування складних структур чи рельєфів;
- можливість забезпечувати дані в режимі реального часу, що дозволяє отримувати миттєвий звіт про вимірювання під час процесу сканування;
- здатність створювати повні 3D-зображення об'єкта з усіх кутів, що дозволяє отримати повну та об'єктивну картину;
- наявність програмного забезпечення, що дозволяє автоматизувати обробку отриманих даних та швидко створювати точні моделі;
- універсальність та можливість застосовувати в усіх галузях.

Як відомо, лазерне сканування базується на скануванні поверхні об'єкта з утворенням хмари точок. Кожна з точок такої хмари має свої координати X, Y, Z, які є результатами вимірювання відстані від лазера до точки, а також горизонтального та вертикального кута.

Під час запису результатів лазерного сканування деякі ділянки об'єкта можуть бути невидимими або можуть бути затінені. Тому об'єкт зазвичай слід сканувати з декількох позицій, щоб уникнути пропусків даних. Відповідно, створюється декілька сканів або хмар точок, які потрібно об'єднати.

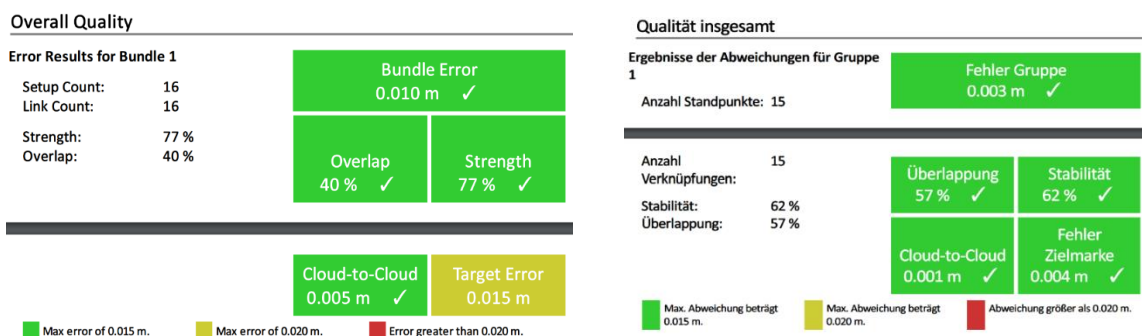
Кожна хмара точок має тривимірні координати, які знаходяться в локальній системі координат і відносяться лише до відповідного положення лазерного сканера. Це означає, що кожне сканування має власну локальну систему координат з нульовою точкою на сканері. Для того, щоб мати можливість оцінювати набори даних разом, скани повинні бути приведені до спільної єдиної системи координат. Для цього один скан береться за еталонний, і інші скани вирівнюються по ньому або, всі скани приводяться у вищу систему координат.

Колективом науковців з німецьких та українського університетів розроблено програму-симулятор лазерного сканування VRScan3D, за допомогою якого можна вивчити технологію проведення лазерного сканування і навчитися працювати із реальним обладнанням. VRScan3D являє собою комп'ютерну гру, у якій на попередньо завантаженої території можна розміщати марки та сканери, що дозволяє зрозуміти основні принципи та сутність проведення реального сканування.

Проведено аналіз результатів виконаних робіт та визначено переваги та недоліки симулятора VRScan3D. На рис. 1 наведено результати обробки даних з симулятора та зі сканера після реального сканування.

Обробка даних полягає у вивантаженні хмар точок у програмне забезпечення Cyclone та поступовому об'єднанні, відзнятих з різних станцій сканерів, частин

тривимірної моделі. Об'єднання здійснюється перекриттям хмар точок з двох попарно розташованих сканерів. У результаті обробки надано значення похибок вимірювань, похибок розміщення марок, відсоток перекриття та детальності хмари точок.



а) Симулятор VRScan3D

б) сканер Leica PTC 360

Рисунок 1 – Результати обробки результатів лазерного сканування

Відповідно до рис. 1 у таблиці 1 наведено результати обробки хмари точок під час сканування у симуляторі та при реальному скануванні сканером

Таблиця 1

Результати обробки хмари точок лазерного сканування

Характеристики оцінки точості	Симулятор VRScan3D	сканер Leica PTC 360
похибка вимірювань	1 см	0,3 см
перекриття	40%	57%
стабільність відзнятої хмари точок	70%	62%
похибка з'єднання хмар точок	0,5 см	0,1 см
похибка розміщення марок	1,5 см	0,4 см

Значення похибки вимірювань при сканування у симуляторі значно перевищує значення цієї ж похибки при реальному сканування. До того ж, похибка розміщення марок у симуляторі перебуває на межі допустимого значення. Водночас, зазначимо, що детальність хмари точок у симуляторі вища за значення детальності у реальності. Це пов'язано з тим, що у симуляторі відсутні інші об'єкти, наприклад, квіти, картини, інформаційні стенди. В процесі роботи із симулятором, на сьогодні, виникають труднощі із його працездатністю, чітким розміщенням марок та точністю їх розпізнання сканером, а також симулятору притаманна така ознака як недостатня реалістичність, що унеможливило отримати точну модель будівлі.

Таким чином, симулятор VRScan3D може використовуватися для навчання студентів основам лазерного сканування, але потребує подальшого удосконалення. Симулятор задовольняє потребам вивчення основних етапів проведення зйомки, а також надає можливість ознайомитися із налаштуванням різних видів сканерів, таких як Leica, Trimble та Faro.

Список використаних джерел:

1. Chizhova, M., Gorkovchuk, D., Kachkovskaya, T., Popovas, D., Gorkovchuk, J., Luhmann, T., & Hess, M. (2021). Qualitative testing of an advanced terrestrial laser scanner simulator: users experience and feedback. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, 29-35.