

УДК 528.42:004.9

Костяной П.А.¹, Фарафонов О.Ю.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЕТАПИ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНОЇ КАРТИ МІСЦЕВОСТІ ЗА ДАНИМИ З БПЛА

Побудова тривимірної карти місцевості з використанням даних, отриманих з безпілотних літальних апаратів (БПЛА) або підводних автономних роботів, є важливою областю досліджень та застосувань у різних сферах, таких як геодезія, картографія, військова справа, екологія та багато іншого [1]. Загальний процес побудови тривимірної карти місцевості можна представити у вигляді послідовності наступних етапів:

- збір даних;
- обробка даних;
- створення хмари точок;
- тріангуляція та побудова моделі;
- візуалізація.

БПЛА або підводні автономні роботи мають різні типи датчиків, такі як камери, лідари (лазерні сканери), радары та інші. Ці датчики

використовуються для збору інформації про поверхню місцевості, рельєф, об'єкти і перешкоди.

Після збору даних необхідно провести їхню обробку для видалення шуму, вирівнювання, фільтрації та об'єднання різних сенсорних потоків. Цей крок включає використання комп'ютерного зору, алгоритмів обробки зображень і обробки сигналів.

Отримані дані зазвичай подаються як хмари точок, де кожна точка має координати (x, y, z) і, можливо, додаткові атрибути, такі як колір або інтенсивність сигналу.

За допомогою алгоритмів тріангуляції та реконструкції поверхні з хмари точок будується тривимірна модель місцевості. Це може бути зроблено шляхом з'єднання точок у трикутники або використання більш складних методів, таких як методи реконструкції сіток. Тріангуляція - це процес поділу простору на набір трикутників, таким чином, щоб усі точки даних знаходилися всередині цих трикутників, і кожна точка даних є вершиною хоча б одного трикутника. Існує кілька методів тріангуляції, включаючи алгоритм Делоне та алгоритми Вороного. Зазвичай у контексті побудови тривимірних моделей місцевості використовується алгоритм Делоне, який будує тріангуляцію таким чином, щоб мінімізувати кути трикутників та забезпечити їх максимальну однорідність. Після виконання тріангуляції кожен трикутник є поверхневою частиною моделі місцевості. Однак для створення повноцінної тривимірної моделі потрібно більше інформації, ніж просто набір трикутників. Зазвичай використовується алгоритм реконструкції поверхні з хмари точок, що апроксимує поверхню місцевості на основі наявних даних. Цей алгоритм може використовувати різні методи, такі як інтерполяція, фільтрація, згладжування та інші, щоб створити більш точну та реалістичну модель місцевості. Під час побудови моделі місцевості враховуються різні особливості, такі як рельєф, об'єкти, перешкоди і т. д. Для цього можуть використовуватися додаткові дані, наприклад, дані з камер або інших сенсорів. Це дозволяє створити більш детальну та корисну модель, яка може бути використана для різних цілей, від навігації до аналізу середовища.

Зшиття двох відсканованих карт, отриманих з різних датчиків, відбувається за допомогою процесу, який називається реєстрацією даних. Цей процес включає кілька етапів. Спочатку відбувається знаходження спільних точок на обох картах, які можуть бути використані для вирівнювання карт. Далі використовуються математичні моделі для трансформації однієї карти так, щоб вона відповідала іншій. Це може включати масштабування, обертання та зсув. На етапі оптимізації відбувається підбір параметрів трансформації для мінімізації розбіжностей між картами. Далі виконується об'єднання даних з обох карт у єдину

інтегровану карту. Для цього процесу часто використовуються спеціалізовані програмні засоби та алгоритми комп'ютерного зору. Важливою частиною є також калібрування обладнання, щоб забезпечити точність даних.

Після побудови моделі місцевості її можна візуалізувати за допомогою спеціалізованих програмних засобів, таких як ГІС (геоінформаційні системи), CAD (комп'ютерне архітектурне проектування) або спеціалізовані програми для роботи з тривимірними даними. Це дозволяє користувачам досліджувати місцевість, виконувати аналіз даних та приймати рішення на основі отриманої інформації. Таким чином, тріангуляція і побудова моделі місцевості є ключовим процесом у створенні тривимірних карт з використанням даних, отриманих з безпілотних літальних апаратів або підводних автономних роботів.

Для кожного з цих етапів існують різні методи та алгоритми, а також різні програмні та апаратні засоби, які можуть бути використані залежно від конкретних вимог проекту та характеристик середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрєєв, С. М., Жилін, В. А. (2019). Застосування даних аерофотозйомки з безпілотних літальних апаратів для побудови 3d-моделей місцевості. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 1. 3-16.