

Безпилотна въздушна фотограметрия и PPK-SfM-MVS метод за интегриран многовременен анализ на промени в земното покритие

д-р инж. Дейвис Динков

РЕЗЮМЕ

Картографирането и триизмерното моделиране на планинските райони и изследването на динамиката на промените в земното покритие са актуални задачи в опазването и поддържането на защитените природни паркове и гори. В този контекст последните постижения в областта на цифровата фотограметрия, използваща метода SfM-MVS за обработка на заснетите изображения, и развитието на безпилотните летателни системи (БЛС) позволяват да се намалят разходите, времето и използването на човешки ресурси и да се получат и повторят триизмерни (3D) топографски данни за планинските райони. Основната цел на това проучване е да се оцени приложимостта на прякото геореферирание PPK (Post-Processing Kinematic) на изображения, заснети от безпилотни летателни апарати и обработени чрез метода SfM-MVS, за интегриран многовременен анализ на промени в земното покритие. За целта са изследвани 3D топографски данни с висока пространствена резолюция (HRTD) с интервал на придобиване от две години за планински тестови район в Плана планина близо до София. Тестовият район има разнообразна растителна покривка, включваща иглолистни гори, пасища, сенокосни ливади, храсти и единични широколистни дървета.

От март 2020 г. до октомври 2022 г. са проведени многократни проучвания на тестовия район с бюджетна конфигурация PPK-UAV (DJI Phantom 4 Pro с инсталиран едночестотен комплект PPK-GNSS). За целите на изследването са избрани две есенни проучвания от септември 2020 г. и октомври 2022 г., които притежават най-добри показатели за точността на цифровите данни. Извършен е 3D анализ на данните за: 1) Оценка на точността на генерираните чрез PPK-SfM-MVS работен процес фотограметрични данни (3D облаци и DSM); 2) Изследване на грешките в отделните специфични повърхности (за отделните специфични участъци) с помощта на инструмента M3C2 за сравняване и оценка на плътни облаци от точки; 3) Определяне на промените в земното покритие в обособените райони с помощта на повърхнинна разлика (DoD).

Многовременните топографски реконструкции, основани на UAV- PPK-SfM, ни позволиха да определим количествено и качествено настъпилите промени в земното покритие. Работният процес на UAV-PPK-SfM в контекста на многовременен анализ на земната повърхност и резултатите предполагат, че дори евтините UAV-PPK системи

могат да предоставят данни, подходящи за измерване на геоморфни промени в мащаба на получените данни.

Ключови думи: PPK; Директно геореферирание, Облаци точки, Структура от движение (SfM); Безпилотни летателни системи (БЛС); DSM; Точност

UAVs photogrammetry and PPK-SfM-MVS method for integrated multi-temporal land cover change detection.

ABSTRACT

change dynamics are current tasks in preserving and maintaining protected natural parks and forests. In this context, recent developments in digital photogrammetry using the SfM-MVS method to process captured imagery and the development of unmanned aerial systems (UAS) allow for reducing the costs, time, and the use of human resources and obtaining and repeatable 3D topographic data for mountainous regions. We will call this acquired 3D high-resolution topographic data (HRTD) 4D data in the context of an additional temporal component. The main objective of this study is to evaluate the applicability of PPK (Post-Processing Kinematic) direct georeferencing of images captured by UAVs and processed through the SfM-MVS method to obtain HRTDs for 4D land cover analysis. We analyze a 3D HRTD with an acquisition interval of two years for a mountain test area in Plana Mountain near Sofia. The test area has a diverse vegetation cover, including coniferous forest, grassland, hay meadows, shrubs, and single deciduous trees. We conducted multiple surveys of the test area with a budget PPK-UAV configuration (DJI Phantom 4 Pro with a single-frequency PPK-GNSS kit installed) from March 2020 to October 2022. Two autumn surveys from September 2020 and October 2022 were selected, which possess the most -good performance on numerical data accuracy. We performed 3D data analysis on 1) Assessment of the accuracy of PPK-SfM-MVS photogrammetry generated topographic data (3D clouds and DSM); 2) Investigation of the errors in the individual specific surfaces (for the individual isolated sections) using the M3C2 tool for comparing and evaluating dense point clouds; 3) Determining land cover changes in the demarcated areas using a surface of differences (DoD).

Accuracy analysis showed that the PPK solution provides comparable accuracy (about $RMSE_{3D} = 0.067$ m for the 2020 data, georeferencing (PPK+1GCP) and $RMSE_{3D}$ about 0.13 m for the 2022 data, georeferencing (PPK only)) like the GCP method.

The multi-temporal topographic reconstructions based on UAV- PPK-SfM allowed us to quantify and qualitatively determine the land cover changes that occurred. The UAV-PPK-SfM workflow in the context of 4D land surface monitoring and the results suggested that even low-cost UAV-PPK systems can provide data suitable for measuring geomorphic change at the scale of the acquired data.

XXXIII МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ
“СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В
ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ”
София, 01 – 03 ноември 2023 г.

XXXIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE IN
GEODESY AND RELATED FIELDS
Sofia, 01 – 03 November 2023

Keywords: PPK; Direct georeferencing, Point clouds, Structure-of-Motion (SfM); Unmanned aerial systems (UAS); DSM; Accuracy

АВТОР:

д-р инж. Дейвис Динков Динков

Национален институт по геофизика, геодезия и география -

Българска академия на науките

e-mail: davis.dinkov@gmail.com

AUTHOR:

Eng. Davis Dinkov, PhD

National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography-

Bulgarian Academy of Science

e-mail: davis.dinkov@gmail.com