В.3. ФОТОГРАМЕТРИЧНО ЗАСНЕМАНЕ И КАРТОГРАФИРАНЕ НА ПЛАНИНСКИ РАЙОНИ С БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Дейвис Динков, *монография, ФАТУМ , 2023, ISBN 978-619-91951-4-7*

Картографирането и триизмерното моделиране на планинските територии, заедно с изследването на динамиката на изменението на земното покритие, е актуална задача за опазване и поддържане на защитени природни паркове и гори. Безпилотните летателни системи са налагаща се успешна алтернатива за събиране на данни от дистанционни наблюдения на Земята с широк спектър от практически приложения. Цифровите топографски данни с висока разделителна способност, генерирани чрез изображения от безпилотни летателни системи (БЛС) отварят нови възможности в изследването и картрографирането на природните ландшафти. Обикновено точността на такива топографски данни зависи от броя и разпределението на наземните контролни точки (GCP), чрез които се георeферира цифровия модел. Бързото и ефективно картографиране в отдалечени или непрестъпни райони се възпрепятства от необходимостта да се поставят и измерят множество GCP при изпълнението на проекти чрез безпилотно въдушно заснемане с БЛС. Директна георeференция на изображенията на БЛС чрез PPK (Post-Processing Kinematic) GNSS метод, могат да преодолеят тези ограничения чрез осигуряване на сантиметрова точност на HRTD при специализирани изследвания на земната повърхност.

В научното изследване са разгледани принципите на близкодистанционната фотограметрия, базирана на SfM-MVS алгоритми и тяхното приложение за безпилотно заснемане и картографиране с UAVs. Посочени са основните изисквания за заснемане на цифрови изображения, използвани за въздушна фотограметрия с UAVs, описани са главните характеристики на неметричните RGB камери с процедурите по тяхното калибриране и определяне на основните им параметри, които се използват и оценяват в изчислителния SfM-процес.

Настоящата научна монография поставя основен акцент върху приложението на технологията за директно георефериране без нужда от допълнителни наземни контролни точки (т.е. изчисляване на фотограметричния модел чрез използване само на точните координати на заснетите изображения). В този контекст последните разработки в дигиталната фотограметрия (методът структура от движение (SfM), комбиниран с многогледно стерео (MVS)), заедно с развитието на безпилотни въздушни системи (UAS), увеличават възможностите за придобиване на достъпни и повтарящи се топографски данни за планински райони.

В периода 2019 – 2022 г. от ръководена от автора на монографията работна група са извършени тестови и работни въздушни фотограметрични заснемания на планински територии (тестов участък от Плана планина и 250 кв. km от Природен парк „Врачански Балкан“), при което успешно е приложен кинематичен метод с последваща обработка (PPK - Post-Processing Kinematic) за прецизно георефериране на изображения от безпилотни летателни системи. При практическото приложение на разгледаната в представеното проучване методика са извършени 77 полетни мисии и са заснети над 90000 изображения с резолюция 42 MPix за фотограметрично заснемане на ПП „Врачански Балкан“. Изработена е цифрова ортофотокарта на ПП „Врачански Балкан“ с пространствена резолюция 15 cm/pix и цифров модел на земната повърхност (DSM) с пространствена резолюция 50 cm/pix.

Много важен аспект, представен в настоящата монография, е правилната оценка на точността на финалните топографски данни. Въз основа на извършения подробен статистически анализ на грешките в цифровите модели и изследването на тяхното нормално разпределение, е направена адекватна оценка на точността на генерираните ортофотомозайки и цифрови модели на теренната повърхнина. Постигнатата планова точност на ортофотомозайките на ПП „ Врачански Балкан“ е 0. 271 m, а вертикалната точност на теренната повърхнина е ±0. 409 m.

За класифициране на точността на обработените цифрови данни са използвани стандартите за позиционна точност на ASPRS (ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data). Според постигнатите точности и пространствената разделителна способност на цифровите данни, изработените ортофото мозайки са отнесени в категория „Standart mapping and GIS work” за мащаб 1:1200, а цифровият модел на земната повърхност на ПП „Врачански Балкан“ - във височинен клас „Vertical Accurasy Class 8“ (до 66.6 cm). Така класифицирани, цифровите топографски данни, изработени с приложение на безпилотна въздушна фотограметрия, отговарят на международните стандарти за едромащабно картографиране и проучване на планинска територия.

Г.7_1 ПРЕДИМСТВАТА, НЕДОСТАТЪЦИ И ПРИЛОЖИМОСТ НА КИНЕМАТИЧЕН GNSS МЕТОД С ПОСЛЕДВАЩА ОБРАБОТКА ЗА „ДИРЕКТНО ГЕОРЕФЕРИРАНЕ“ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ БЛС.

Дейвис Динков, Атанас Китев, *Proceedings Vol. 1, 8th International Conference on Cartography and GIS, 2020, Nessebar, Bulgaria ISSN: 1314-0604, Eds: Bandrova T., Konečný M., Marinova S., 1, Bulgarian Cartographic Association, 2020, ISSN:1314-0604, 747-759*

Използването на безпилотни летателни системи (UAS) за придобиване на изображения, които впоследствие се обработват чрез фотограметричния метод SfM-(Structure-of-motion), все повече се утвърждават като подходящ работен процес за получаване на топографски данни с висока разделителна способност (HRTD). През последните няколко години развитието на висококачествени IMU (Inertial Measurement Unit) и GNSS технологии, както и специализираните RTK (Real Time Kinematic) и PPK (Post-Processed Kinematic) решения за БЛС могат да осигурят точно определяне на параметрите на външното ориентиране на използваните камери в БЛС за фотограметрично заснемане. Използването на такъв подход има потенциал да се превърне в алтернатива на използването на земни контролни точки (GCP) за георефериране на топографските данни получени от БЛС. Конвенционалният метод за георефериране чрез наблюдение на наземни контролни точки (GCP) осигурява надеждно позициониране, но точността в местоположение критично зависи от броя и пространственото разположение на GCP. Това ограничава ефективността на метода във времеви аспект. Прилагането на директно георефериране на изображенията заснети от БЛС може да преодолее тези ограничения. Напоследък PPK-метода за георефериране на изображения постепенно се развива и осигурява сантиметрова точност на HRTD при специализирани изследвания на земната повърхност.

Г.7_2 3D ИСТОРИЧЕСКА РЕКОНСТРУКЦИЯ С ИНТЕРАКТИВНО УЕБ БАЗИРАНО ПРИЛОЖЕНИЕ

Дейвис Динков, Стефан Бончев*, Proceedings Vol. 1, 8th International Conference on Cartography and GIS, 2020, Nessebar, Bulgaria ISSN: 1314-0604, Eds: Bandrova T., Konečný M., Marinova S., 1, Bulgarian Cartographic Association, 2020, ISSN:1314-0604, 747-759*

Картографията не спира своя прогрес - тя става все по-привлекателна, по-иновативна и по-приложима в различни области на живота. Използването на 3D и интерактивни карти е почти ежедневие. Съществуват големи количества всякакви геопространствени данни и почти всяко място по света е картографирано. Но какво ще стане, ако трябва да се създаде карта на място, което вече не съществува? Статията представя комбинация от 2D и 3D историческа реконструкция на жилищен квартал в град София, България. Картите представят района през периода 1927-1944 г., където днес няма нищо запазено от онова време. Картографските продукти са създадени, като са използвани данни от стари кадастрални карти, стара аерофотоснимка, стари снимки, ръчни скици и живи спомени на хора, които все още помнят мястото. Крайните картографски продукти са интегрирани в интерактивно приложение, което е разработено на базата на уеб езиците HTML, CSS и JavaScript и работи в режим на киоск, като използва фон на Google Chrome.

Г.7_3 ТОПОГРАФСКИ ДАННИ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ ЗА РЕЧНИ ЛАНДШАФТИ ПОЛУЧЕНИ ЧРЕЗ ВЪЗДУШНА БЕЗПИЛОТНА ФОТОГРАМЕТРИЯ - ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДОЛИНАТА НА РЕКА ОГОСТА, СЕВЕРОЗАПАДНА БЪЛГАРИЯ

Дейвис Динков, Атанас Китев, Десислава Христова, *Proceedings, 21, International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM,, 2021, ISSN:ISSN 1314-2704, DOI:10.5593/sgem2021/2.1/s10.67, 547-554.*

Използването на безпилотни летателни апарати (БЛС) за получаване на изображения, които след това се обработват чрез фотограметричния метод SfM (Structure-from-motion), все повече се утвърждава като подходящ работен процес за получаване на топографски данни с висока резолюция (HRTD). Използването на PPK (Post-Processed Kinematic) решения за безпилотни летателни апарати може да осигури точни параметри за външната ориентация на камерите, използвани в безпилотните летателни апарати за фотограметрично заснемане. Използването на такъв подход има потенциал да се превърне в алтернатива на използването на наземни контролни точки (ГКП) за георефериране на топографски данни, получени от безпилотни летателни системи. Конвенционалният метод на георефериране чрез наблюдение на ГКП осигурява надеждна точност на позициониране на местоположението, но зависи критично от броя и пространственото разположение на наземните контролни точки. Това ограничава ефективността на метода във времеви аспект. Прилагането на директно георефериране на изображения, направени от безпилотни летателни апарати, може да преодолее тези ограничения. В настоящата статия е представена оценка на геопространствената точност на триизмерни цифрови продукти, получени чрез фотограметрия с безпилотни летателни системи, като се използва методът SfM

(Structure from Motion), комбиниран с решение PPK (Post-Processed Kinematic) за координиране на направените изображения. Изследването е извършено с VTOL WingtraOne, който е оборудван с камера Sony RX1R II с 35 mm пълнокадров сензор и резолюция 42 Mpix и допълнителен PPK GNSS модул AsteRx-m2 UAS за директно георефериране на изображенията. Генерирането на цифрови данни е извършено с помощта на два метода за георефериране: 1) аеротриангулация - "AT" (GCP метод) и 2) директно георефериране на изображенията (PPK метод) без използване на GCP. Резултатите от прилагането на метода в района за изследване на случая Горна Ковачица показват, че той осигурява достатъчно точни цифрови данни за терена, което позволява бърз анализ на речните долини.

Г.7_4 КОМБИНАЦИЯ ОТ НАБЛЮДЕНИЯ ЧРЕЗ GNSS И БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ (БЛС) ЗА ИЗУЧАВАНЕ НА СВЛАЧИЩНИ ПРОЦЕСИ - ИЗСЛЕДВАНЕ ОТ БОТАНИЧЕСКАТА ГРАДИНА, ГР. СОФИЯ

Дейвис Динков, Любка Пашова, *Proceedings Vol. 2, 8th International Conference on Cartography and GIS, 20-25 June 2022, Nessebar, Bulgaria ISSN: 1314-0604, Eds: Bandrova T., Konečný M., Marinova S.*

Проучването и картографирането на труднодостъпни или недостъпни райони са предизвикателни задачи. В допълнение към класическите геодезически методи, дистанционно управляемите летателни системи (RPAS), известни също като безпилотни летателни системи (UAS,БЛС), могат да се използват като алтернативен метод за решаване на подобни изследователски и приложни проблеми. През последните две десетилетия измерванията с GNSS и БЛС се използват все повече за наблюдение и анализ на свлачищната дейност. В настоящия доклад са представени резултатите от пилотни проучвания на свлачище в района на Софийската ботаническа градина, при които са комбинирани данни от измервания с GNSS и БЛС. Три оптични сензора са използвани за анализи с тестова цел по време на проучването с БЛС. Проведените експерименти имат две основни цели: да се оценят качествата на системите на БЛС и да се установи наличието на движения в изследваното свлачище. По-специално се опитваме да идентифицираме геодезическите стълбове, принадлежащи към геодезическата мрежа, създадена през 1988 г. с инструменти за принудително центриране (стълбове), в точните оБЛСци от точки, генерирани по време на обработката на изображенията с помощта на фотограметричния софтуер Pix4D. Оценени са точността и прецизността на наземните контролни точки (GCP), за да се определят границите, в които могат да се определят възможните премествания от измервания в различни епохи с помощта на GNSS и БЛС. Въз основа на сравнителния анализ на двата вида данни следващата стъпка в бъдещия анализ ще бъде да се определят местните стабилни и деформирани зони от целия период на наблюдение. Представена е и качествена и количествена оценка на факторите, които оказват влияние върху точността на геопространствените данни, като геодезическите координати на геодезическите контролни стълбове, оБЛСчните точки, цифровия модел на повърхността и ортофото изображенията.

Г.7_5 ОЦЕНКА НА ТОЧНОСТТА НА ЦИФРОВИ ТОПОГРАФСКИ ДАННИ С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ, ГЕНЕРИРАНИ ЧРЕЗ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ, ГЕОРЕФЕРИРАНИ С ПОМОЩТА НА БОРДОВА PPK СИСТЕМА ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ

Дейвис Динков, *Journal of the Bulgarian Geographical Society 48: 43-53, 2023, doi: 10.3897/jbgs.e89878, ISSN 2738-8115 (online)*

През последните години безпилотните летателни апарати (UAV) все по-бързо и успешно се наложиха като инструмент за бързо събиране на изображения с висока разделителна способност като базови данни при изучаване на земното покритие и топографско картографиране. При фотограметрия, използваща SfM-MVS метод на обработка на заснетите изображения, обикновено се прилага непряко георефериране на цифровите данни, чрез наземни контролни точки (GCP). Но изборът, маркирането и координирането на GCP в труднодостъпни терени е трудоемко, отнема време, а и в някои случаи е опасно или невъзможно. Основната цел на това изследване е да се оцени точността на топографски данни с висока резолюция (HRTD) продукт на фотограметричната обработка на PPK-директно георефериранu изображения чрез SfM-MVS работен процес. Сравнени са прекият и непрекият метод за георефериране на цифровите продукти. Изчислена е планиметричната и вертикална средната квадратна грешка (RMSE) в положението на валидиращи точки, с отчетени координати в плътни облаци точки, ортофото мозайки и теренни повърхнини (DSM), като за сравнение са използвани техните прецизно измерени с GNSS-RTK приемници координати. Анализът се основава на статистическа оценка на експериментални данни, получени от хексакоптер базиран на TAROT X6 оборудван с две различни конфигурации на сензора за изображения: 1) Екшън камера Sony RX0 и 2) Безогледалната камера Sony A6000, както и квадракоптер DJI Phantom 4 Pro с интегриран допълнителен L1-GNSS модул за директно георефериране чрез PPK-метод. Генерирането на HRTD беше извършено с три блокови контролни конфигурации за всеки БЛС: 1) Иниректно георефериране само с GCP; 2) Само PPK георефериране и 3) PPK георефериране с една GCP. Нашето изследване показа, че при използването на L1-GNSS бордови приемнници за PPK-георефернция без никакви GCP се получава планиметрична точност на модела RMSExy: 0.125 до 0.231 cm, в зависимост от конфигурацията БЛС/камера. Но при два от полетите се получиха значителни вертикални отместванията, които се дължат предимно на йоносферните смущения, които влияят при разрешаването на нееднозначността на фазовите цикли при използваните едночестотни приемници. При добавяне на една контролна точка в PPK-метода за георефериране, планиметричната и вертикална точностт на данните е съпоставима с индиректния GCP метод за реферирane. Освен това, нашите резултати показват, че свойствата на камерата (т.е. фокусно разстояние, разделителна способност, качеството на сензора) оказват влияние върху качеството о точността на цифровите продукти. Направена е и оценка на крайните HRTD съгласно ASPRS (Американското общество за фотограметрия и дистанционно наблюдение) Стандарти за точност на цифровите геопространствени данни.

Анализирайки точността на HRTD, получени с експерименталните конфигурации БЛС/камера за тестовия район, настоящето проучване показва, че работният процес PPK-SfM-MVS може да предостави качествени данни със сантиметрова точност на фотограметричните продукти

Г8_1 ТРИИЗМЕРНО (3D) МОДЕЛИРАНЕ НА ОБЕКТИ НА КУЛТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОТО НАСЛЕДСТВО С ИЗПОЛЗВАНЕ НА БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Дейвис Динков, *Journal "Problems of geography",Volume 3-4, 2018, ISSN:0204-7209, 139-160*

Използването на безпилотни летателни системи (БЛС) за заснемане на културно-исторически паметници позволява получаването на актуални и качествени изображения. Технологията е подходяща за заснемане на отделни монументи или комплекси от сгради и съоръжения. За да се демонстрира прецизността и надеждността на процедурата, в статията е разгледан пример за мемориален комплекс (паметника на вр. Околчица в ПП „Врачански Балкан"), състоящ се от висок вертикален обект – опълченски кръст с височина 26,60 m и изграден в основата му параклис „Св. Георги". В обхвата на изследването е включен и подходът от стълби към монумента, както и околното пространство. Направени са заснемания с готова за полет безпилотна летателна система (DJI INSPIRE-1) и прилагане на метода „Структура от движение" (SfM), използван в софтуера Pix4Dmapper, за обработка на цифрови изображения и триизмерно моделиране. Получените крайни резултати за изследвания обект включват следните цифрови продукти: ортофото мозайка, цифров модел на повърхнината (DSM), цифров модел на терена (DTM), триизмерен модел и визуализация на мемориалния комплекс. Резултатите демонстрират приложимостта на БЛС за получаване на цифрови изображения, отговарящи на изискванията за фотограметрична обработка чрез SfM-метод и създаване на 3D модели с адекватна геометрична точност подходящи за мониторинг и управление на обекти на културно-историческото наследство.

Г8_2 ПРИЛОЖЕНИЕ НА 3D МОДЕЛИРАНЕ ПРИ РЕКУЛТИВАЦИЯ НА НАРУШЕНИ ТЕРЕНИ ОТ МИННОДОБИВНАТА ДЕЙНОСТ

Дейвис Динков, *Proceedings of the National Scientific and Technical Conference "The Mineral Resource Base of Bulgaria", NTS MDGM, 2018, ISBN:978-619-90939-1-7, 154-16*

Резюме: Разработването на триизмерни (3D) модели в ГИС среда е особено актуално за открития добив на полезни изкопаеми и последващи дейности в откритите рудници. В настоящото изследване са разгледани два метода за 3D моделиране за нуждите на рекултивацията на стара каменна кариера в с. Потока, община Габрово на територията на Природен парк „Българка". Приложени са традиционни геодезически методи за набавяне на пространствени данни и използването им за изработка на цифров 3D модел, както и 3D визуализация на кариерата. Разгледани са и съвременни дистанционни методи за набиране на геоданни с безпилотни летателни системи (БЛС) с цел изработване на високоточни и актуални цифрови продукти, като ортофотомозайки, DSM/DTM, векторни данни, 3D модели и др.

Г8_3 СЪЗДАВАНЕ НА ТРИИЗМЕРНА КАРТА ЗА ИСТОРИЧЕСКА ВЪЗСТАНОВКА НА КВ. ИЗГРЕВ, ГР. СОФИЯ (1927-1944 Г.).

Дейвис Динков, *Journal "GEODESY, CARTOGRAPHY, LAND MANAGEMENT", 1-2, NTS FSEU, 2019, ISSN:0324-1610, 22-27*

Основното предимство на триизмерните панорамни карти е ясната и реалистична визуализация на изобразяваните обекти и ландшафт. Разгледан е работен процес за изработката на панорамна карта - историческа възстановка на кв. Изгрев, гр. София за периода 1927-1944 г. За историческия период на изследването са разработени геобази данни, които включват : релеф, земно покритие, сгради и съоръжения, пътища и инфраструктура. Триизмерните модели на релеф, сграден фонд и земно покритие са генерирани, като са използвани горепосочените пространствени данни. Всички разработени ГИС масиви от данни и 3D модели са обработени във Visual Nature Studio (VNS) - 3D ГИС софтуер за триизмерно моделиране, генериране на фотореалистична визуализации и анимация. Използвайки инструментите за рендъринг в софтуера VNS е генерирана триизмерна визуализация с висока разделителна способност и подробност на съдържанието. За получаването на завършен картографски продукт са добавени легенда, рамково оформление, текстови елементи и условни знаци.

Г8_4 ТОЧНОСТ И ПРИЛОЖЕНИЕ НА НИСКОБЮДЖЕТНА СИСТЕМА БЛС С ИНСТАЛИРАН КОМПЛЕКТ ЗА PPK-ГЕОРЕФЕРИРАНЕ

Дейвис Динков, *Proceedings of the XXIX INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON "MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE IN GEODESY AND RELATED FIELDS" 05-06 November 2019, Istanbul, Turkey*

Резюме: През последните години безпилотните летателни системи (БЛС) демонстрираха значителен потенциал с възможности за приложение в много оБЛСсти. Картографирането на недостъпни и опасни територии чрез методите на полевите изследвания е предизвикателна задача. Техниките за дистанционно наблюдение могат да предоставят алтернативно решение на такива задачи. Обикновено единичните GNSS приемници на потребителските БЛС не могат да осигурят субметрична точност на позициониране. Поради това е необходимо да се използват наземни контролни точки (GCP), измерени с прецизни GNSS системи за точно геодезическо позициониране. Проведени са експерименти с различен брой използвани GCP и различна разделителна способност на изображението (различна височина на БЛС). За целите на това проучване е използван безпилотен летателен апарат Phantom 4 Pro. Неговото тегло е приблизително 1,4 kg, а диагоналът му е 35 cm. Максималната продължителност на полета е 28 мин. Phantom 4 Pro е снабден с 20 MP CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) сензор с размер 1 инч (25,4 mm). Камерата на DJI използва механичен затвор, който елиминира в максимална степен изкривяването, което се получава при висока скорост на полета. За да се експериментира с метода PPK, са използвани евтин едночестотен GNSS приемник Emlid Reach M+ и специално разработен комплект (SNAP-PPK) за инсталиране на приемника към БЛС. Целта на това проучване е да се оцени точността и приложението на решение PPK (Post Processed Kinematic method), използвано за точно георефериране на изображения от БЛС чрез последваща обработка на измервания от глобални навигационни спътникови системи (GNSS). За сравнение на решението PPK с методите, използващи наземни контролни точки (GCP), е извършен сравнителен анализ на резултата от изследването на една и съща тестова област по

двата метода. Анализирани са и допълнителни фактори, които могат да повлияят на точността на крайните цифрови данни (облачни точки, цифрови модели на повърхността - DSM и ортофото изображения). Проведени са експерименти с различен брой използвани GCP и различна разделителна способност на изображението (различна височина на БЛС). За целите на това проучване е използван безпилотен летателен апарат Phantom 4 Pro. Неговото тегло е приблизително 1,4 kg, а диагоналът му е 35 cm. Максималната продължителност на полета е 28 мин. Phantom 4 Pro е снабден с 20 MP CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) сензор с размер 1 инч (25,4 mm). Камерата на DJI използва механичен затвор, който елиминира в максимална степен изкривяването, което се получава при висока скорост на полета. За да се експериментира с метода PPK, са използвани бюджетен едночестотен GNSS приемник Emlid Reach M+ и специално разработен комплект (SNAP-PPK) за инсталиране на приемника към БЛА.

.

Г8_5 ПРИЛОЖИМОСТ НА БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ С ОТВОРЕН КОД ЗА ФОТОГРАМЕТРИЧНО ЗАСНЕМАНЕ И КАРТОГРАФИРАНЕ НА ЗЕМНАТА ПОВЪРХНОСТ

Дейвис Динков, *Сборник доклади на XXX МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ "СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ", София, 04 – 06 ноември 2020 г*

Безпилотните летателни системи (БЛС) са динамично развиващ се инструмент в дистанционните изследвания и все по-често се използват за фотограметрично заснемане и картографиране на земната повърхност. В настоящото изследване, под БЛС с отворен код, се разглежда съчетанието на софтуер и хардуер, необходими за изграждане и управление на безпилотни летателни системи с отворен код под отворени лицензи.

За да се оцени приложението на бюджетни БЛС с отворен код за фотограметрично заснемане и картографиране са използвани две полетни конфигурации : 1) БЛС тип неподвижно крило - модифициран Parrot Disco и 2) Авторски разработен хексакоптер базиран на TAROT X6. БЛС са асемблирани с полетни контролери с отворен код, на които са инсталирани различни версии на автопилотната система ArduPilot. Наземния контрол и планирането на полетните мисии са реализирани със софтуера Mission Planer, който също е с отворен код.

Проведени са въздушни заснемания на два тестови участъци в землището на с. Плана, община София, като са използвани екшън камери GoPro HERO5-black, Sony RX0 и безогледалната камера Sony A6000. За проверка на точността на ортофото-мозайките и DSM са използвани прецизно координирани земни контролни точки (GCP) и валидиращи точки (VP) . Генерирани са цифрови продукти с висока разделителна способност (ортофотомозайки и DSM) от заснетите въздушни изображения. В изследването са разгледани и различни методи за георефериране на заснетите изображения за последваща обработка по метода SfM.

Представените цифрови продукти и резултати ще демонстрират, че асемблираните БЛС с отворен код са достъпна алтернатива на търговските платформи за дистанционни наблюдения и патентован софтуер

Г8_6 ГЕОПРОСТРАНСТВЕНИ ОБЛАЦИ ОТ ТОЧКИ, ПРОИЗВЕДЕНИ ОТ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗАСНЕТИ С БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ И ПРИЛОЖЕН ДИРЕКТЕН (PPK) МЕТОД ЗА ГЕОРЕФЕРИРАНЕ: ОЦЕНКА НА ТОЧНОСТТА ЗА ТЕСТОВ РАЙОН В ПЛАНА ПЛАНИНА, БЪЛГАРИЯ

Дейвис Динков, *Сборник доклади на XXXI МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ "СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ", София, 03 – 03 ноември 2021 г*

Използването на безпилотни летателни системи (БЛС) за дистанционни наблюдения намира все по-голямо приложение при изучаване на земното покритие и топографско картографиране. БЛС, оборудвани с потребителски камери, могат лесно да заснемат изображения с висока разделителна способност. Тези изображения позволяват да се генерира геопространствен облак от точки, последван от създаване на триизмерен повърхностен модел и ортофото-мозайки. При фотограметрия, използваща SfM-MVS метод на обработка на заснетите изображения, обикновено се прилага непряко georeferиране на цифровите данни, чрез наземни контролни точки (GCP). Но изборът, маркирането и координирането на GCP в труднодостъпни терени е трудоемко, отнема време, а и в някои случаи е опасно или невъзможно. Основната цел на това изследване е да се оцени точността на геоопространствените облаци точки като основен продукт на фотограметричната обработка по метода SfM-MVS. Изображенията са georeferирани чрез използване на PPK (Post-Processing Kinematic) метод за прецизно изчисление на координатите (Xo,Yo,Zo) на проекционните центрове на обектива на използваната за заснемане с БЛС камера. За тази цел е заснет тестов обект в планински район чрез три различни конфигурации камера/БЛС. Сравнени са прекият и непрекият метод за georeferиране на цифровите продукти. Изчислена е средната квадратна грешка (RMSE) в положение на точка в плътните облачни структури, като са използвани валидиращи точки (VP) с прецизно измерени на терен координати. Анализът се основава на статистическа оценка на експериментални данни, получени от хексакоптер базиран на TAROT X6 оборудван с две различни конфигурации на сензора за изображения: 1) Екшън камера Sony RX0 и 2) Безогледалната камера Sony A6000, както и квадракоптер DJI Phantom 4 Pro с интегриран допълнителен GNSS модул за директно georeferиране чрез PPK-метод. Анализирайки точността на цифровите облаци точки, получени с експерименталните конфигурации БЛС/камера за тестовия район, настоящето проучване показва, че работният процес UAS-PPK-SfM може да предостави качествени данни със сантиметрова точност на фотограметричните продукти.

Г8_7 ТРИИЗМЕРНО ГЕОЛОЖКО МОДЕЛИРАНЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ГИС

Дейвис Динков, *Списание „МИННО ДЕЛО И ГЕОЛОГИЯ", 5-6, Българската минно-геоложка камара (БМГК), 2022, ISSN:0861-5713 (2603-4549 online), 64-71*

Триизмерното (3D) моделиране и визуализация позволяват да се представят геосистемите чрез динамични модели или чрез генериране на фотореалистични изображения, използвайки широк спектър от данни: геоложки, геодезически, географски и др. Представени са основните методи за събиране и обработка на цифрови геопространствени данни за 3D моделиране и 3D визуализация в ГИС среда. Използвани са съвременни методи за дистанционно наблюдение с помощта на

безпилотни летателни системи (БЛС) с цел изготвяне на триизмерен геоложки модел. Демонстрирани са възможностите за прецизно картографиране и създаване на високоточни цифро- ви модели, подходящи за използване в ГИС среда, както и за изграждане на прецизни и актуални триз- мерни модели на геоложки обекти.

Г8_8 ПРЕГЛЕД НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА ЗА ЦУНАМИ ПО БЪЛГАРСКОТО ЧЕРНОМОРСКО КРАЙБРЕЖИЕ

Дейвис Динков, Любка Пашова, Лилия Димитрова, Емил Ойнаков, *Сборник с доклади от 8-ИЯ МЕЖДУНАРОДЕН ФОРУМ НА СТРАНИТЕ ОТ КРАЙБРЕЖНАТА ИВИЦА НА ЧЕРНО МОРЕ - НАУЧНА ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА КОНФЕРЕНЦИЯ, 29-30 август 2022 г. / София,, Издателство ИКСАД, 2022, ISBN:978-625-8213-50-8, 856-864*

През последните три десетилетия опасността от цунами и оценката на риска се превърнаха в приоритетни изследователски области. Изследователските методологии за моделиране на цунами и подходите за цялостна оценка на риска непрекъснато се усъвършенстват. В тази връзка международната изследователска мрежа в рамките на европейското действие COST AGITHAR, https://www.agithar.uni-hamburg.de работи за подобряване, стандартизиране и насърчаване на изследванията на цунами. Въпреки че цунамитата в Черно море са рядкост, крайбрежните общности не трябва да подценяват подобни събития. Принос към дейностите по това COST действие има изпълняваният проект от Националния институт по геофизика, геодезия и география - Българска академия на науките (НИГГГ - БАН), финансиран от Националния фонд за научни изследвания за Черноморския регион. Проучванията на цунамито имат две основни цели: 1) оценка на текущото състояние на изследванията на цунами на национално ниво; и 2) намаляване на неблагоприятните въздействия върху потенциално уязвимите крайбрежни селища, инфраструктурни съоръжения и природни екосистеми. В настоящата работа е направен преглед на постигнатите предварителни резултати от инвентаризацията на източниците на цунами и пропуските в проведените през последните години моделни изследвания на вълните, предизвикани от цунами. Накратко са изложени резултатите от геодезическите и сеизмичните изследвания, извършени до момента по време на изпълнението на проекта на НИГГГ-БАН. Обсъдени са и бъдещите дейности, свързани с преодоляване на съществуващите пропуски в знанията и подобряване на мониторинга на цунами в Западното Черноморие.

Г8_9 4D МОНИТОРИНГ НА ПЛАНИНСКИ РАЙОНИ С ПОМОЩТА НА РАБОТНИЯ ПРОЦЕС UAV-PPK

Дейвис Динков, *Списание „ Силва Балканика“ 24(2): 13-35, 2023, ISSN 2815-2549 (online), doi: 10.3897/silvabalcanica.22.e104499*

Картографирането и триизмерното моделиране на планински територии заедно с проследяването на динамиката в промяната на земното покритие е актуална задача при опазването и подържането на защитени природни паркове и гори. В този контекст последните разработки в дигиталната фотограметрия (метода структура от движение (SfM) в комбинация с мулти-вю-стерео (MVS)) заедно с развитието на безпилотните летателни системи (БЛС), увеличават нашите възможности за придобиване на евтини и повтарящи се топографски данни за планински територии (високоточни триизмерни облаци от точки и цифрови модели на земната повърхност (DSMs)). Тези придобити

мултитемпорални 3Д данни (които ще наричаме по-нататък 4Д) използваме за качествено и количествено изследване на земното покритие.

В това проучване разглеждаме приложимостта на метода UAV-SfM в комбинация с PPK-директна георефернция на заснетите изображения за придобиване топографски данни висока пространствена резолюция, за целите на 4Д анализ на земното покритие. Анализираме мултитемпорални данни за планински тестов район в Плана планина край гр. София. Тестовият район е с разнообразна растителна покривка, включваща иглолистна гора, пасище, сенокосна ливада, храсти и единични широколистни дървета.

Проведохме многократни заснемания на тестовия район с бюджетна конфигурация PPK-UAV (DJI Phantom 4 Pro с монтиран едночестотен PPK-GNSS kit) от март 2020 до октомври 2022 г. Избрани са две есенни изследвания от септември 2020 и октомври 2022 г., които притежават най-добри показатели относно точността на цифровите данни. Извършихме 3Д анализ на данните относно: 1) Оценка на точността на генерираните от SfM-MVS фотограметрия топографските данни (триизмерни облаци и ДСМ); 2) Изследване на грешките в отделните специфични повърхнини (за отделните обособени участъци), използвайки инструмента M3C2 за сравнение и оценка на плътни облаци от точки; 3) Определяне на промените в земното покритие в обособените участъци чрез повърхнина на разликите (DoD).

Анализът на точността показаха, че PPK решението осигурява сравнима точност (около RMSE3D = 0,067 m за данните от 2020 г., георефериране (PPK+1GCP) и RMSE3D около 0,13 m за данните от 2022 г., георефериране (PPK only)) като GCP метода.

Многовременните топографски реконструкции, базирани на PPK-UAV-SfM, ни позволиха да определим количествено и качествено настъпилите промени в земното покритие. Работният процес PPK–UAV-SfM в контекста на 4-D мониторинг на земната повърхност и поистигнатите резултати предполагат, че дори бюджетни PPK-UAV системи могат да предоставят дадат данни, подходящи за измерване на геоморфна промяна в мащаба на придобитите данни.

Г.9_1 АКАДЕМИЯ „МОЯТ ЗЕЛЕН ГРАД“

Дейвис Динков, Вацева, Р, Пашова, Л, Върбанов, М, Анева И, Янков П., монография, *Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2020, ISBN 978-619-245-092-2*

В монографията се обобщават основните резултати от изпълнението на научно-образователния проект „Академия „Моят зелен град“ на Националния инсти тут по гео физика, геодезия и география при Българска академия на науките, финансиран по програма „Образование с наука“ на Министерство на образованието и науката. Целта на книгата е да подпомогне образователния процес в часовете по природни науки на средните училища в страната, както и да запознае читателите с научни методи и подходи за работа с данни и информация за околната среда. Основен акцент е поставен на методите за изследване и визуализация на елементи от градската среда чрез географска информационна система (ГИС). Систематизирани са базови теоретични и практически указания за работа с QGIS – ГИС с отворен код. Фокусът е върху три компонента на градската среда – въздух, води и градски зелени площи, които заемат важно място в изучаването на околната среда и нейното опазване. Представени са на общодостъпен език научни методи за изследване на основни параметри на качеството

на атмосферния въздух, водите и зелените площи на примера на гр. София. Отделено е място и на обекти на културно-историческото наследство на столицата във връзка с разработването на образователни маршрути. Основните резултати са демонстрирани с изготвянето на тематични карти за територията на гр. София. Монографията е предназначена за специалисти в областта на природните науки, учители, ученици и всички, които проявяват интерес към съвременните геоинформационни технологии и учене през целия живот.