21-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminė konferencija
Proceedings of the 21th Conference for Junior Researchers „Science – Future of Lithuania“

CIVILINĖ INŽINERIJA IR GEODEZIJA / CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

2018 m. kovo 23 d. Vilnius
23 March, Vilnius, Lithuania

eISSN 2029-7149
eISBN 978-609-476-114-0
https://doi.org/10.3846/geo.2018.013

http://jmk.msk.vgtu.lt

ŽEMĖS PAVIRŠIAUS 3D MODELIO SUDARYTO PAGAL FOTONUOTRAUKAS IŠ DRONO IR GEODEZINIAIS METODAIS ANALIZĖ

Aismantas Jatkauskas[1], **Jūratė Sužiedelytė-Visockienė**[2]

[1]magistrantas, [2]docentė
Vilniaus Gedimino technikos universitetas
El. p. [1]aismantas.jatkauskas@stud.vgtu.lt; [2]jurate.visockiene@vgtu.lt

Anotacija. Nagrinėjamas georeferencinio pagrindo technikos naudojimas fotogrametrijos srityje. Šiandienos nepilotuojamos oro transporto priemonės (UAV) turi integruotas didelės skiriamosios gebos skaitmenines fotokameras, Pasaulinės navigacijos palydovų sistemos (GNSS) imtuvus, kurių tikslumas – iki 1 cm. Straipsnyje aprašytas žemės paviršiaus modelio generavimas naudojant topografinio plano medžiagą ir fotonuotraukas, gautas iš drono skrydžių. Medžiaga apdorota ir transformuota į taškų debesį ir geodezinę koordinačių sistemą. Atlikta žemės paviršiaus modelių skersinių objekto pjūvių analizė ir geodeziniais metodais parengta topografinė nuotrauka. Apdorojant medžiagą buvo pasitelkta „Bentley“ kompanijos „Context Capture“, „Descartes“ ir Autodesk – „ReCap“, „AutoCAD Civil 3D“ ir GeoMap programiniais paketais.

Reikšminiai žodžiai: skaitmeninė fotokamera, navigacinė palydovų sistema, 3D paviršius, dronas.

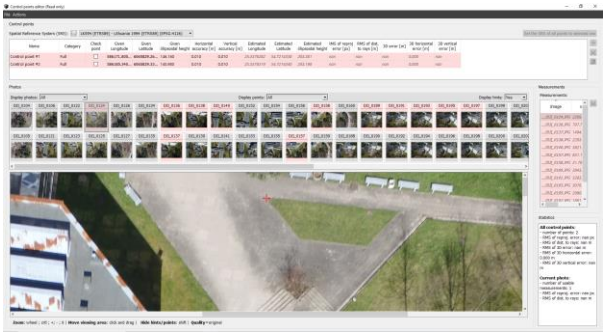
Įvadas

Per keletą metų nepilotuojami orlaiviai labai stipriai pažengė į priekį. Šiuolaikinės technologijos leidžia prie nepilotuojamų orlaivių prijungti ne tik didelės skiriamosios gebos skaitmenines fotokameras, bet ir pasaulinės navigacijos palydovų sistemos (GNSS) imtuvą, kurio pozicijos tikslumas siekia iki 1 cm. Naudojantis tik skaitmeninėmis fotokameromis, gautomis fotonuotraukomis galima pasiekti neprastesnį rezultatų tikslumą, bet reikia turėti koordinuotus referencinius taškus ant žemės paviršiaus, kurie būtų aiškiai matomi iš nepilotuojamo orlaivio atliktų fotonuotraukų, ir atlikti papildomus veiksmus su programomis, apdorojant duomenis ir paruošiant galutinį produktą. Taigi neturint GNSS įrangos, integruotos į nepilotuojamą orlaivį, svarbu turėti labai geros optikos skaitmeninę fotokamerą, kad kuo tiksliau būtų įmanomą sugeneruoti žemės paviršių (Gabrlik ir kt., 2016).

Tradiciniai geodeziniai metodai iš esmės nesikeičia jau daugelį metų ir naudojami iki dabar. Pagrindiniai rodikliai, kurie keičiasi, tai techninės geodezinės įrangos charakteristikos, kurios leidžia greičiau ir tiksliau atlikti matavimus. Taigi tradiciniais geodeziniais metodais sudarytas žemės paviršiaus modelis kol kas yra tiksliausias rezultatas, tačiau tai nėra pati greičiausia technologiją. Nepilotuojami orlaiviai iš esmės galėtų pagreitinti darbų procesą, bent tam tikru aspektu.

Fotonuotraukų apdorojimas

Fotonuotraukoms apdoroti pasirenkama „Bentley“ kompanijos sukurta „Contec Capture“ programa. Naudojantis programa sukuriamas projektas, į kurį sukeliamos fotonuotraukos, išmatuojami mažiausiai trys georeferenciniai taškai (1 paveikslas).

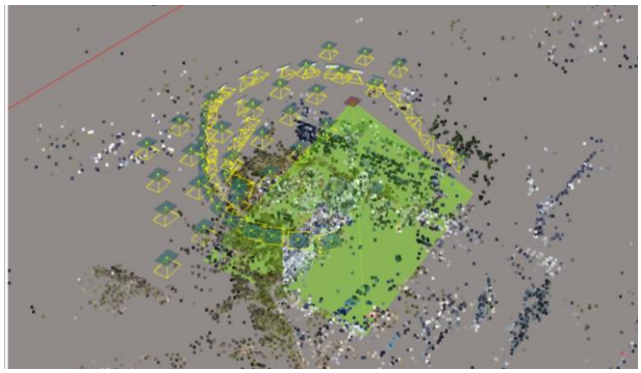


1 paveikslas. Georeferencinių taškų matavimas

Skaičiuojama aerotrianguliacija, tikrinami gereoferencinių ir automatiškai programos parinktų taškų išlygi-

© Aismantas Jatkauskas, Jūratė Sužiedelytė-Visockienė, 2018

nimo rezultatai. Po aerotrianguliacijos matomas pirminis rezultas (2 paveikslas).



2 paveikslas. Rezultatas po aerotrianguliacijos

Kitas etapas yra erdvinio (3D) modelio, taškų debesies ar ortofotografinės nuotraukos sudarymas naudojant trianguliacijos rezultatus. Paviršiaus modelis generuojamas pagal sudarytą taškų debesį. Taškų debesiui parenkamas formatas (*.LAS) bei koordinačių sistema ir sugeneruojamas produktas (3 paveikslas).

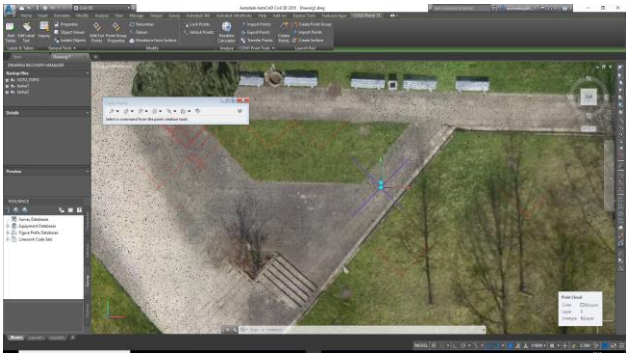
3 paveikslas. Taškų debesis

Gautas rezultatas bus naudojamas kuriant žemės paviršiaus modelį, iš kurio bus sugeneruojami piketai, kad atspindėtų situaciją taip kaip topografinėje nuotraukoje (Ruzgiene ir kt., 2013).

Žemės paviršiaus modelio sukūrimas

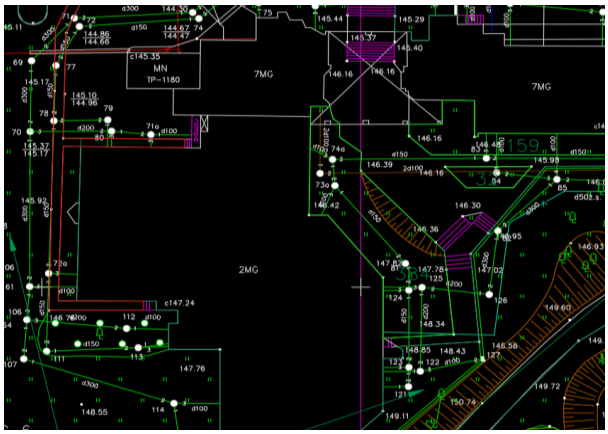
Reljefui sudaryti pasirinkta „GeoMap“ programa, todėl taškų debesį reikėjo konvertuoti į formatą, kurį palaikytų CAD programinės įrangos paketai.

Naudojantis „Autodesk ReCap“ programa, taškų debesis konvertuojamas į „AutoCAD“ palaikomą failo formatą, kad būtų galima sukurti reljefo taškus su georefencinėmis koordinatėmis (4 paveikslas), nes „Context Capture“ sugeneruoja taškų debesį tik *.LAS ir *.POD formatais, o „AutoCAD“ palaiko tik *.RCP ir *.RCS formatus. ReCap būtent palaiko *.LAS formato duomenis ir gali konvertuoti į „AutoCAD“ suprantamus formatus.



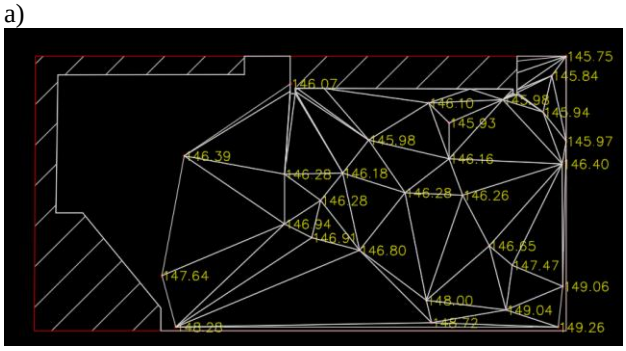
4 paveikslas. Piketų sukūrimas

Iš taškų debesies „GeoMap“ programa netaisyklingų trikampių tinklo metodu (TIN) sugeneruotas paviršiaus modelis. Taip pat paviršiaus modelis sugeneruotas iš turimos topografinės nuotraukos (5 paveikslas) duomenų pagal parinkus piketus (6 paveikslas).

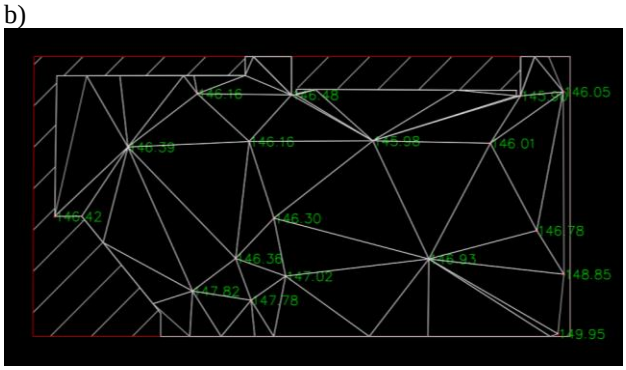


5 paveikslas. Topografinė nuotrauka

a)



b)



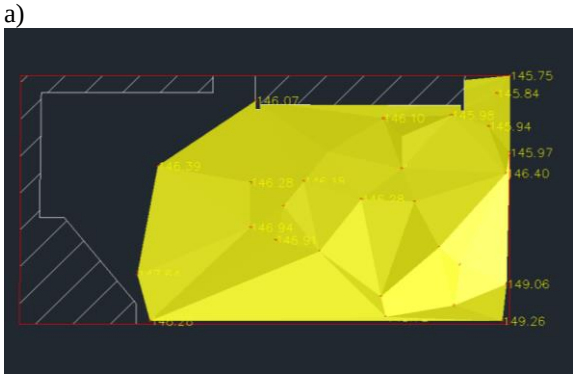
6 paveikslas. Modelis iš taškų debesies (a); modelis iš topografinės nuotraukos (b)

Skersiniai pjūviai

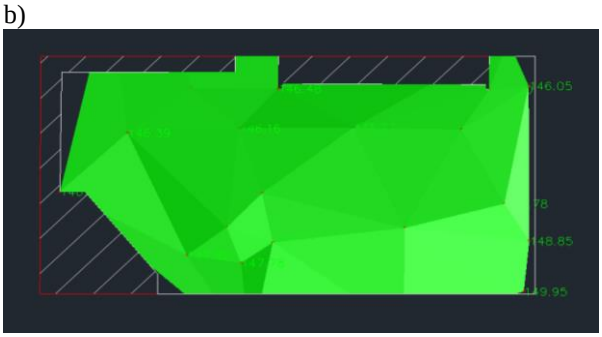
Skirtingais metodais gautus paviršius vizualizuojame, kad paviršius būtų aiškiai matomas ir būtų galimybė padaryti pirmines išvadas dėl reljefo skirtumų, tam paviršius perdengiame vieną su kitu (7 paveikslas). Skirtumų analizei paruošiami skersiniai pjūviai (8 paveikslas) (Ruzgiene ir kt., 2014). Pjūviuose matomi tik didžiausi skirtumai tarp sukurtų paviršiaus modelių. Susidariusius neatitikimus galima būtų sumažinti atlikus papildomus kontrolinius geodezinius matavimus ir pakoregavus drono skrydžio misijas.

Gauti rezultatai pateikti 9 paveiksle.

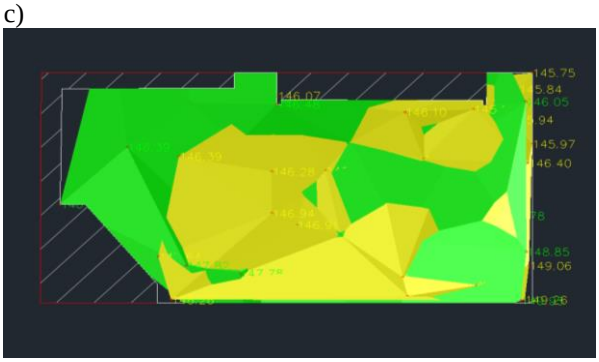
a)



b)

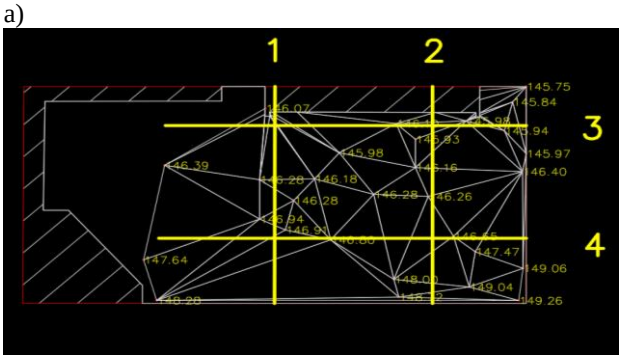


c)

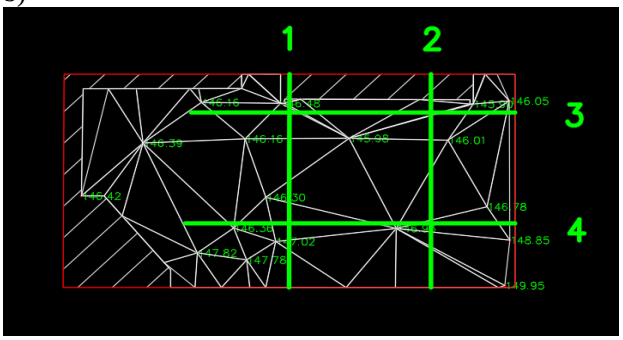


7 paveikslas. Modelis iš taškų debesies (a); modelis iš topografinės nuotraukos (b); perdengti paviršiai (c)

a)

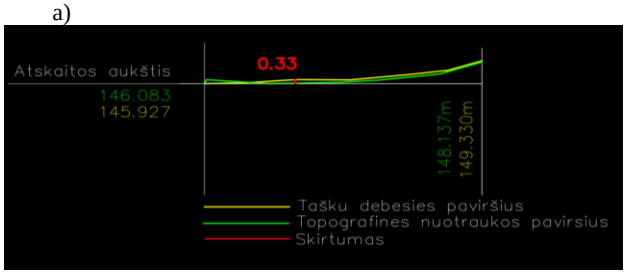


b)

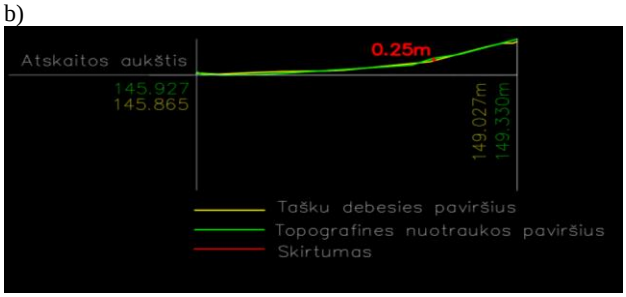


8 paveikslas. Taškų debesies pjūviai (a); topografinės nuotraukos pjūviai (b)

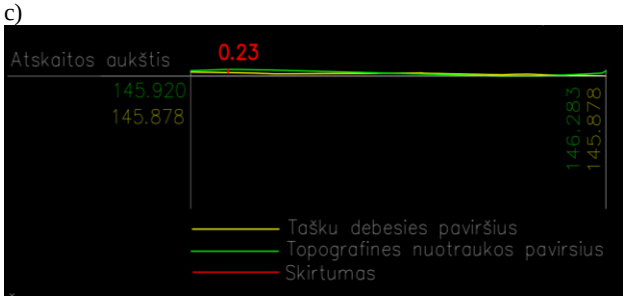
a)



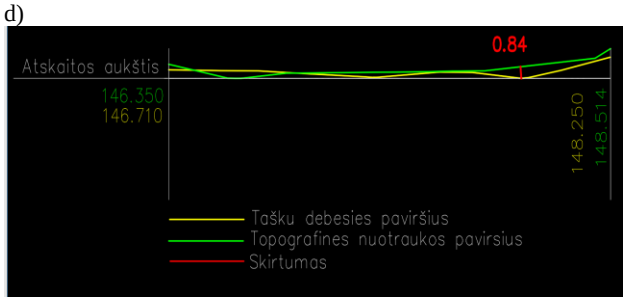
b)



c)



d)



9 paveikslas. Pjūviai: a) Nr. 1; b) Nr. 2; c) Nr. 3; d) Nr. 4

Išvados

1. Sugeneravus pagal 3D modelius pjūvius buvo pastebėti neatitikimai nuo 0,23 m iki 0,84 m.

2. Topografinės nuotraukos modelio pjūvių paviršiaus informacija beveik visada yra žemiau nei taškų debesies modelio paviršius. Didžiausi neatitikimai atsiranda skirtingos žemės paviršiaus dangos, tai yra želdinių (medžių ir krūmų) vietoje.

3. Urbanizuotose teritorijose, kur augmenijos mažiau, galima tikėtis tikslesnio modelio su minimaliais paviršiaus neatitikimais.

Literatūra

Gabrlik, P., Jelinek, A., & Janata, P. (2016). Precise multi-sensor geoferencing system for micro UAVs. *IFAC-PapersOnline*, *49*(25), 170-175. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.029

Gašparovič, M, & Gjski, D. (2016). Unmanned arieal systems in the service of engineering geodesy. In *International Symposium on Engineering Gedodesy*, Varaždin, Croatia.

Jeong, H. H., Park, J. W., Kim, J. S., & Choi, C. U. (2016, July). Assessing the Accuracy of Orho-image using photogrametric unmanned areil system. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XLI-B1, XXIII ISPRS Congress*, Prague, Czech Republik. https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B1-867-2016

Ruzgiene, B., & Aksimatasukas, V. C. (2013). The use of uav system for mapping of built-up area. In *International Archive of the Photogrametry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XL-1/W2*. Rostock, Germany. https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-1-W2-349-2013

Ruzgiene, B., Berteska, T., Gecyte, S., Jakubauskiene, E., & Aksamitauskas, V. C. (2014). Photogrammetric Processing of UAV Inagery: Checking DTM. In *The 9th International Conference „Enviromental Engineering“* eISSN 2029-7092 / sISBN 978-609-457-640-9.

ANALYSIS OF THE 3D MODEL OF THE GROUND SURFACE BASED ON PHOTS FROM DRONES AND GEODETIC METHODS

A. Jatkauskas, J. Sužiedelytė-Visockienė

Summary

The practical application of the use of direct georeferenced techniques in photogrammetry and digital surface modeling (DSM) is considered. Today's unmanned aerial vehicles (UAVs) may have a high-resolution camera. A Global Navigation Satellite System (GNSS) receiver, with a precision position up to 1 centimeter. These sensors are the main direct georeferenced connections. Main attention is given to the models of the earth's surface made by using the topographic plan material and photos obtained from drones missions that have been processed and converted into point clouds with georeferenced coordinates. In cross-sections, models of the earth's surface are compered, which were obtained using drones, and topographical plan prepared by geodesic methods. Bentley Context Capture, Bentley Descartes, Autodesk ReCap, AutoCAD Civil 3D and GeoMap software packages were used to process the material.

Keywords: digital camera, navigation satellite system, 3D surface, dron.