

DYNAMICKÁ POZEMNÁ FOTOGRAMETRIA - NOVÁ METÓDA A JEJ VYUŽITIE

DYNAMIC TERRESTRIAL PHOTOGRAMMETRY – NEW METHOD AND PRACTICAL USE

Marko Paško¹, František Chudý², Martin Kalafut³, Slavomír Celer⁴

Abstrakt

Actual hardware and software of digital photogrammetry enables data acquisition with new methods with higher speed. It opens new applications. We describe the new method dynamic terrestrial photogrammetry, its border conditions and experiences collected during testing of method. It's usefull in spatial mapping with high detail in areas, where cameras from airplanes or UAVs or GNSS are not sufficient.

1 Úvod

V digitálnej fotogrametrii sú možnosti pokroku obmedzené možnosťami snímacieho zariadenia. Najviac vnímaný parameter je veľkosť snímacieho senzora uvádzaný v megapixeloch, lebo určuje geometrické rozlíšenie snímania. Ďalším parametrom radiometrické rozlíšenie, určené počtom kanálov záznamu obrazového senzora a jeho citlivosť udávaná v rozsahu ISO alebo bit/kanál.

My sme sa v našom výskume zamerali na rýchlosť snímkovania. Dnešné prístrojové a programové vybavenie digitálnej fotogrametrie otvára nové možnosti snímkovania s vyššou rýchlosťou, teda s vyšším počtom snímok za daný čas.

2 Nová metóda – dynamická pozemná fotogrametria

Nás zaujímal parameter rýchlosti pri viacsnímkovvej fotogrametrii pri detailných priestorových zameraniach objektov, pričom osi susedných snímok sú navzájom skoro paralelné alebo len mierne konvergentné. Potreba využitia tohto postupu vznikla pri prácach priestorového zamerania budov, pri digitalizácii kultúrneho dedičstva na hradoch. V týchto oblastiach sa nám často stávalo, že fasády boli zakryté vegetáciou alebo inými objektami zhora (napr. pri prechode cez bránu v hradnom múre) a naše husté mračná bodov mali nezamerané miesta, hlavne v spodnej časti kolmých stien na styku so zemou. Ale od kvalitného 3D modelu očakávame, že bude zameraný až po zem, teda aj za vegetáciou a inými prekážkami. Navyše, bolo treba digitalizovať dané objekty s hustotou bodov pod 1cm, pri detailoch aj 1mm. Preto hovoríme o detailnom priestorovom zameraní. Sú to miesta, kde už kamera z lietadla alebo UAV nedovídi, kde je veľa prekážok (objektov vzájomne sa zakrývajúcich), kde je navyše slabý alebo žiadny GNSS signál. Táto metóda je vhodná aj pri

¹ Ing. Marko Paško, Expert_for_3D_Landscape, spol. s r.o., www.x3d.sk, člen SSFDP – Slovenskej spoločnosti pre fotogrametriu a diaľkový prieskum, office@x3d.sk

² Doc.Ing. František Chudý, CSc., Technická univerzita Zvolen, člen SSFDP, chudy@tuzvo.sk

³ Dr.Ing. Martin Kalafut, Agis Slovakia, člen SSFDP, martin.kalafut@agis.sk

⁴ Ing. Slavomír Celer, PhD., ŠOP SR, člen SSFDP, slavomir.celer@sopsr.sk

detailnom mapovaní v lese, pretože aj tu chýba kvalitný GNSS signál, aj tu je veľa prekážok (stromov) zakrývajúcich stromy alebo terén a aj tu sa dá snímkať len peši a treba tesne obchádzať stromy a modelovať kmene až po zem.

Ak by sme to chceli robiť statickou digitálnou pozemnou fotogrametriou alebo laserovým skenovaním, museli by sme daný objekt zamerať z veľa stanovísk, čo by bolo zdĺhavé. Preto sme hľadali a našli cestu, ako tieto merania urobiť dynamickými, teda pri plynulom snímkaní s daným počtom snímok za sekundu a tomu prispôsobenou rýchlosťou pohybu senzora voči meranému povrchu.

Kameru prenáša operátor v ruke, uchytenú na chrbte alebo na aute. Operátor umiestni dva vlicovacie body / kódové terčiky na začiatok a na koniec meraného úseku, tam kde ešte GNSS signál je kvalitný. Hlavný úsek merania je mimo dosahu GNSS, GNSS merania vlicovacích bodov sa preto robia na čistinkách alebo miestach, kde stromy alebo skalné steny neobmedzujú kvalitu merania. Pri našom prvom nasadení sme GNSS merania získali pomocou prístroja TrimbleR8 už priamo v súradnicovom systéme SK-POS.

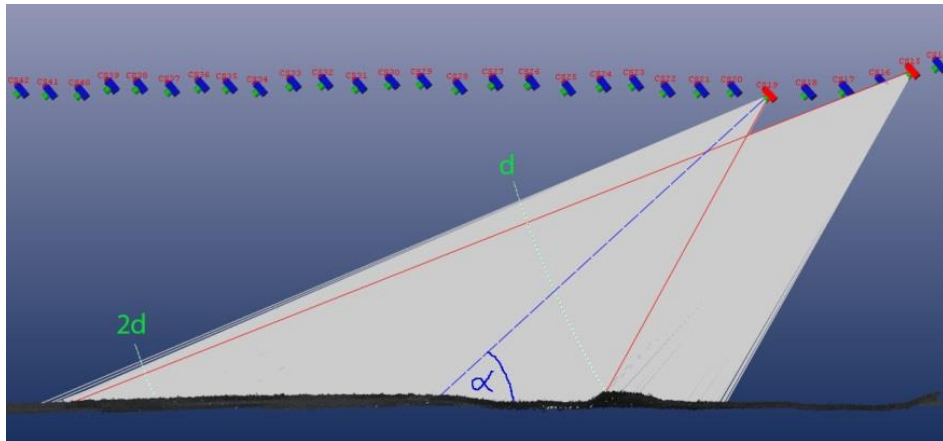
Čo sa týka presnosti, na pevných povrchoch sme dosahovali sme presnosť $\pm 0.8\text{mm}$ z výšky 3m, čo zodpovedá referovaným presnostiam generovania DSM softvérom PhotoModeler Scanner $\pm 0.9\text{mm}$ z výšky 3.5m, ako uvádza[3].



Obr. 1 Použitý systém PhotoModeler Scanner DynEX3D umožňuje snímať peši aj autom.

Popis rámcových parametrov snímkovania:

- intervalové snímkovanie 1s a rýchlejšie; odporúčané plynulé snímkovanie / continuous shooting 4 snímky za sekundu
- zámerná os snímok zvierá s meraným povrchom uhol (na obr.1 ako alfa) 45 stupňov až 90 stupňov
- Maximálna dĺžka medzi kamerou a meraným bodom by nemala presiahnuť 2d, teda 2x minimálnu dĺžku
- vzdialenosť od meraného povrchu od 0.5m do 10m; odporúčané 3m
- expozičný čas 1/200 a kratší; odporúčané 1/400
- nastavená hĺbka ostroty v celom rozsahu viditeľnom v zornom poli; napr. 1m-10m
- vzájomný prekryt snímok 60-90 percent
- použiť kalibrovanú kameru



Obr. 2 Zámerné osi snímok by mali mať voči povrchu uhol väčší ako 45 stupňov.

3 Aktuálny stav overovania novej metódy fotogrametrického skenovania v praxi

Metódu sme testovali postupne od jednoduchších nasadení po zložitejšie. Na príkladoch vám zhrnieme skúsenosti s trojročného výskumu.

3.1 Zameranie rovnej trasy

Začali sme najjednoduchšou úlohou – priestorovo zamerať betónovú plochu chodníka okolo. Kvalita snímokovania musí byť pritom nastavená tak, aby sme získali ostré snímky s detailnou štruktúrou povrchu.



Obr. 3 Detailná štruktúra povrchu s GSD menej ako 1mm

3.2 Zameranie členitej trasy popod stromy, brány alebo priechody

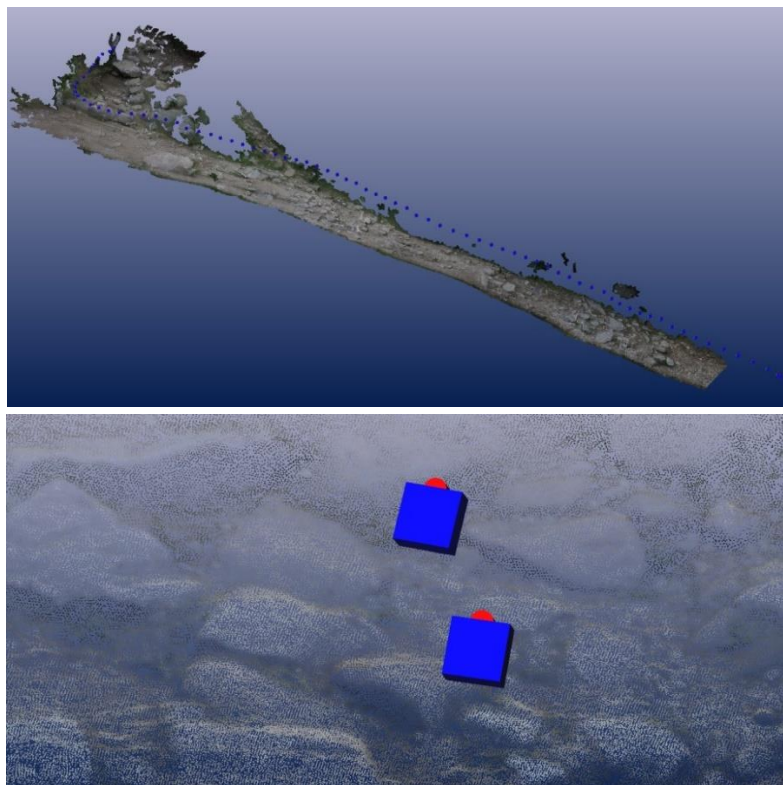
Túto metódu sme využili hlavne pri dokumentácii kultúrneho dedičstva, na hradoch, v ťažko prístupnom teréne.



Obr. 4 Zameranie tesného okolia hradieb s prechodom cez bránu, s mnohými zákrutami, zobrazených viac samostatných úsekov

3.3 Zameranie turistického chodníka

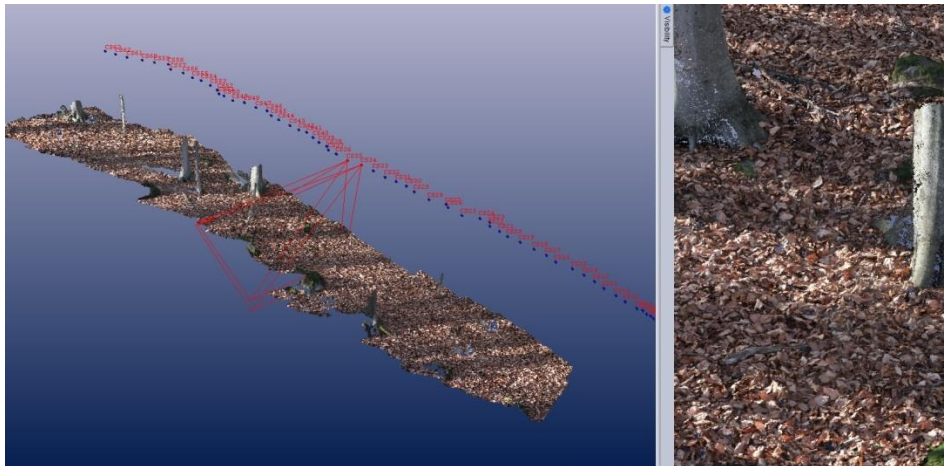
Spolu s RC SSFDP v Tatrách sme v roku 2013 začali skúmať nasadenie metódy pri detailnom priestorovom zameriavaní turistických chodníkov, prípadne blízkeho okolia chránených rastlinných spoločenstiev a prírodných útvarov.



Obr. 5 Povrch chodníka v šírke 2.5m zameraný automatizovane do najmenších detailov

3.4 Zameranie plochy v lese

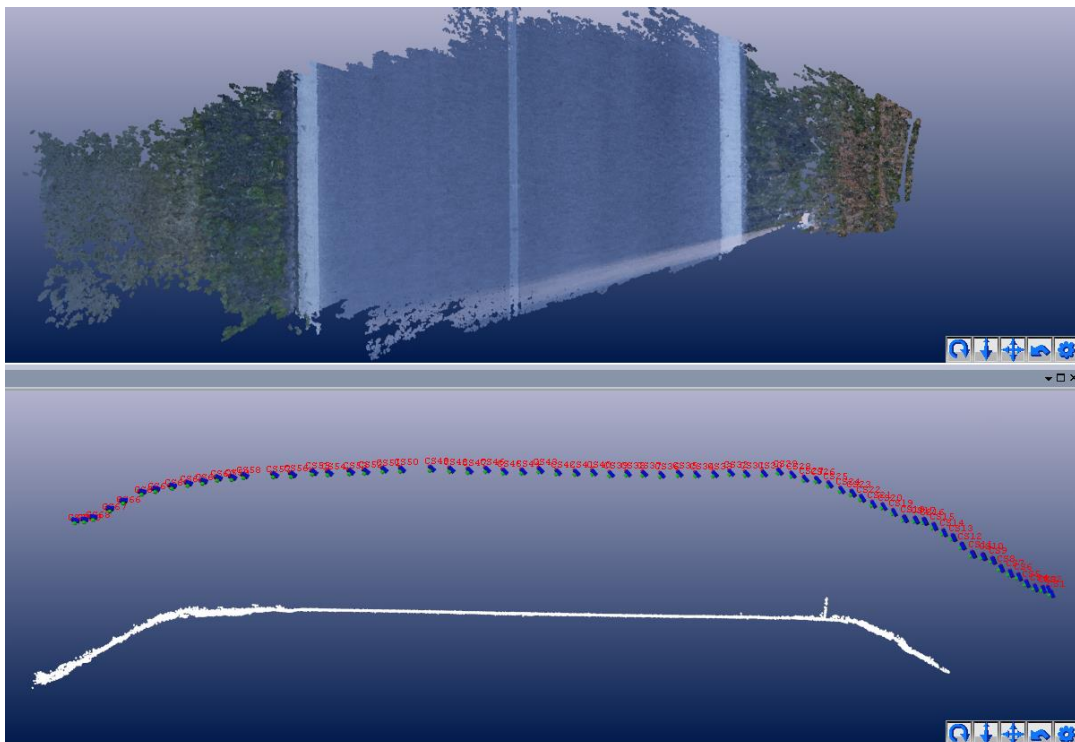
O podrobnostiach snímkovania v lesných porastoch viac uvádzame v [1]



Obr. 6 Les, 63 snímok, 16 sekúnd, stredná chyba 0,72 GSD

3.5 Zameranie profilu cestného telesa

Vhodným využitím je aj digitalizácia profilu cestného telesa. V tomto prípade, keďže nás v meraniach neobmedzujú sstomy ako v lese alebo strmé skalné steny na hradoch, môžeme zameranie spresniť okrem dvojíc kódových terčikov na začiatku a na konci aj rozmiestnením doplnkových dvojíc bodov na korune vozovky. Aby sme boli dôsledný, odporúčame prejsť daný profil aj v opačnom smere, aby sme získali dve nezávislé merania.



Obr. 7 Profil cestného telesa, 70 snímok, 18 sekúnd, stredná chyba 0,57 GSD.

4 Sw a hw vybavenie

Systém PhotoModeler Scanner DynEX3D využíva pri spracovaní postup, pri ktorom sa najprv snímky relatívne zorientujú na základe nájdených identických prirodzených bodov (v programe PhotoModeler Scanner nazvaných SmartPoints). Potom automatizovane identifikujeme a zameriame kódové terčiky a priradíme im totálnou stanicou alebo GNSS zamerané súradnice, pričom snímky orientujeme absolútne. Potom dáme automatizovane generovať DSM pomocou najnovšieho algoritmu Multi-View-Stereo.

Auomatizované procesy odľahčujú človeka pri výpočtoch, na druhej strane musí systém vykonať mnoho miliónov výpočtových operácií. To si vyžaduje aj primeranú hardwarovú podporu – rýchle procesory, rýchle harddisky, výkonnú grafickú kartu schopnú zobrazit' mnoho miliónov bodov.

Takto generované PointMesh s údajmi X,Y,Z,R,G,B obsahujú bežne nad 10 miliónov bodov. Väčšie projekty (napr. hrady) si vyžadujú pri vizualizácii celkovej situácie zobrazit' naraz aj viac ako 50 takýchto súborov. Navyiac, zákazník očakáva, že sa bude môcť v takýchto dátach voľne interaktívne pohybovať. My sme pri kontrole referencovania mračien bodov využili najnovší Bentley MicroStation a Bentley Descartes. Animácie niekoľkých mračien bodov sme gererovali v programe PhotoModeler Scanner. Na interaktívnu vizualizáciu sme použili špecializovaný softvér Geoverse od firmy Euclidean.

5 Záver

Nová metóda vznikla potrebou praxe. Umožňuje novú kvalitu detailného zamerania objektov zo vzdialenosti 0.5m-10m, s presnosťou a hustotou zameraných bodov pod 1cm.

Ďakujeme zúčastneným odborníkom za podelenie sa s výsledkami výskumu s ostatnými a vďaka Slovenskej spoločnosti pre fotogrametriu a diaľkový prieskum za prepojenie, resp, zosieťovanie odborných pracovísk Regionálnych centier SSFDP v Bratislave, Zvolene a Tatrách s cieľom umožniť spoločný výskum VV02-VV03 – dynamická pozemná fotogrametria.

Literatúra

- [1] CHUDÝ, F., ŠADIBOL, J., TUNÁK, D., PAŠKO, M., BELÁČEK, B., SLÁMOVÁ, M.: *Podrobné mapovanie antropogénnych a prirodzených mikroforiem reliéfu v lesných porastoch*. TU Zvolen a SSFDP 2014, akceptované ako článok *Detailed Mapping of Anthropogenic and Natural Micro-Relief Forms in Forest Stands* na konferenciu 14th Intl. Multidisciplinary Scientific Geoconferences SGEM, 17.-26.6.2014, Albena Co., Bulgaria
- [2] WALFORD, A., *A New Way to 3D Scan - Photo-based Scanning Saves Time and Money*, White paper, <http://information.photomodeler.com/download-scan-whitepaper>, 11.09.2009
- [3] EOS SYSTEMS, INC., *Quantifying the accuracy of dense surface modeling within PhotoModeler Scanner*, www.photomodeler.com, 25.09.2012