Posudek diplomové práce

Název práce: ***Kalibrace UAV laserového skenování***

Autor: Bc. Dennis Dvořák

Diplomová práce řeší praktický problém ověření parametrů kalibrace IMU/GNSS jednotky RPAS LiDARového systému Riegl miniVUX-1UAV, který je součástí přístrojového vybavení katedry aplikované geoinformatiky a kartografie PřF UK. Význam jednotlivých kalibračních parametrů je teoreticky známý a v literatuře popsaný. Konkrétní instalace však vyžaduje ověření a v závislosti na výsledku i následné stanovení dílčích kroků zpracovatelského postupu tak, aby prostorová chyba vytvořeného bodového mračna byla v požadované toleranci, tj. odpovídala parametrům použité IMU/GNSS jednotky.

Diplomová práce je standardně členěna do sedmi kapitol. V úvodní části okrajově seznamuje s využitím LiDARového snímání pro mapování a tvorbu 3D objektů a následně se věnuje termínu kalibrace a jejímu vlivu na přesnost bodového mračna. Termín kalibrace je nejprve vymezen široce s tím, že je dále specifikováno, jakými konkrétními parametry se bude autor zbývat. Na druhou stranu se zde a následně v celé práci promíchávají vlastní kalibrační prvky a parametry 3D transformace související s vyrovnáním naskenovaných pásů, což je pro čtenáře matoucí a zavádějící. Cíle práce jsou definovány; pro čtenáře bez praktické zkušenosti s řešenou problematikou mohou být hůře pochopitelné.

Ve druhé kapitole se autor s využitím literatury věnuje principu laserového skenování, významu IMU/GNSS jednotky a postupu předzpracování dat. Z hlediska metodické části práce jsou stěžejní sekce 2.3.2 Kalibrační jednotky a 2.3.3 Kalibrace senzoru. Terminologie vznikla zjevně překladem anglické literatury a může být pro českého čtenáře poněkud neobvyklá. Kalibrační jednotky (tj. transformační parametry mezi IMU a GNSS) jsou jasně popsány. Zmatek vnáší definice v počátku sekce 2.3.3: „Kalibrací senzoru rozumíme proces, jehož cílem je snížit nesrovnalosti v naskenovaných pásech. Jinak řečeno, rozumíme tím úpravu senzorových parametrů (kalibračních jednotek)“. Jelikož není uvedena citace, je tato „definice kruhem“ zřejmě autorovou, ale bohužel nezdařilou invencí. Prakticky se jedná o vzájemné vyrovnání naskenovaných pásů, do něhož kalibrační parametry (dle autora „jednotky“) mohou, ale nemusí vstupovat. Silnou stránkou rešeršní části je množství použitých zdrojů a jejich (až na výjimky) vhodný výběr. Chybí literatura využívající stejný typ senzoru, jaký následně autor používá v praktické části. Dílčí poznámky ke kapitole 2:

- Str. 33 – vztahuje se kalibrace autorů Rehak a kol. (2015) k UAV LiDARovému senzoru?
- Str. 36 – pokud jsou definice parametrů výběru ploch převzaty ze softwaru RiPROCESS, pak jsou uvedeny chybně (záměna parametrů pro výběr a slícování ploch); navíc je třeba uvést citaci.
- Str. 37 – kontrolní body nemohou být vlícovací a naopak!
- Str. 37 – obr. 2.16 chybí vysvětlení v textu.

Ve třetí kapitole autor popisuje zájmovou oblast. Doporučovala bych rozšířit stávající hodnocení vhodnosti vybrané lokality. V navazující části popisující data zcela postrádám informaci o typu IMU/GNSS a očekávané prostorové přesnosti bodového mračna. Stejně tak chybí informace o kvalitě dat pro validaci. Diskutabilní je využití modelu trafostanice ze snímků pořízených mobilním telefonem! Autor nesprávně užívá termíny kolmé a příčné pásy, které značí totéž (pásy s na sebe kolmými trajektoriemi).

Úvodní část kapitoly Metodika je kombinací literární rešerše a návrhu vlastní metodiky. Vhodné by bylo rešeršní části přesunout do kapitoly 2 a v kapitole 4 se věnovat pouze návrhu vlastní metodiky, prováděného experimentu a způsobu validace s patřičným odůvodněním jednotlivých kroků.

Výrazné dopracování by zasloužila kapitola Výsledky. Autor provedl množství výpočtů a porovnání modelů z LiDARu, fotogrammetrie a totální stanice. Výsledky dokumentuje ve formě tabulek a grafů opatřených srozumitelným doprovodným komentářem. Validaci relativní přesnosti (kombinace překrývajících se pásů, porovnání modelů trafostanice, profil) je věnována značná pozornost. U UAV LiDARových dat je však důležitá i absolutní přesnost v poloze. Její ověření na 5 vlícovacích bodech uprostřed skenovaného území za dostatečné nepovažuji. V zájmové oblasti mohly být např. zaměřeny profily na místních komunikacích pro ověření výškové přesnosti. Jinou možností bylo do analýzy zahrnout další lokalitu v urbánní oblasti (Dlouhá Ves u Sušice). Dílčí poznámky ke kapitole 4:

- Jaké byly zvoleny parametry pro vyhledávání ploch (nikoli pro jejich slícování)?
- Obrázky 5.1 – 5.6 bez legendy nedávají čtenáři očekávanou a v textu prezentovanou informaci.

Diskuse po formální stránce obsahuje všechny náležitosti – pracuje s literaturou, kriticky hodnotí dosažené výsledky. Její úvodní část má ale spíše charakter literární rešerše. Důsledná revize textu by přispěla k preciznějším formulacím a zamezení opakování některých závěrů. Jak bylo uvedeno výše, autor neuvedl, jaká je očekávaná přesnost celého systému dle výrobce, a tudíž chybí diskuse této otázky. V závěrečné kapitole autor shrnuje dosažené výsledky a konstatuje potenciál UAV LiDARového snímání.

Téma diplomové práce souvisí s dílčími projekty katedry, ale bylo vybráno zejména s ohledem na spíše technické zaměření diplomata, jeho znalosti a praktické zkušenosti v oblasti zeměměřictví (GNSS, pozemní laserové skenování, digitální fotogrammetrie, teorie vyrovnání měření). Na přístupu diplomanta oceňuji zaujetí, s nímž k práci přistupoval, a množství vlastních návrhů k řešení. Z hlediska školitelky hlavní úskalí vidím v časové prodlevě mezi jednotlivými úseky zpracování jak praktické, tak teoretické části. Druhým problémem bylo nedostatečné reflektování poznámek a připomínek k praktické části práce či možná jejich nepochopení. Další komplikací (z mého hlediska ale vzdáleným přístupem řešitelnou) byla omezená dostupnost softwaru RiPROCES, který je instalován na jediném a značně vytíženém PC katedry. Spojením všeho výše uvedeného došlo k tomu, že praktické výsledky z hlediska postupu, rozsahu a kvality nedosahují očekávané úrovně. Text práce obsahuje minimum překlepů. Z hlediska stylu bych upřednostnila třeba stručnější, ale přesné a obsahově hodnotné formulace.

Jelikož jsem přesvědčena, že zadané téma má potenciál k výrazně podrobnější analýze, které je autor bezpochyby schopen, diplomovou práci Bc. Dennise Dvořáka v této podobě hodnotím jako **nedostatečnou** a doporučuji její zásadní doplnění v praktické části společně s obsahovou a stylistickou úpravou metodiky a diskuse.

23.1.2021 Ing. Markéta Potůčková, Ph.D.