



Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. Martina Hůlková

Název disertační práce Mobilní laserové skenování v dopravě

Studijní obor Geodézie a kartografie

Školitel prof. Dr. Ing. Karel Pavelka

Oponent prof. Ing. Václav Talhofer, CSc.

e-mail vaclav.talhofer@unob.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Disertační práce řeší metody automatické klasifikace objektů podél komunikací s využitím dat získaných metodou mobilního laserového skenování. Technologie mobilního laserového skenování komunikací jsou v současné době poměrně známé a jsou často i zavedené v praxi jejich správ a údržby například pro kontrolu stavu jejich povrchu. Tyto metody jsou však používány především jako jednoúčelové nástroje hodnotící stav vybrané charakteristiky komunikací. Autorka v práci publikuje metody automatické extrakce a klasifikace různých tříd objektů na komunikacích a v jejich okolí. Tím rozšiřuje oblast využití mobilního laserového skenování komunikací a jejich okolí o možnost sledovat jejich stav a vývoj jako součásti celé dopravní infrastruktury. Z tohoto hlediska je práce vysoce aktuální.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář: Hlavním cílem práce je návrh metody pro využití obrazové segmentace a klasifikace ke klasifikaci mračen bodů získaných z mobilních laserových skenerů použitelné při správě komunikací. Hlavní cíl rozčleňuje do logicky uspořádaných 7 dílčích cílů (stanovení objektových tříd a jejich charakteristik, výběr a testování vhodných metod pro klasifikaci objektů, převod výsledků klasifikace na mračna bodů, ověření výsledků klasifikace a zhodnocení kvality výsledků a využitelnosti v praxi).

Na základě textu a jeho příloh je možné konstatovat, že disertantka všechny stanovené cíle splnila. Přitom dosáhla poměrně pozoruhodných výsledků.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

komentář: Disertace je ucelené dílo, které má logickou strukturu. V úvodní části autorka uvádí současný stav pozemního laserového skenování ve světě a rozebírá zejména způsoby filtrace reliéfu terénu a objektů na něm včetně metod jejich rozpoznávání a segmentace do objektových tříd. Popisuje rovněž problémy a slabá místa řešení. Z rozsahu použitých pramenů a jejich věcného komentování je zřejmé, že se autorka uvedenou problematikou dlouhodobě zabývá a že má o daném tématu široký přehled.

Vlastní práce tematicky navazuje na její diplomovou práci a na projekt CG12-105-520, na jehož řešení se podílela. Ke všem výchozím pracem použila data získaná v rámci uvedeného projektu z měření na dálnici D11 v délce cca 54 kilometrů. Naměřená data potom využívá k návrhu technologie automatické extrakce objektů, jejich klasifikace a zatřídění do jedné z 10

definovaných objektových tříd. V práci popisuje postup této extrakce, která začíná převodem mračen bodů do rastrového 3D formátu a pokračuje jejich klasifikací a zařazením do uvedených objektových tříd. K této klasifikaci používá jak metody rozpoznávání obrazů, tak i charakteristiky jednotlivých tříd objektů vycházejících z jejich přirozených vlastností. Přitom se musí vypořádat s často se překrývajícími objekty, zejména s vegetací. Pro všechny postupy využila obecné algoritmy zpracované v programu MATLAB.

Poměrně rozsáhlá část práce je věnována metodice extrakce a klasifikace objektů jednotlivých objektových tříd. Poměrně detailně popisuje celý proces klasifikace včetně metod odstraňování šumů a vlivu jiných objektů včetně pohybujících se vozidel. Celý postup dokumentuje obrázky, ze kterých je zřejmé, co vše bylo nutné vykonat pro úspěšnou klasifikaci. Tato část práce je podle mne stěžejní a dokazuje odbornou invenci disertantky.

Své postupy verifikuje na datech ze stejné dálnice získané v délce 1,8 km, které však nebyly použity pro odvozování jednotlivých algoritmů. Úspěšnost klasifikace hodnotí třemi parametry - úplností, přesností a F-mírou. Přitom porovnává výsledky ruční a automatické klasifikace dat. Dokumentuje, že úspěšnost automatické klasifikace zásadních objektů se pohybuje přes 90%, což je velice hodnotný výsledek. Menší úspěšnost vykazují pouze neklasifikované objekty a zejména pohybující se vozidla, což je podle mne logické.

Na závěr disertantka komentuje své výsledky a činí závěry pro další vývoj metody a technologie.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Disertantka ve své práci prokázala schopnost řešit poměrně komplikovaný problém vědeckými metodami. Její metodika práce ukazuje na systematickosti přístupu, kdy vychází ze zkušeností domácích i zahraničních odborníků na problematiku mobilního laserového skenování. Její konkrétní přínos vidím v automatizaci extrakce objektů komunikační sítě z dat mobilního laserového skenování, v detailním rozboru podmínek uvedené extrakce, odvození celého potřebného aparátu pro tuto technologii a v neposlední řadě i vytvoření funkčních algoritmů pro transformaci mračen bodů do rastrového formátu a klasifikaci objektů do objektových tříd. Poslední tvrzení je však závislé na reakci disertantky na moji první připomínku vztahující se k autorství používaných algoritmů.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Disertační práce rozvíjí jednak teorii automatizovaného rozpoznávání objektů z mračen bodů získaných laserovým skenováním, ale ukazuje i cestu, jak tuto teorii aplikovat v praxi včetně postupů nezávislé verifikace získaných výsledků. V tomto ohledu disertace přispívá k rozvoji teorie využití bezkontaktních metod pro mapování se zaměřením na pozemní metody.

Práce má význam i pro praxi, zejména pro údržbu silnic a dálnic a pasportizaci objektů na a podél komunikační sítě a sledování vývoje stavu komunikační sítě v čase.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Formální úprava disertační práce je na vysoké úrovni stejně jako jazyková stránka. Text je dostatečně vysvětlující a je doplněn vhodnými příklady použitých podkladů a použitých postupů.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Připomínky

Z textu práce není zřejmý podíl disertantky na celém řešení. Při obhajobě žádám, aby disertantka uvedla, které metody navrhla sama a které algoritmy sama programovala.

S. 67 - autorka uvádí, že bez znalosti střední hodnoty a směrodatné odchylky lze odstranit extrémní hodnoty tak, že se odstraní 1,25% hodnot z každé strany rozložení hodnot. Lze však předpokládat, že rozložení hodnot bude mít vždy náhodné rozdělení?

Poměrně malou spolehlivost má automatická klasifikace vozidel. Pokud je však vozidlo se senzory MLS vybaveno i kamerami, bylo by možné vozidla na komunikacích odstranit vhodnou kombinací obrazu z uvedených kamer a dat získaných skenerem ještě před samotnou segmentací a klasifikací?

Technologii mobilního lasertového skenování povrchu vozovek vyvinula firma VARS Brno (systém CleveRA). Zajímalo by mne, zda o této technologii disertantka ví a pokud ano, potom by byl zajímavý její názor na společné rysy a naopak odlišnosti, které uvedené řešení má ve vztahu k předložené disertační práci.

Závěrečné zhodnocení disertace

Disertační práce Ing. Martiny Hůlkové přináší nové poznatky pro teorii a praxi mapování bezkontaktními metodami s využitím mobilního laserového skenování. Práce má jasnou a logickou strukturu a její výsledky jsou použitelné v praxi správy a údržby komunikací. Práce obsahuje původní myšlenky a přispívá k rozvoji oboru. Práce proto splňuje podmínky §47, odst. (4) zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v aktuálním znění.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D.

ano

ne

Datum: 25. ledna 2018

Podpis oponenta: