

Posudek vedoucího diplomové práce

Autor práce: Bc. Michaela Tomková
Název práce: Klasifikace dat leteckého laserového skenování v pískovcových skalních městech

Cílem diplomové práce Michaely Tomkové bylo prozkoumat možnosti automatizované klasifikace dat leteckého laserového skenování (LLS) v členitém zalesněném terénu pískovcových skalních měst. Celá práce vychází z předpokladu, že když je schopen člověk z dostatečně hustých dat LLS rozlišit jednotlivé stromy od pískovcových skalních útvarů, mohla by existovat možnost tento postup automatizovat. Téma práce dobře zapadá do současného výzkumu v oblasti LLS, kdy je publikována celá řada prací na téma automatizované rozpoznávání objektů z bodového mračna. Naprostá většina aplikací se ovšem týká buď umělých objektů jako jsou budovy či komunikace, případně cílí na vegetaci (úlohy typu modelování stromů). V tomto kontextu je tedy zaměření práce poměrně unikátní a svým způsobem průkopnické, protože pracuje s velmi specifickými objekty, které byly – i s ohledem na četnost jejich výskytu – dosud řešeny jen velmi okrajově. Nejde ovšem jen o akademický problém, protože jeho uspokojivé řešení by s ohledem na rozšíření pískovcového reliéfu na území Česka a poptávce po podrobných prostorových datech z těchto území bylo velmi užitečné.

Obecně lze konstatovat, že studentka uchopila celou problematiku výborným způsobem. Struktura práce je logická. V rešeršní části jsou správně popsány stávající přístupy k filtraci dat LLS a je vysvětleno, proč v uvedeném typu reliéfu selhávají. Zmíněny jsou rovněž obecné přístupy ke zpracování bodového mračna za účelem rozpoznávání objektů, které jsou v práci dále využity. Další část práce podrobně popisuje použitá data včetně jejich předzpracování. Studentka pracovala s daty experimentálního snímání z oblasti Adršpašsko-teplických skal, která byla doplněna daty ze standardního skenování pořízenými v rámci projektu nového mapování výškopisu ČR. Díky tomu je výsledná průměrná hustota bodového mračna přes 6 bodů na m^2 , čímž je splněn předpoklad zmiňovaný v úvodním odstavci tohoto textu. Součástí této kapitoly je také popis 11 vybraných lokalit, kde byla navržena metodika prakticky testována. Lokality byly vybrány pečlivě s ohledem na zachycení různých morfologicky odlišných typů pískovcového reliéfu. Proběhl rovněž jejich terénní průzkum, což v případě některých území znamenalo fyzicky i orientačně náročné bloudění v nepřehledném a obtížně schůdném terénu.

Klíčovou částí celé práce je návrh původní metodiky na rozpoznávání jednotlivých objektů a zpracování laserových odrazů z nich pocházejících. Zahrnuje tři kroky: segmentaci bodového mračna, vlastní rozpoznávání objektů a filtraci/klasifikaci bodů na nich. Metodika je navržena logicky a elegantně; pozitivně hodnotím také skutečnost, že při jejím popisu je nejprve srozumitelně vysvětlena hlavní idea postupu, která je následně podrobně rozpracována do formální podoby vhodné k implementaci do podoby algoritmu. Čtenář je pak schopen sledovat myšlenku celého postupu a neztratí se v technických detailech.

Dále několik poznámek k jednotlivým krokům: u segmentace lze ocenit zejména trik použitý k vymezení jednotlivých objektů využívající hledání lokálních minim a rozvodnic mezi bezodtokými oblastmi ve zjednodušeném DMP převráceném vzhůru nohama. Jako velmi vhodné se ukázalo zařazení postprocessingu, kdy se jednotlivé objekty vzniklé v první fázi segmentace pro účely dalšího zpracování dále spojují. Tento bod je do určité míry problematický v tom smyslu, že stanovení univerzální hranice pro spojování sousedních objektů je dost obtížné. Způsob použitý v práci nicméně považuji za akceptovatelný. Vlastní rozpoznávání je založeno na myšlence, že dovnitř skály na rozdíl od stromu žádné odrazy neproniknou. Prakticky je toto řešeno analýzou prostorového uspořádání bodů v horizontálních řezech segmentovanými objekty. Za velmi správné považuji hledání nejvhodnější prostorové statistiky popisující toto uspořádání pro odlišení skalní

věže a stromu s využitím trénovacích dat. Vlastní filtrace/klasifikace je pak provedena standardními nástroji po jednotlivých objektech, s tím, že se v závislosti na typu objektu mění její parametry.

Navržená metodika byla implementována v podobě skriptů v jazyce Python využívajících funkčnost softwaru ArcGIS. Testování proběhlo na 11 již zmiňovaných lokalitách. Výsledky jsou poměrně přesvědčivé, celková shoda navržené metodiky s výsledky dosaženými manuální filtrací dosahuje 85 %, což je o 10 % více než při použití stávajících automatizovaných postupů. V diskusi jsou pak správně popsány problémy, které do určité míry limitují kvalitu dosažených výsledků a použitelnost na zpracování dat v širším měřítku: zejména jde o omezení vyplývající ze segmentace prováděné jen ve 2D prostoru (kvůli převisům a patřům skal v jednotlivých výškových úrovních, které by měly tvořit samostatné segmenty) a filtrace třídy mix.

Po formální a jazykové stránce je práce zpracována velmi zdařile a pečlivě, množství překlepů je zanedbatelné. Lze ocenit velké množství schémat a obrázků velmi dobře ilustrující popisovanou problematiku. Autorka ke zpracování diplomové práce přistupovala velmi zodpovědně, pravidelně konzultovala a dokázala samostatně vyřešit řadu problémů, které se při tvorbě objevily. Dosažené výsledky si zaslouží být publikovány.

Celkově lze shrnout, že studentka odvedla značné množství kvalitní práce, která v některých ohledech překračuje požadavky kladené na diplomové práce. Z tohoto důvodu práci doporučuji k obhajobě, navrhuji ji hodnotit známkou **výborně** a doporučuji téma rozvíjet v navazujícím doktorském studiu.

V Praze dne 15. 5. 2018


RNDr. Jakub Lysák, Ph.D.