

Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: Alex Šrollerů

Název práce: Mapování vegetace krkonošské tundry z multitemporálních lidarových dat

Vedoucí práce: Ing. Markéta Potůčková, Ph.D.

Cílem diplomové práce Alexe Šrollerů bylo prozkoumat možnosti využití lidarových dat pro klasifikaci, respektive zpřesnění klasifikace převážně travní vegetace v hřebenové partii Krkonoš v okolí Luční boudy. Téma související se získáváním informace z lidarových dat na jednu stranu dobře zapadá do výzkumných úkolů aktuálně řešených v oblasti dálkového průzkumu, na druhou stranu se jedná o téma velmi neobvyklé v tom smyslu, že využívá bodové mračno o hustotě řádově vyšších stovek bodů/m² zachycující nezpevněný travnatý povrch, který při vzorkování v této podrobnosti není rozumně definovaný. To ale rozhodně není problém zadání práce ani výtka směřující jejímu k autorovi, protože šlo o požadavek projektu řešeného ve spolupráci KAGIK a Správy KRNP, v rámci něž byla uvedena data pořízena.

Struktura práce je přehledná a logická a nemám k ní žádné výhrady. Dále k jednotlivým částem: literární rešerše je zdařilá, pokrývá tematicky velmi dobře celou zkoumanou problematiku jak z pohledu lidarové technologie obecně, studií klasifikace land cover v krkonošské tundře, řeší též kombinaci lidarových a optických dat za účelem zvýšení přesnosti klasifikace i odvozování informací z bodových mračen pro určení struktury vegetace, což považuji za věc z hlediska zaměření práce nejdůležitější. Studie zmiňované v rešerši pracovaly vesměs s o dva řády nižší hustotou bodového mračna. ❶ Je to skutečně tak, že práce týkající se laserového skenování a nelesních ekosystémů, které by využívaly srovnatelně husté bodové mračno jako autor (třeba i z pozemního skenování) neexistují, resp. se je i přes snahu nepodařilo nalézt?

Žádné vážnější výhrady nemám ani ke kapitole *Data a metodika*. Oceňuji zde zejména podrobné informace o předzpracování dat a kontrolu jejich kvality, která je pro další úvahy klíčová. ❷ Dokázal by autor zdůvodnit, proč (podle přílohy 1) je výšková odchylka lidarových dat pro Bílou louku z června a srpna výrazně vyšší než pro září? Hustota použitého bodového mračna přináší celou řadu zajímavých problémů typu definice zemského povrchu na louce v mikroměřítku. Autor se s nimi celkem adekvátně vypořádal. ❸ Řešil autor s ohledem na podrobnost dat nějak situace typu tráva pod (převislými) větvemi kleče / smrku, kdy se na určitém místě o souřadnicích x, y vyskytují v různých výškách de facto dvě kategorie vegetace?

Při výpočtu strukturních parametrů vegetace se pracuje se statistikami v 9cm mřížce. V práci jsou uvedeny argumenty, proč byla zvolena tato velikost. ❹ Nicméně je-li v jedné buňce v průměru jen 7 bodů (jak se píše na str. 40), je to opravdu dostatečný kontext pro to, aby statistika dokázala něco říci o struktuře zachyceného objektu? Nevedla by větší velikost mřížky k sice mírně horšímu prostorovému rozlišení výsledku, ale vyšší spolehlivosti klasifikace z důvodů robustnějšího výpočtu statistik (s využitím více bodů)?

Metodu využitou pro učení modelu hodnotím jako adekvátní, oceňuji zejména úvahu nad hodnocením důležitosti a závislosti prediktorů. Za důležitou považuji rovněž skutečnost, že se autor nesoustředil pouze na klasifikace využívající pouze odvozené informace z bodového mračna, ale zkombinoval je s multispektrálními daty a hledá odpovědi na otázku „jaký potenciál mají informace z lidarů tuto klasifikaci zlepšit“. Z pohledu praxe považuji za důležité rovněž zahrnutí bodového mračna reprezentujícího digitální model povrchu vzniklého jako „vedlejší produkt“ při tvorbě multispektrálních dat, jehož pořízení minimálně z hlediska přístrojových nákladů představuje výrazně ekonomičtější variantu získání dat.

Hodnocení výsledků je pojaté standardní formou a závěr práce pak realisticky hodnotí možnosti technologie pro uvedené území a úkol. Tuto část lze shrnout tak, že sofistikovanými metodami strojového učení vyšlo tak trochu očekávatelné a lze zde i částečně nalézt odpověď na otázku, proč se autorovi nepodařilo dohledat stávající studie využívající srovnatelná data.

I když z výsledků práce víceméně vyplývá, že student zaujal nevděčnou roli průkopníka slepých uliček, zhostil se podle mého názoru tohoto úkolu se ctí. Výsledné dílo jednoznačně splňuje požadavky kladené na diplomovou práci a může (nejen přátelům na telefonu zmíněným v poděkování) posloužit jako argument, že i výsledek typu „nefunguje to“, podložený podrobnou argumentací, může být relevantním závěrem vědeckého zkoumání reality a má potenciál sdělit komunitě příslovečné cimrmanovské „Tudy ne, přátelé!“.

Dokázal bych si představit toto sdělení publikovat i ve formě článku ve vhodném periodiku, jehož obecným poselstvím může být i to, že při skenování objektů, jejichž velikost je výrazně menší než stopa laserového paprsku (krom trav je například stejný problém třeba s vlasy), ani extrémní hustota bodového mračka nemusí vést ke kýženému cíli.

Co se týká formální stránky práce, je napsána poměrně čtivě, místy se objevují překlepy, stylistické či pravopisné chyby (například shoda podmětu s přísudkem, název trávy *ostřice Bigelowova* je místy skloňován všelijak) a neobratnosti vyplývající z nešikovného překladu anglických článků (zaujala mě například věta „syntetizovat vertikální variaci vegetace do kategorických tříd“ na str. 22). Pro zajímavost lze uvést, že použitá vazba práce úplně nesplňuje formální požadavky, neboť při náhodném pádu ze stolu se dílo rozpadlo na jednotlivé stránky.

Cíle práce uvedené v zadání se podle mého názoru podařilo splnit. Z výše uvedených důvodů proto doporučuji práci k obhajobě a navrhuji hodnocení známkou **výborně**.

K obhajobě mám nad rámec výše uvedených otázek ještě následující:

- 5 Byl proveden pokus o vizuální interpretaci ve smyslu prohlédnutí bodového mračka nad typickými ukázkami jednotlivých tříd (ideálně i v různých časových obdobích), aby se dalo už na začátku kvalifikovaně odhadnout, zda vůbec existuje možnost při rozlišení jednotlivých druhů trav z lidarových dat uspět s jiným parametrem než s výškou? Lze říci, odrazy od čeho přesně v případě vysoké trávy bodové mračko reprezentuje? (Nápad: k prezentaci k obhajobě dát ukázkou bodového mračka, ideálně výřez malé plochy a jako rotující animaci získanou snímáním obrazovky při interaktivním prohlížení).
- 6 Nakolik by se dala obtížná rozlišitelnost některých tříd ze spočítaných statistik přičíst na vrub polohové chyby v referenčních datech pořízených botaniky? Pracovat s centimetrovou přesností v ostře neohrazených objektech je principiálně nemožný úkol. Nebylo by řešení pro trénování modelu využít například pouze větší polygony daného druhu (pokud existují) a ještě z nich vyhodit okraje, například z toho důvodu, že závan větru může hranice mezi kategoriemi posunout klidně v řádu desítek centimetrů?
- 7 Jaký je názor studenta na možnost, že by se statistiky počítaly ještě po výškových úrovních (např. pro body do 15 cm nad terénem a nad 15 cm nad terénem), aby se rozlišila struktura stařiny od struktury vyšších částí trav? Nakolik tuto možnost limituje hustota bodového mračka?
- 8 Otázka spíše filozofická: Pokud se v lidarových datech s hustotou v řádu jednotek bodů na m² dají identifikovat jednotlivé stromy (jejichž velikost je v řádech metrů), v mračcích s hustotou desítek bodů na m² rozlišovat některé jejich (dostatečně odlišné) druhy a při hustotě stovek bodů na m² měřit a modelovat kmeny a větve, lze nějak odhadnout, jaká by byla potřeba hustota bodového mračka, aby šlo totéž pro krkonošské tundrové traviny? Na jaké technologické i praktické limity by snaha o takové počínání narážela? (Doporučuji se čistě pro inspiraci podívat třeba na možnosti lidarových systémů používaných v zubním lékařství.)