

Posudek diplomové práce

Název práce: ***Klasifikace UAV hyperspektrálních obrazových dat s využitím hlubokého učení***

Autorka: Bc. Martina Řádová

Diplomová práce navazuje na výzkum prováděný katedrou aplikované geoinformatiky a kartografie Přírodovědecké fakulty UK ve spolupráci se Správou KRNAP a Botanickým ústavem AV ČR, vvi v oblasti monitorování vegetace krkonošské tundry s využitím UAV hyperspektrálních (HS), multispektrálních (MS) a LiDARových dat vysokého prostorového rozlišení (3 cm pixel). V rámci projektu bylo pro klasifikaci obrazových dat vyzkoušeno několik metod strojového učení (např. maximum likelihood, SVM, random forest) na pixelové i objektové úrovni. Současný rozvoj metod hlubokého učení byl inspirací k otázce, zda je možné s pomocí hlubokých konvolučních sítí dosáhnout vyšší přesnosti klasifikace zejména v případě méně zastoupených heterogenních společenstev jakou jsou např. vyfoukávané alpské trávníky. Jako modelové území byla proto vybrána experimentální lokalita o ploše 1 ha na úbočí Luční hory.

Struktura diplomové práce i rozsah jednotlivých kapitol vychází ze zadání a cílů, jimiž v první řadě bylo na základě literatury vytipovat vhodnou existující metodu pro klasifikaci HS dat včetně její implementace v podobě otevřeného kódu. Následně měla být ověřena funkčnost dostupné implementace metody a provedeno testování jejích parametrů. Dalším úkolem bylo připravit HS data pro vstup do zvolené implementace, provést klasifikaci a na základě dané sady validačních bodů ověřit přesnost klasifikace. Cíle práce jsou přehledně shrnuty v úvodní kapitole. Rešerše je podána jako širší vhled do problematiky konvolučních sítí a jejich využití pro zpracování HS dat. Je třeba ocenit autorčinu snahu o jakousi kategorizaci přístupů a jejich případných slabých míst, jak ukazují grafy 5 a 6. Z celé škály metod je pak pro využití potenciálu HS dat vybrán přístup založený na tzv. Capsule Network. Vedle toho je spíše z praktických důvodů zařazena i plně propojená konvoluční síť U-Net dříve úspěšně na katedře aplikovaná pro klasifikaci MS dat. Vzhledem k širší studované problematice nebylo možné ani žádoucí princip všech přístupů a rozdíly mezi nimi podrobně popsat. Nicméně 72 zpracovaných, ve valné většině soudobých, článků a 15 internetových zdrojů dává případnému čtenáři dostatečný prostor a směr pro dohledání podrobnějších informací. Kapitola 3 seznamuje s použitými daty, a to jednak HS obrazovými daty z krkonošské tundry a jednak s volně dostupnými HS datovými sadami využívanými vědeckou komunitou pro testování vyvíjených algoritmů. V kapitole 4, Metodika, jsou pak detailněji rozebrány dva zvolené přístupy Capsule Network (Zhu et al. 2019 a Paoletti et al. 2019) a síť U-Net. Předzpracování HS dat je poněkud rušivě rozděleno do dvou sekcí – 3.3.2.2 a pak sekce 5.1 a mohlo být sloučeno pouze do sekce jedné. Autorka popsala problémy s implementací všech třech řešení, přičemž síť Capsule Network autorů Paoletti et al. se podařilo rozběhnout alespoň pro testovací datové sady. Úspěšná klasifikace dat z tundry ve dvou časových termínech a jejich multitemporálním kompozitu proběhla v síti U-Net s uspokojivými výsledky. Splnil se tak předpoklad vyšší přesnosti klasifikace vybraných druhů s využitím konvolučních sítí. V Diskusi se autorka věnuje zejména porovnání výsledků klasifikace U-Net s výsledky získanými v rámci projektu „Vývoj metod pro sledování změn vegetace a krkonošské tundry analýzou dat z multispektrálních, hyperspektrálních a LIDAR senzorů UAV“ a výzvám, které se během řešení diplomové práce otevřely, ale nemohly být z časových důvodů již v práci vyřešeny.

Bc. Martina Řádová v předložené diplomové práci prokázala schopnost orientace v obsáhlém tématu, vytrvalost při řešení vzniklých komplikací. Osvojila si a prohloubila znalost programovacího jazyka Python. Byla schopna navázat spolupráci s Dr. Paoletti z HS výpočetní laboratoře Extremadurské univerzity ve Španělsku. Z důvodu náročnosti tématu, dosavadního neúspěchu implementace vybraných řešení Capsule Network a tím vzniklé časové tísně text práce obsahuje drobné překlepy a typografické chyby, některé citace nejsou v seznamu úplné.

Otázky k diskusi:

- Na straně 52 uvádíte: „Následující úprava rozměrů souvisí s cílem rozdělit data na dlaždice o velikosti 256 x 256 pixelů. Musí tak být splněna podmínka, že rozměry snímků jsou dělitelné beze zbytku číslem 256. Tento krok je zajištěn v SW ENVI pomocí funkce Resize. Zde je

možné nastavit pro HS i TR data jejich potřebné rozměry. Redukovaná data na velikost 1024 x 1024.“ Jak bylo této velikosti docíleno vzhledem k původnímu rozměru 1563 x 1847 pixelů? Oříznutím? Převzorkováním? Zmiňte případné důsledky pro klasifikaci.

- Jsou někde dokumentovány výsledky klasifikace volně dostupných datových sad zmiňovaných v práci pro síť U-Net?

Přes množství překážek a výzev se podařilo cíle práce v uspokojivé míře naplnit. Diplomovou práci Bc. Marty Rádové **doporučuji** k obhajobě a hodnotím stupněm **velmi dobře**.

13.9.2021

Ing. Markéta Potůčková, Ph.D.