

## Oponentský posudek diplomové práce

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

Autorka práce: Bc. Martina Řádová

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

Oponentka: doc. RNDr. Lucie Kupková, Ph.D.

Martina Řádová si ve své diplomové práci kladla za cíl jednak zpracovat podrobnou rešerši přístupů konvolučních neuronových sítí (Convolution Neural Networks – CNN) a na základě rešerše vytipovat vhodnou metodu pro klasifikaci vegetace v zájmovém území trvalé plochy vytýčené na Luční hoře v krkonošské tundře z UAV hyperspektrálních dat s velmi vysokým prostorovým rozlišením. Cílem dále bylo metodu aplikovat a posoudit, zda přinesla přesnější výsledky klasifikací než dosud používané metody v rámci projektu „Vývoj metod pro sledování změn vegetace a krkonošské tundry analýzou dat z multispektrálních, hyperspektrálních a LIDAR senzorů UAV“ řešeném na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie PŘF UK ve spolupráci se Správou Krkonošského národního parku a Botanického ústavu AV. Kvůli problémům s funkčností původně vytipované metody Capsule Network nakonec využila metodu U-Net, která umožnila cíle diplomové práce realizovat.

Po formální stránce práce obsahuje všechny požadované náležitosti a části, místy je patrné, že časové napětí při dokončování práce přispělo k drobným chybám – například vynechání písmen ve slovech, nezobrazené odkazy na literaturu či opakující se věty.

Východiska a cíle práce jsou dobře formulovány, kontextově jsou velmi dobře propojeny s výsledky, diskusí a závěry. Literární rešerše je zpracovaná velmi podrobně (v práci je využito 72 aktuálních článků k dané problematice). Rešerše shrnuje a podrobně přibližuje aktuální poznatky v oblasti hlubokého učení se zaměřením na přehled architektur CNN pro klasifikaci hyperspektrálních dat a může být dobrým podkladem pro vstup do článku, který by se věnoval této problematice. Metody přípravy a analýzy dat jsou popsány velmi podrobně, místy jsou zmiňovány i obecně známé detaily, které by v práci nemusely být. Podrobný popis může být ale cenným podkladem pro další testování využitých metod.

V kapitole diskuse bylo hlavním úkolem porovnat získané výsledky s výsledky získanými metodami Maximum Likelihood, Support Vector Machine a Random Forest v rámci výše zmíněného projektu. Přivítala bych, kdyby byla zařazena tabulka, která by přinesla přehledné porovnání výsledků autorky s výsledky dosaženými ve zmíněném projektu. Výsledky jsou sice podrobně zmíněny a srovnány v textu, ale přímé porovnání by přispělo k lepší orientaci. Kromě výsledků zmíněného projektu autorka srovnává své výstupy i s dalšími publikacemi. Ze všech srovnání vyplývá důležitý závěr a hlavní přínos diplomové práce, totiž, že se s využitím neuronové sítě U-Net podařilo významně zlepšit celkové klasifikační přesnosti a většinu uživatelských a zpracovatelských přesností klasifikovaných druhů ve srovnání s uvedeným projektem a dosáhnout srovnatelné nebo lepší výsledky, než jsou uváděny v dostupné literatuře.

Autorka se v průběhu práce potýkala se značnými problémy se zprovozněním dvou zvolených architektur sítě Capsule Network, které původně plánovala využít. Zásadní je, že se nakonec podařilo najít architekturu, která analýzu umožnila a zlepšení klasifikačních výsledků přinesla. Martina Řádová tak přispěla k vylepšení metodiky klasifikace vyvíjené v rámci projektu, využitá síť i další sítě budou

dále testovány a do výsledné metodiky bude zařazen návrh jejich implementace pro operační monitoring vegetace v krkonošské tundře.

Na autorku mám následující dotazy:

1) Vybraná metoda nebyla funkční pro data z července 2019, zatímco na data z dalších měsíců bylo možné metodu aplikovat. V čem spatřujete příčinu toho, že červencová data nemohla být analyzována, když ostatní metody dříve použité bylo možné bez problémů aplikovat i na tato data?

2) Čím si vysvětlujete, že metoda, která obecně funguje lépe, přinesla horší výsledky pro třídu *Deschampsia caespitosa* než metody, které byly celkově méně přesné?

3) Autorka srovnává své výsledky s výsledky, které získali Paoletti, M., et al. (2019a) a Zhu, K., et al. (2019) pro zemědělské oblasti. V čem se liší vegetace zemědělské oblasti od vegetace tundry a ve kterém případě se dá předpokládat dosažení přesnějšího výsledku?

Závěr: Přestože se Martina Řádová potýkala s nefunkčností původně zvoleného metodického řešení, nakonec našla způsob, jak splnit cíle diplomové práce. S využitím funkčního řešení přinesla přesnější výsledky klasifikace, než jakých bylo dosud dosaženo, a naznačila směr, jakým bude dobré pokračovat. Téma doporučuji rozpracovat v rámci doktorského studia – jednak porovnat trvalé plochy s rozdílnými typy vegetace a jednak využít i další architektury CNN a výsledky porovnat. Dobré by bylo též porovnat hyperspektrální a multispektrální data, která jsou k dispozici ve stejných časových horizontech a prostorovém rozlišení. Přeloženou práci doporučuji přijmout jako diplomovou práci a v případě kvalitní obhajoby hodnotím známkou velmi dobře.



V Líbeznicích, 11. září 2021

doc. RNDr. Lucie Kupková, Ph.D.