

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Sémantická segmentace plodin z časových řad snímků Sentinel-2
Jméno autora:	Bc. Emanuel Frátrík
Typ práce:	diplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra matematiky
Oponent práce:	Ing. Markéta Potůčková, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání diplomové práce požaduje provést rešerši metod sémantické segmentace zemědělských plodin z družicových dat, navrhnout a otestovat rozšíření neurálních modelů pro řešení této úlohy s využitím časové řady snímků a výsledek porovnat se stávajícími řešeními. Práce má mezioborový charakter s významným aplikačním potenciálem. Využití neurálních modelů pro klasifikaci/sémantickou segmentaci družicových obrazových dat v kombinaci s časovými řadami patří mezi nejvíce rozvíjená a diskutovaná témata dálkového průzkumu Země (DPZ) posledních let. Provést kvalitní rešerši takto širokého tématu, vybrat a rozšířit vhodný model považuji za náročný úkol. Pro studenta daného oboru navíc téma znamená proniknout do problematiky pořizování obrazových dat DPZ, jejich předzpracování a interpretace.</p>	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Zadání práce bylo zcela splněno. Nad rozsah zadání byla vytvořena databáze S2TSCZCrop pro klasifikaci plodin z dat Sentinel-2, byla řešena problematika vyhlazení výsledku klasifikace v rámci dílů půdních bloků a detekce pixelů na jejich hranici, vyčlenění ploch neodpovídajících stanoveným kulturám dle LPIS a byla navržena mapová aplikace řešící klasifikaci plodin v ČR na základě vytvořené databáze.</p>	

Zvolený postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Ke zvolenému postupu řešení nemám připomínky. Použité metody vycházejí z citované literatury. Navržené úpravy stávajících řešení jsou dostatečně zdůvodněny a popsány.</p>	

Odborná úroveň	výborná
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Diplomová práce je po odborné stránce na velmi vysoké úrovni. Je logicky strukturovaná. Vychází z kvalitní rešerše literatury. Metodika je popsána s využitím nezbytného, s ohledem na obor studia možná trochu minimalistického, nicméně pro pochopení principů dostatečného formálního zápisu. Uvedená schémata výchozích a navržených architektur neurálních sítí jsou přehledná a dobře srozumitelná. Stejně tak text vysvětlující dílčí postupy a výsledky svědčí o dobré znalosti problematiky metod sémantické segmentace i pochopení a osvojení si základních principů DPZ.</p>	

Formální a jazyková úroveň

výborná

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Formální zápisy jsou použity správně. Práce je po stylistické stránce na dobré úrovni, text je čtivý, srozumitelný, v jednotlivých kapitolách logicky členěný. Práce je psána ve slovenštině. Jazykovou správnost nedokáži zcela posoudit, ale až na několik chyb v interpunkci jsem závažné nedostatky neshledala. V textu je množství anglických termínů, což je z valné většiny způsobeno neexistencí vhodných překladů. Osobně bych v textu a obrázcích použila slovenské ekvivalenty klasifikační legendy a k psaní textu nepoužívala 1 os. mn. č. Z hlediska typografie, grafické úpravy, tabulek a obrázků nemám připomínky.

Výběr zdrojů, korektnost citací

výborné

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Student shromáždil dostatečné množství převážně recenzovaných a impaktovaných zdrojů, které v průběhu práce cituje. Bibliografické citace jsou úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Prezentované výsledky dokládají, že navržené metodické postupy vedou k predikci zemědělských plodin z dat Sentinel-2 s přesností i dalšími parametry lehce převyšujícími model U-TAE, z něhož práce vycházela. V diskusi autor zmiňuje, že jeho řešení nedosahuje kvality některých současných modelů (TSVIT, Exchanger). S tím lze souhlasit, ale nárůst o 4 % z hlediska praxe nevnímám s ohledem dosaženou přesnost pod 70% jako zásadní. V ostatních parametrech jako je počet provedených operací a časová náročnost je navržený model výhodnější. Za důležitou část výstupů, která ve studiích mnohdy chybí, považuji grafické/mapové vyjádření spolehlivosti predikce plodin.

Vytvořené softwarové řešení je přístupné v repositáři GitHub. Kladně hodnotím snahu o vytvoření aplikace, která by uživateli umožnila provedení klasifikace zemědělských plodin na vybraném území v daném časovém okně.

O autorově erudici a pochopení tématu nesporně svědčí diskuse. Jsou v ní rozebrány problematické aspekty navrženého řešení a zodpovídá většinu otázek, které čtenáře napadají v průběhu čtení práce, např. u popisu datové sady S2TSCZCrop a výsledků predikce z ní vytvořené (data vzniklá klasifikací, závislost přesnosti predikce na zastoupení a počtu trénovacích dat dílčích tříd, přesnost v dílčích parametrech o 10 % vyšší než v případě dat PASTIS).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Předložená diplomová práce zcela splnila a v několika aspektech překročila zadání. Vychází z rozsáhlé a kvalitně zpracované literární rešerše. Navržené úpravy stávajících metod sémantické segmentace časové řady družicových dat Sentinel-2 jsou srozumitelně a formálně správně popsány. Výsledky jsou s patřičnou mírou podrobnosti dokumentovány formou tabulek a grafických výstupů a jsou dostatečně komentovány. Silnou stránkou práce je diskuse. Kvalitu diplomové práce v kontextu hodnocených kvalifikačních prací stejného typu považuji za nadstandardní. Výsledky po diskusi se školitelem a popř. odborníkem v oblasti DPZ doporučuji publikovat v odborném časopise.

Případné rozšiřující otázky k obhajobě:

1. V závěru práce autor vznáší otázku přenositelnosti modelu na jiný časový horizont než rok 2019 a na jiné území. V čem spatřuje hlavní příčiny případného neúspěchu či minimálně snížené přesnosti výsledku?
2. Navržená aplikace vyžaduje stažení dat Sentinel-2, což na straně uživatele/klienta vyžaduje nemalé nároky na kapacitu hardware, pakliže se bude jednat o celé území a popř. i více let. Uvažovali jste i o možnosti cloudového řešení?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 31.1.2024

Podpis:



