

Oponentní posudek doktorské disertační práce

Jméno disertanta:	Ing Jakub Jech Ústav systémového inženýrství a informatiky Fakulta ekonomicko-správní Univerzita Pardubice
Název práce:	Návrh klasifikačního přístupu pro obrazová data s velmi vysokým prostorovým rozlišením
Studijní program:	P1802 Aplikovaná informatika
Obor:	1802V001 Aplikovaná informatika
Školitel:	prof. Ing. Jitka Komárková, Ph.D.
Oponent:	doc. Ing. Miloslav Hub, Ph.D. Ústav systémového inženýrství a informatiky Fakulta ekonomicko-správní Univerzita Pardubice

1. Aktuálnost zvoleného tématu

Práce se věnuje vysoce aktuálnímu tématu zpracování dat získaných prostřednictvím UAV. Zaměřuje se na data získaná nízkonákladovými drony, které jsou dnes dostupné a umožňují snadné monitorování menších území na vyžádání. Tyto drony jsou však obvykle vybaveny pouze RGB kamerami, což ztěžuje zpracování získaných obrazových dat. Dalším problémem je velmi vysoké prostorové rozlišení získaných dat, které opět vyžaduje, aby bylo vzato v potaz při zpracování dat. Ověřený a automatizovaný klasifikační přístup usnadní práci koncovým uživatelům, kterým zpřístupní získaná data pro potřeby jejich další práce, proto je téma důležité a výsledky zároveň prakticky využitelné. Význam tématu dokládá také každoroční počet publikací ve Web of Science, který v posledních letech narůstá.

2. Cíle práce

Cíle práce a motivaci autor vymezuje v kap. 2, str. 43–46.

Autor si klade za cíl navrhnout a ověřit nový způsob procesu automatického zpracování dat s velmi vysokým prostorovým rozlišením, nejčastěji pořízených pomocí UAV, který bude založen na kombinaci řízených klasifikačních metod a bude počítat vážený počet z hodnot klasifikačních tříd ve všech klasifikovaných snímcích v jednotlivých pixelech snímku.

Dílní cíle jsou zaměřeny na:

- shrnutí stávajícího stavu v oblasti automatické klasifikace obrazových dat;
- identifikaci metod vhodných pro automatickou klasifikaci, které budou využitelné v nově navrženém přístupu;
- porovnání výpočetní náročnosti nově navrženého přístupu vůči moderním metodám založeným na deep learningu;
- aplikaci navrženého přístupu na obrazová data použitá v předchozích studiích a porovnání výsledů;
- aplikaci navrženého přístupu na nová obrazová data v rámci případových studií a ověření přesnosti klasifikace dat.

Hlavní cíl práce i dílní cíle jsou jasně definované. Disertant naplnil cíle práce.

3. Zvolené metody zpracování a postup řešení

Použité metody jsou stručně shrnuty v kap. 2. str. 13–15. Přehled použitého SW, dat, prostředků a metod je dále uveden v kap. 4.1 (str. 54-55). Za přínosné považuji doplnění textu o schémata přehledně znázorňující navržený klasifikační přístup.

Autor do své práce zahrnul čtyři případové studie, na kterých demonstruje použití svého navrženého klasifikačního přístupu. Každá případové studie se zaměřuje na jiný typ povrchu/pokryvu, případně jinou lokalitu. Autor v této části disertační práce prezentuje výsledky časově náročné práce v terénu při sběru dat i následně při jejich zpracování.

Případové studie však mohly být lépe uspořádány, resp. první oblast zájmu – rybník Baroch, měl být představen již v první případové studii.

4. Zhodnocení výsledků dosažených disertantem

Předložená disertační práce představuje ucelené komplexní dílo. Zvolené téma patří mezi multidisciplinární problémy a autor řešení pojal odpovídajícím způsobem – systémově. Z textu práce je zřejmé, že disertant má rozsáhlé znalosti a dovednosti v oblastech sběru dat s využitím UAV, zpracování obrazových dat a softwarového inženýrství.

Za hlavní přínos práce považuji navržený klasifikační přístup (algoritmus) CMCA pro automatickou klasifikaci RGB dat, který autor práce realizoval v jazyku Python, je tedy softwarově nezávislý. Díky tomu zpřístupňuje RGB data získaná pomocí UAV k dalšímu využití široké odborné veřejnosti, např. v oblasti krizového řízení, managementu životního prostředí či zemědělství. Přínosnost autorem navrženého přístupu je také jeho časová úspornost vůči metodám typu deep learning. Klasifikační přístup pracuje pouze se třemi vstupními rastry, což může představovat určité jeho omezení.

5. Význam pro praxi nebo pro rozvoj vědního oboru

Potenciál předložené práce je vysoký především v oblasti praktického využití dosažených výsledků.

6. Publikační aktivita disertanta

Publikační aktivita disertanta je odpovídající úrovni, byť převažují konferenční příspěvky. Výsledky své práce autor publikoval jak v několika časopisech s IF indexovaných ve Wos, tak v několika časopisech indexovaných ve Scopusu. Lze tedy konstatovat, že disertant prokázal svou schopnost publikovat výsledky své vědecko-výzkumné činnosti.

7. Formální úprava disertační práce, jazyková úroveň a další připomínky k práci

Předložená disertační práce se skládá ze 6 číslovaných kapitol a úvodu a závěru. Dále práce obsahuje obrázky, tabulky a přílohu se zdrojovým kódem.

Vyjadřování autora je na odpovídající odborné úrovni, byť místy formulačně a pravopisně poněkud kostrbaté.

Autorovi lze vytknout drobné formální nedostatky, např. použití dvou interpunkčních znamének v seznamu dílčích cílů (str. 44).

Celkově formální úprava a struktura práce splňují požadavky kladené na disertační práce.

8. Otázky k obhajobě disertační práce

1. V navrženém klasifikačním přístupu CMCA uvádíte, že výsledná hodnota pixelu je při shodě vstupních hodnot v daném pixelu zvolena náhodně z daných tříd pomocí funkce `random.choice`. Je možné tento náhodný výběr zlepšit? A bylo by možné po případném zlepšení náhodného výběru pracovat s více vstupními rastry?

2. Navržený klasifikační přístup umožňuje načíst pouze tři vstupní rastry? Proč byl zvolen tento počet? Je možné počet vstupních rastrů zvýšit? Jaká by byla případná omezení přístupu CMCA v případě většího počtu vstupních rastrů?

Závěrečné zhodnocení

Předložená práce Ing. Jakuba Jecha představuje ucelené dílo, prezentuje autorův přínos k rozvoji oboru a splňuje požadavky kladené na disertační práce. Autor prokázal svou schopnost vědecké práce. Vzhledem k výše uvedenému **práci doporučuji k obhajobě**. Dále doporučuji, aby byl autorovi **po úspěšné obhajobě udělen titul Ph.D.** v daném oboru, protože ve své práci prokázal odborné znalosti a tvůrčí schopnosti.

Pardubice, 5. srpna 2024

doc. Ing. Miloslav Hub, Ph.D.

.....

jméno a podpis oponenta
Univerzita Pardubice, FES, USII