VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Oponentní posudek disertační práce

Uchazeč: Ing. Tomáš Lazna

Název disertační práce: Ionizing radiation measurement in field robotics

Oponent: doc. Ing. Jiří Janda, Ph.D.

Pracoviště oponenta: Univerzita obrany, Ústav OPZHN

Oponent se v posudku vyjádří dle Studijního a zkušebního řádu VUT zejména:
a) k aktuálnosti tématu disertační práce,
b) zda disertační práce splnila stanovený cíl,
c) k postupu řešení problému a k výsledkům disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda,
d) k významu pro praxi nebo rozvoj oboru,
e) k formální úpravě disertační práce a její jazykové úrovni,
f) zda disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona,
g) zda student prokázal nebo neprokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru. Bez tohoto závěru je posudek neplatný.
Ke každému z níže uvedených bodů je nutno doplnit stručný komentář.

Ad a) Aktuálnost tématu disertační práce

Téma disertační práce je velmi aktuální.

Komentář: Zadané téma, a především obsah celé dizertační práce, která se zabývá automatizací a robotizací měření a vyhledávání radioaktivní kontaminace/zdrojů IZ, je velmi aktuální z několika hledisek. Prvním hlediskem je důležitost z hlediska radiační ochrany (společenské hledisko), ve kterém sehrává významnou úlohu ochrana člověka před účinky IZ. V daném případě je snaha o eliminaci živé síly z celého procesu měření, lokalizace a identifikace IZ, což bylo do značné míry výsledky práce prokázáno. Druhé hledisko je vědecko-výzkumné, kde aspirant posunuje dnešní hranice poznání zejména v oblasti automatizace a optimalizace lokalizace zdrojů IZ a jejich korektní zobrazování s maximem dostupných informací (dávkový příkon, druh nuklidu). Tím přispívá k rozvoji sledované problematiky a do určité míry stanovuje výzkumný směr. Posledním nezanedbatelným aspektem je bezpečnostní hledisko. Vzhledem ke geopolitické situaci a situaci v oblasti jaderné bezpečnosti je ultimátí snahou o dosažení naprosté bezpečnosti. K tomuto cíli významnou měrou přispívá studované a rozvíjené téma – využití autonomních prostředků pro měření IZ, neboť při jaderných haváriích je rychlost, správnost a bezpečnost provedení

různých úkonů souvisejících s mapováním a lokalizací radioaktivních materiálů/kontaminace klíčovou úlohou.

Ad b) Splnění stanoveného cíle disertační práce

Cíl disertační práce byl splněn.

Komentář: Cíle dizertační práce, tak jak jsou uvedeny v samotné publikaci, byly rozděleny do třech oblastí. V prvním cíli byly vyvíjeny snahy o integraci detektorů IZ do pozemních a vzdušných autonomních systémů. Tyto systémy měly na základě vstupních informací umět provést radiační mapování zadaných oblastí a s využitím lokalizačních algoritmů najít a označit případné zdroje/horké skvrny IZ. Druhý cíl sledoval vývoj algoritmů pro samostatné hledání více zdrojů a optimalizaci trasy na základě aktivního přijmu informací. Třetím, a posledním cílem, byla snaha o kooperaci mezi vzdušným a pozemním radiačním průzkumem, přičemž byla snaha o časovou optimalizaci při zachování stejného, nebo většího množství získaných informací než při jejich odděleném způsobu použití. I v tomto cíli byla snaha o maximální míru automatizace všech úkonů. Dle mého názoru byly všechny vytčené cíle splněny a podrobně rozebrány v jednotlivých kapitolách dizertační práce. Zde byly taktéž rozebrány jednotlivé přínosy a nedostatky či omezení vytvořených algoritmů s návrhy dalšího vylepšení.

Ad c) Postup řešení problému a výsledky disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda

Postup řešení problému a výsledky disertační práce jsou vynikající.

Komentář: Postup řešení jednotlivých cílů byl dle mého názoru vybrán dobře s ohledem na to, čeho mělo být dosaženo. Konkrétní přínosy doktoranda spočívají v tvorbě algoritmů pro autonomní mapování a lokalizace radioaktivní kontaminace či zdrojů IZ, dále v nalezení vhodných algoritmů a optimalizačních postupů pro kooperaci mezi UAV a UGV a využívání aktivních metod pro autonomní řízení. Jednotlivé přínosy doktoranda jsou vždy v každé podkapitole dizertační práce podrobně a věcně správně popsány a nejsou tedy dílem kolektivu.

Ad d) Význam pro praxi nebo rozvoj oboru

Význam pro praxi nebo rozvoj oboru je nadprůměrný.

Komentář: V práci diskutované a probírané algoritmy jsou nezanedbatelné pro jejich využití v praxi, což bylo několikráte demonstrováno na různých přehlídkách a pořádaných akcí, ze kterých lze zmínit např.

RADTECH 2018, 2023, či IAEA Technical Meeting, Vyškov (26.9. - 30.9. 2022), kde byly představeny letecké a robotické platformy schopné autonomní, či semi-autonomní lokalizace a mapování radioaktivní kontaminace, či jiných veličin. Tyto platformy obsahovaly řešení předkládaná v hodnocené dizertační práci a byly odbornou veřejností velmi kladně hodnoceny. To samo o sobě je dostatečným důkazem významu přínosu pro praxi a dalšího rozvoje vědních disciplín.

Ad e) Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň je nadprůměrné.

Komentář: Dizertační práce je napsána v anglickém jazyce, což pokládám za velmi dobré rozhodnutí z hlediska šíření jejího obsahu a dále pak možného budoucího uplatnění aspiranta v zahraničí. Práce je psána jako komentovaný kompilát vydaných prací, jichž bylo větší množství. I když byl kompilát psán srozumitelnějším způsobem s tím, že na podrobná řešení se odkazoval na vydané publikace, dosáhla dizertační práce na úctyhodných téměř 200 stran. Zde bych měl malou výtku, neboť tento rozsah je již dosti značný, a to zejména pro oponenty, aby to celé prošel a nezapomněl, co bylo na začátku. Z uvedeného by bylo vhodné opravdu uvažovat o nějakém stropu, i když chápu, že není jednoduché vše shrnout do menšího objemu.

Ad f) Disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona

Disertační práce podmínky uvedené v § 47 odst. 4*) zákona č. 111/1998 sb. o vysokých školách splňuje.

((4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti. Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.*

Ad g) Prokázání tvůrčí schopnosti studenta v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Doktorand prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Komentář: Doktorand prokázal, že je schopen samostatného tvůrčího výzkumu a je schopen i tento výzkum prezentovat nejenom ve formě impaktovaných článků, ale také konferencí a výše zmiňovaných technických setkání a prezentací. Doktorand předkládá 3xJimp, 7xSCOPUS-WOS záznamů a 5x ostatní publikace. Z uvedeného rozsahu je více než patrné splnění tvůrčích požadavků na doktoranda i ve smyslu Vysokoškolského zákona o publikování podstatných částí dizertační práce.

Celkové hodnocení: Celkově hodnotím dizertační práci jako velmi zdařilý kompilát vědecko-výzkumného úsilí celé skupiny kolem školitele, ale zejména doktoranda Ing. Tomáše Lazny, který v dané problematice měl lví podíl. Závěrem lze konstatovat, že doktorand dospěl v procesu řešení úkolů daných zadáním práce k řadě zajímavých poznatků. Práce splňuje podmínky pro disertační práci v daném oboru, a proto doporučuji práci přijmout jako podklad pro závěrečnou obhajobu a po jejím úspěšném absolvování udělit doktorandovi titul Ph.D.

Otázky oponenta: Závěrem bych měl několik poznámek, námětů a otázek:

- Str. 24….píšete „lack of interest by scientific community.“ Já bych měl opačný názor, protože např. v Las Vegas se pod záštitou DARPA dělají závody právě s těmito autonomními systémy a vítězové jsou odměněni a následně touto organizací sponzorováni.
- Obr A 17 – body vpravo nejsou tak dobře proloženy, jak ostatní. Čím to bylo způsobeno?
- Píšete (str. 101), že omezení zdrojů vyhledávání je 3. Čím to je způsobeno?
- Na té samé straně se zmiňujete o vlivu mikrofonního efektu a dalších jevů. Po pročtení té práce se musím zeptat, proč se pracovalo převážně s analogovou trasou, když dnes lze signál ihned digitalizovat a vyhnout se zmíněným jevům (potlačit je), případně aplikovat vhodné filtry na signál jako je Low frequency rejector, nebo Zero Dead Time (Loss free counting) viz např. str. 110, třetí odrážka. Dle mého názoru by se tím snížil šum a následně pak nepřesnosti a zvětšilo možné rozlišení. Ruku v ruce s tím jde i využití NaI(Tl) krystalu. Ano, je to standard, ale chybí mi trochu vyzkoušení i jiných perspektivních materiálů (vím o pokusech LaBr(Ce)), např. CsI(Na) nebo BGO, u kterého je účinnost 350% oproti NaI(Tl) a tuším i lepší rozlišení.
- Někdy se ne zcela přesně používá citlivost (sensitivity). Citlivost je chápána jako odezva detektoru (množství impulzů) na určitý dávkový příkon záření. Proto tvrzení (106) low weight-low sensitivity není úplně správné – obvykle spíše low weight and maximum sensitivity, přičemž str. 117 to již uvádí správně.
- Obr C 26 – Gantův diagram – uvádí teoretické časy, ale daleko vhodnější by byly reálné. Mohl byste je zmínit?
- Obr. C 27 – pracuje se zde s „okny“ nuklidů a s ořezáváním pozadí, tzv. stripping faktorem, což přináší různé problémy, zejména při složitém spektru, kde dochází k sumaci comptonovských interakcí, přičemž foto píky jsou superponovány na tomto výsledném kontinuu. Proč se nepoužije k výpočtu pozadí, a tedy i čisté plochy píku jiná metoda, např. Covellova metoda (a její derivace)? Jistě to není tak výpočetně náročné.
- Rozumím výpočtu dráhy na základě sklonu terénu, velikosti překážek a následnému nalezení optimální cesty. Nicméně jsem nenašel, zda dané algoritmy řeší překážky jako kamení, keře, hustá tráva, voda, mokřady, drobné zarostlé průrvy, aj., neboť tyto překážky jsou v životě velmi běžné. Lze to v současné době nějak řešit a případně jak?

- Jak je výpočetně náročný převod reálného skenu povrchu na digitální model vhodný pro použití UGV? Jedná se o on-line nebo post-processing proces?
- Z jakého důvodu je vhodnější udržovat absolutně konstantní výšku, než dělat opravu dávkového příkonu právě na reálnou výšku UAV?
- Poslední otázka je spíše řečnická a možná návrh budoucího výzkumu. Proč vedle klasických detekčních systémů (NaI(Tl)) jste se nepokusili k lokalizaci zdrojů použít tzv. comptonovy kamery (viz např. https://mrs.felk.cvut.cz/radron). Dle teorie by mělo dojít k významnému zrychlení při vyhledávání.
- Na závěr si dovolím poznamenat, že tato práce je velmi robustní a kvalitní a mohla by se spíše i považovat za habilitační. Nicméně z praktického hlediska bych si dovolil podotknout, že vyhledávání zdrojů v uvedeném rozsahu není esenciální. Bylo by určitě vhodné napřít úsilí na skutečnosti, kde se tyto platformy skutečně využijí, a to při velmi vysokých dávkových příkonech a hledání hot spotů v takovém prostředí – viz. Téměř všechny jaderné havárie a dále při možném použití jaderných zbraní. Zde vidím pro praxi skutečně téměř pole neorané, kterému se, pro různé složitosti, výzkumníci vyhýbají.

Disertační práci k obhajobě ☒doporučuji ☐nedoporučuji.

Dne: 09.12.2023

Jiří Janda

Digitálně podepsal Jiří Janda
DN: cn=Jiří Janda, o, ou, email=jirka.janda@post.cz, c=CZ
Datum: 2023.12.09 18:50:17 +01'00'

Podpis: ……..