

POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Josef Justa

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informační technologie

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Lokalizace člověka v budově bez infrastruktury

Školitel:

Supervisor

prof. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.

Oponent:

Opponent

prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Problematiku uvedenou v předložené disertační práci s názvem "Lokalizace člověka v budově bez infrastruktury" lze považovat za aktuální a v současné době rozvíjenou zejména ve spojení s rozvojem různých bezpečnostních technologií pro ochranu infrastruktury státu, sensorových technologií, zvyšování efektivity lokalizací, snižování technologických nákladů a zvyšování spolehlivosti elektronických systémů a zlepšování jejich parametrů. Jedná se o oblast náležející do vývoje nových přístupů pro bezpečnostní technologie, významné je, že se jedná o možnosti aplikací přímo v českých podmínkách.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

Disertační práce se zabývá inerciální lokalizací člověka v uzavřeném prostoru s absencí technické infrastruktury. Disertant se primárně zaměřuje na využití geomagnetismu, zpracování dat z geomagnetického pole pro výsledné určení orientace v referenční soustavě prostoru. V práci je též pozornost věnována moderním technikám strojového učení určování pohybu z dat inerciálních jednotek.

Předložená práce je zaměřena do oblasti zpracování dat, vylepšování přesnosti stávajících metod lokalizace polohy a zdokonalování postupů pro jejich realizaci. Pro řešení disertant využívá standardní metody laboratorní práce vyznačující se experimentální činností pro získání dat a jejich zpracování. V práci jsou používány známé a dostupné technologické přístupy a metody.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a

k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Disertační práce se zabývá lokalizací člověka s využitím metod vhodných pro lokalizaci člověka při nouzovém zásahu v budově, např. hasičském.

Cíle práce jsou definovány na straně 34 ve znění: 1) Mapování geomagnetického pole a dopady nehomogenit na určování polohy v budovách, 2) Zlepšení stávajících metod pro zpracování dat sensorů a tvorba nových metod, např. metoda pohybu kostry nebo metoda GSM značek, 3) Průzkum stylů pohybu člověka a dopady těchto stylů na určení jeho pozice v budově se zahrnutím nestandardních stylů pohybů typických pro záchranné složky.

Uvedené vytýčené cíle práce byly splněny a jsou v disertační práci rekapitulovány v závěrech jednotlivých kapitol (č. 5, č.6 a č. 7) a celkově shrnuty v Závěru práce na straně 96 spolu s vědeckými přínosy práce.

Podle stanovených cílů přinesla disertační práce nové poznatky v oblasti metod uplatňovaných

pro lokalizaci člověka v uzavřené budově. Za podstatné přínosy k dalšímu rozvoji vědy lze v práci považovat především:

- Vyvinutá nová, rychlá a přesná metoda filtrace pro získání orientace v prostoru s využitím získaných dat z akcelerometru, gyroskopu a magnetometru.
- Bylo prokázáno, že metoda založená na geomagnetismu není optimální pro získání orientace v budově, a to především při delších trajektoriích pohybu.
- Bylo prokázáno, že pro odhad rychlosti bipedálního pohybu je výhodné využívat techniku strojového učení v porovnání s heuristickými metodami, lze dosáhnout téměř 5x vyšší přesnost odhadu.

Vyjádření k systematické, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

Vlastní práce je napsaná na 97 stranách a k tomu přehled použitých literárních zdrojů a odkazů na vlastní publikace, seznamy tabulek a obrázků, příloh, celkem na 118 stranách.

Práce je rozdělena na několik částí, hlavní části práce jsou vytvořeny kapitolami 5 až 7. V kapitole 2 je provedena analýza řešeného problému z obecnějšího pohledu vedoucí na využití inerciální metody určení polohy. Určení směru pohybu s využitím geomagnetického pole je věnována pozornost v kapitole 5. Kapitola 6 se věnuje vývoji algoritmů pro získání orientace ve 3D prostoru, kapitola 7 je zaměřena na metody určení rychlosti bipedálního pohybu. Simulace byly ověřeny měřeními dat v reálné budově.

Práce je doprovázena 142 odkazy na použitou literaturu a 6 odkazy na vlastní publikace. Práce je psána relativně přehledně, myšlenky jsou systematicky a logicky uspořádány, avšak s celou řadou formálních chyb a nedostatků, s řadou nevhodných češtinářských vyjádření, často slangových, konkrétněji uvedeno v připomínkách. Vytvořené grafy a tabulky v práci mají jednotný grafický charakter s drobnými formálními nedostatky.

Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Doktorand v práci uvedl odkazy na 6 uvedených vlastních publikací, přičemž 2 publikace byly uvedeny v časopise Sensors v roce 2020 a 2022. U všech uvedených publikací je disertant uveden jako hlavní autor. Zdá se, že všechny publikace mají přímý vztah k disertační práci.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Práce po odborné stránce naplnila podstatu disertační práce, vytýčené odborné cíle byly splněny, bylo dosaženo jistých poznatků posouvajících úroveň poznání v daném oboru.

Předložená práce představuje ucelené zpracování problematiky. V práci jsou naplněny všechny části požadované na práci tohoto typu, a proto ji hodnotím s dosaženými výsledky pozitivně. Doktorand prokázal v práci schopnosti samostatné vědecké práce a orientaci v dané problematice. Dosažené výsledky předurčují doktoranda k dalšímu úspěšnému rozvoji jeho osobnosti. Posuzovaná práce splňuje hlediska obecně uznávaných požadavků na disertační práci.

Práce však obsahuje celou řadou formálních chyb a nedostatků, které konkrétně uvádím v následujících připomínkách.

Připomínky formálního charakteru:

- Str. 7/Seznam symbolů a zkratk: Symboly a zkratky nepřehledně umístěny v jedné tabulce, FEL, ZČU, RICE do tabulky nenáleží, u symbolů nejsou uvedeny fyzikální rozměry, některé zkratky jsou vysvětleny v češtině (např. GSM apod.), některé v angličtině (např. UWB, WLAN apod.), v tabulce chybí celá řada symbolů použitých v textu.
- V práci se opakuje budoucí čas vyvolávající dojem, že práce bude teprve řešena, např. v úvodu „Těžištěm práce bude ...“, „...práce se bude věnovat...“ apod., str. 9/1. řádek, 11. řádek.

- Kostrbatá češtinářská vyjádření: „...práce bohužel nedokáže pojmut celé řešení na zmíněnou problematiku...“, str. 9/7. řádek.
- Použité slovo „pozicování“, např. str. 33: Otroický překlad z angličtiny. Je lepší použít české vyjádření, jako je „umístění“, „polohování“ apod.
- Str. 33/Cíle: Formulace „Tato textová práce si dává za cíl...“. Proč textová?
- Překlepy, jako např. str. 35: „výhodní“ místo „východní“.
- Str.37, str. 42: „Vertikalizace je více intenzivní...“. Další vytvořené slangové slovo.
- Slangové slovo „škála“
- Fyzikální rozměry: nejsou uváděny v textu u fyzikálních veličin, např. str. 37/rovnice (9).
- Nejednotně označované, resp. popisované dílčí obrázky: např. str. 44 a str. 46 jsou označeny „nahore, uprostřed, dole“. Str. 45 a str.47 jsou označeny (a), (b) s popisy u dílčích obrázků.
- Str. 56/velká písmena v textu: „...využijeme z Rovnice...“, přičemž v předchozím textu je počáteční písmeno u slova „rovnice“ malé.
- Str. 41/obr. 7: „Jížní“, překlep.
- Fyzikální rozměry s mezerou (str. 61/kap.6.2.1/3.řádek/ 36 cm) nebo bez mezery (3. řádek zdola 1mm).
- Rozměry fyzikálních veličin u grafů a tabulek nejednotně v kulatých (obr.15, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 28,29, Tab.8) nebo hranatých (obr. 17, Tab.7, 9, 10, 16, 17) závorkách.
- Desetinné tečky místo čárek (Tab. 16, Tab. 17).
- Str. 81/špatný zápis rozměru (není index)

Dotazy věcného charakteru:

- 1) Jaká je reprodukovatelnost výsledků určení polohy vyvinutou metodou?
- 2) Který původní vědecký přínos práce považuje doktorand za nejvýznamnější?
- 3) Předpokládám správně, že dosažené závěry práce se prakticky uplatní bezprostředně při řešení nějakého projektu nebo jinde v komerční praxi?

Doporučuji disertační práci k obhajobě
I recommend the dissertation for the defence

ano
 yes

x

ne
 no

Datum
Date

27.1.2023

Podpis oponenta:
Signature of opponent



POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Josef Justa

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informační technologie

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Lokalizace člověka v budově bez
infrastruktury

Školitel:

Supervisor

prof. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.

Oponent:

Opponent

doc. Ing. Patrik Kutílek, Ph.D.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Disertační práce je zaměřena na řešení specifických problémů lokalizace osob v budovách bez technické infrastruktury. Primárně jsou řešeny úlohy stanovení směru a rychlosti pohybu. Pro stanovení směru pohybu je testována metoda založená na využití geomagnetismu. Práce se dále zabývá měřením a zpracováním dat z gyroskopu, akcelerometru a magnetometru pro získání údajů o orientaci subjektu v prostoru. V poslední části práce je studován a diskutován přístup využití moderních technik strojového učení pro odhad rychlosti bipedálního pohybu z dat z vícero souběžně měřících inerciálních jednotek. Téma práce koresponduje s požadavky zaměření doktorské disertační práce do vědecko-výzkumné oblasti. Uvedené téma práce je velmi aktuální, což potvrzují i současné studie (například v mezinárodně uznávaných žurnálech jakými jsou: Sensors, Gait & posture), které se věnují výzkumu lokomoce člověka a vývoji systémů záznamu a kvantitativního hodnocení pohybu těla člověka v prostoru.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

První část práce obsahuje analýzu současného stavu poznání v oblasti technik a metod využívaných pro lokalizaci objektů v budově. Jedná se především o průzkum současných fyzikálních metod lokalizace. Student předpokládá, že žádná ze zmíněných technik a metod nemá pro řešení úlohy dokonalé řešení. Metody jsou kriticky zhodnoceny podle stanovených kritérií a s ohledem na předpokládanou aplikaci pro lokalizaci členů zásahu hasičských záchranných složek v budovách. Na rešeršní část navazuje kapitola stanovující cíle práce. Hlavní cíle práce jsou tři:

- návrh a testování mapování geomagnetického pole a dopady nehomogenit na pozicování v budovách,
- úpravy a tvorba metod pro zpracování dat z komerčně dostupných senzorů,
- průzkum stylů pohybů a využití těchto znalostí v určování pozice v budovách.

Na stanovené cíle navazují tři kapitoly v souladu se stanovenými hlavními cíli. Jedná se o kapitoly: 5. Magnetismus v budovách, 6. Jednotky pro určení rotace a 7. Odhad rychlosti bipedálního pohybu. Každá kapitola obsahuje návrhovou a experimentální část, a má na svém konci podrobnější shrnutí výsledků studie, včetně doporučení pro praxi. Poslední částí práce je nestandardně stručný závěr, který ale uvádí nejdůležitější přínosy disertační práce.

Ačkoliv je práce po odborné stránce na vyšší úrovni, postrádá oproti zavedeným zvyklostem samostatné části, mezi které patří stanovení vědeckých hypotéz a širší rozbor a srovnání nových výsledků práce se stávajícími poznatky v samostatné diskusní části. Určitým nedostatkem práce je také nejednotnost struktur kapitol 5., 6. a 7., ač se ve všech případech

jedná o kapitoly obsahující návrhovou, experimentální a hodnotící část. Uvedené je však pravděpodobně způsobeno většími rozdíly v tematickém zaměření jednotlivých kapitol.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Disertační práce obsahuje řadu nových poznatků především v kapitolách: 5. Magnetismus v budovách, 6. Jednotky pro určení rotace a 7. Odhad rychlosti bipedálního pohybu. Problém lokalizace je rozdělen na získání orientace a translace pohybu. V kapitole 5 bylo zjištěno, že geomagnetismus není optimální pro získání orientace objektu v budově, a to především při rozsáhlejší pohybu. Bohužel nebyl zjištěn jiný typ snadno měřitelného signálu, který by byl vhodný v úloze určení přesného horizontálního směru pohybu. V kapitole 6 byla představena nová, rychlejší a přesnější metoda filtrace pro získání orientace v prostoru, která využívá signály z akcelerometru, gyroskopu a magnetometru. Experimentálně student zjistil, že je metoda výpočetně rychlejší o přibližně 50 % než druhá nejrychlejší ve studii uvedená. V kapitole 7 je ukázána nová metoda odhadu translace pohybu, resp. odhadu rychlosti pohybu. Autor ukázal, že je vhodné využívat moderní techniky strojového učení oproti heuristickým metodám. To platí především pro složitější typy pohybu a běh. Dále autor ukázal, že je vhodné provádět souběžné měření více IMU senzory pro záznam pohybu. V uvedeném experimentu bylo dosaženo 5x vyšší přesnosti odhadu oproti heuristické metodě s IMU použitými v obuvi. Zlepšení přesnosti je dosaženo použitím hlubokého strojového učení v kombinaci s navrženou auto-enkodér architekturou. Inovativní část auto-enkodéru byl dekodér s parametrickými harmonickými funkcemi.

V závěru práce autor shrnuje naplnění cílů práce, přičemž v bodech, kde výsledky práce nevedou k pozitivním závěrům, tato zjištění interpretuje jako nová zjištění s doporučeními. Na základě uvedeného je možné konstatovat, že autor správně zvolil postup řešení práce, zvolené metody jsou adekvátní pro dosažení stanovených cílů. Současně autor popsal řadu metod a experimentálních postupů, na které je možné navázat v oblasti studia metod lokalizace objektů.

Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

Práce má celkem 97 stran, nepočítaje přílohy. Kapitoly mají logickou návaznost. Jako celek je práce psána přehledněji, odborně a převážně s dobrou grafickou a formální úrovní, čímž celkově působí jednotnějším dojmem. Použité zdroje a jejich citace v textu jsou adekvátní, přičemž jsou primárně využívány prameny z odborných zahraničních periodik. Odkazování se na literaturu a seznam použitých zdrojů je v souladu s požadovanou citační normou ISO 690. Po formální stránce je práce na požadované úrovni a vyhovující. Seznam zkratk napomáhá porozumění textu. Občasné překlepy v práci prezentovaného rozsahu jsou akceptovatelné. Určitým formálním nedostatkem je nevhodné zahájení kapitoly jiným způsobem než textem, jako je tomu např. u Tab.13 v kap. 7.1.3. či Obr. 26 v kap. 7.3.4.

Práce obsahuje analýzu současného stavu, student nicméně neuvedl způsob této analýzy, tj. použité databáze, metodu vyhledávání relevantních odborných zdrojů atp., což mírně snižuje kvalitu práce. Určitým nedostatkem je také neuvádění vědeckých hypotéz a chybějící detailnější diskuze nad výsledky práce a doporučení dalších postupů řešení v závěru práce. Závěrečná 8. kapitola je neobvykle stručná vzhledem k šíři řešené problematiky v práci.

Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Student publikoval výsledky práce ve dvou časopisech s IF a dále publikoval čtyři recenzované příspěvky. Výsledky prezentované v časopisech s IF jsou zaměřeny především na oblast zpracování dat kombinovaným měřením akcelerometry, magnetometry a gyroskopy.

Publikace prezentují výsledky práce studenta a souvisejí s obsahem disertační práce.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Práce odpovídá požadované vědecké a formální úrovni, a splňuje požadavky kladené na disertační práci. Ocenil bych především mezioborovost této práce a schopnost disertanta pojmout komplexní a samostatný přístup k plnění vědecko-výzkumných cílů. Z uvedených důvodů práce, dle mého názoru, splňuje požadavky kladené na disertační práci, a proto doporučuji její přijetí k obhajobě, a po jejím úspěšném ukončení doporučuji autorovi Ing. Josef Justovi udělit vědecký titul Ph.D.

Na studenta mám tyto dotazy:

- 1) Využíváte IMU pro stanovení rychlosti pohybu, ale v praxi je důležitější určení okamžité polohy osoby v prostoru. Jakou předpokládáte přesnost určení polohy za předpokladu využití v práci představených postupů měření a zpracování dat?
- 2) Jaké je nejvhodnější umístění IMU na těle pro určení polohy osoby v budově za předpokladu použití pouze jedné IMU?
- 3) Umožňuje navržená metoda strojového učení, či jiné Vámi navržené metody, určování podrobných informací o charakteristikách pohybů subjektu a přesné určení jeho okamžité polohy za předpokladu komplexnějších pohybů, jako je chůze po žebříku, po kolenou, plazení, atp.? S těmito pohyby se během zásahů IZS často setkáváme.

Doporučuji disertační práci k obhajobě

I recommend the dissertation for the defence

ano yes	x	ne no
------------	---	----------

Datum

Date

2.11.2022

Podpis oponenta:

Signature of opponent
