ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Pokročilé metody lokalizace pozemních robotů za pomoci WiFi signálu.**
Jméno autora:	**Michal Jirků**
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Michal Reinštein, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **náročnější**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Bakalářská práce se zabývá problematikou lokalizace mobilního robota vyvinutého v rámci projektu EU FP7-ICT-609763 TRADR (http://www.tradr-project.eu/). Cílem práce bylo navrhnout, implementovat a experimentálně ověřit lokalizační systém využívající kromě jiné senzorické výbavy robota primárně WiFi signál. Zadání hodnotím jako náročné, jelikož vyžadovalo funkčnost lokalizace plně ve 3D, tedy 6DOF, experimentální část byla proto časově náročná a vyžadovala dobré plánování.

Splnění zadání **splněno**

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.

Vzhledem k prezentovaným výsledkům lze konstatovat, že student splnil zadání v plné míře. Student nad rámec zadání implementoval několik variant možného řešení, které experimentálně vzájemně porovnal a vyhodnotil.

Aktivita a samostatnost při zpracování práce **A - výborně**

Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.

Student práci na projektu započal již v rámci individuálního projektu a letní brigády, kdy si nastudoval odbornou literaturu, seznámil se robotickou platformou a její senzorickou výbavou, provedl první experimenty. Student byl během řešení nadstandardně aktivní, díky čemuž se podařilo publikovat průběžné výsledky na konferenci *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 2016*. Student výsledky práce sám na konferenci prezentoval.

Odborná úroveň **A - výborně**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Implementované metody, konkrétně využití Gaussovských procesů pro modelování WiFi signálu ve 3D a částicový filtr určený k lokalizaci robota, odpovídají současnému stavu poznání v této oblasti, proto hodnotím odbornou úroveň jako vysokou. Student důkladně prozkoumal současný stav a vybrané nejvhodnější metody implementoval. Implementaci důkladně ověřil na robotické platformě. Díky tomu je i jedním z přínosů nejen vlastní práce na algoritmech, ale i tvorba datasetu a metodika jeho tvorby. V předposlední kapitole rovněž student náležitě hodnotí možnosti případného vylepšení do budoucna, které již byly z časových důvodů nad rámec bakalářské práce. Jediná výtka směřuje k experimentální části, kde chybí komentář k výpočetní náročnosti navrhovaného řešení.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **A - výborně**

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

Rozsah, struktura i jazyková úroveň práce odpovídá současným požadavkům. Rozsah práce se pohybuje spíše na horní hranici, což je dáno větším množstvím grafů a vizualizací. Práce je napsána v angličtině a odpovídá jazykové úrovni studenta bakalářského studia. Práce obsahuje úvod do problematiky a popis současného stavu poznání, popis metodologie a postupu při sběru dat, popis vlastní implementace, experimentální vyhodnocení, na konci diskusi a závěrečné zhodnocení. Obsah i forma prezentovaných výsledků působí věrohodně. Zhruba třetina práce je věnována samotnému experimentálnímu ověření porovnávaných algoritmů – některé části mohly být spíše součástí přílohy.

Výběr zdrojů, korektnost citací **A - výborně**

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.

Bakalářská práce obsahuje celkem 26 referencí na odborné publikace, knihy či jiné veřejně dostupné zdroje, které autor cituje či parafrázuje. Důležitou referencí je především publikace, jejíž je student prvním autorem a která shrnuje průběžné výsledky. Student již první větou v úvodní kapitole korektně zmiňuje, že bakalářská práce z této publikace vychází a rozšiřuje ji.

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.

V průběhu řešení bakalářské práce jsem velmi ocenil svědomitost a pečlivost studenta, také pak pravidelné konzultace, na které docházel vždy připraven.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Celkově hodnotím výsledné řešení výborně. Díky aktivitě studenta a ochotě pracovat na výzkumném projektu se podařilo průběžné výsledky publikovat na robotické konferenci: *Jirků, Michal, Vladimír Kubelka, and Michal Reinstein. "WiFi localization in 3D." Intelligent Robots and Systems (IROS), 2016 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2016.*

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

Datum: 9.6.2017 Podpis:

Posudek oponenta bakalářské práce

Autor práce:	Michal Jirků
Název tématu:	Pokročilé metody lokalizace pozemních robotů za pomoci WiFi signálu
Vypracoval:	Ing. Pavel Krsek, Ph.D.
Pracoviště:	ČVUT CIIRC, oddělení: Robotika a strojové vnímání (RMP)

Tato práce se zabývá lokalizací mobilního robotu s pomocí signálu Wi-Fi. Robot je vybaven systémem pro určování polohy na základě údajů z inerciální měřicí jednotky (IMU) a odometrie. Odhad polohy je zpřesňován pomocí měření síly signálu Wi-Fi vysílačů běžně přítomných v okolí. Pro využití Wi-Fi vysílačů je nutné nejdříve provést mapování oblasti pohybu. Pro mapování síly signálu jsou použity Gaussovské procesy a pro odhad polohy pak metody „particle filtering".

Práce seznamuje čtenáře se základními algoritmy využitými při realizaci systému. Přehledně je popsán celý postup mapování i lokalizace robotu. Významná část práce je věnována provedeným experimentům a jejich vyhodnocení. Na základě 13 jízd v období cca jednoho roku bylo sestaveno 5 map síly signálu a na nich vyhodnoceno 9 testovacích jízd. Tím byla dokumentována funkčnost lokalizace i za podmínek měnící se situace z hlediska Wi-Fi vysílačů.

Text je napsán v Anglickém jazyce. Autor v práci srozumitelně popisuje zadané téma. Struktura práce odpovídá postupu výkladu a je přehledná. Grafická úprava i jazyk jsou na dobré úrovní a nemám k nim žádné připomínky. V práci jsou citovány relevantní zdroje. Autor použité zdroje v textu správně cituje.

K obsahu předložené práce mám následující otázky:

1. Je při odhadování polohy použita apriorní informace o pozici v ose z? Pokud ano, jakým způsobem je do procesu začleněna?
2. Je použito cyklické vlastnosti úhlu při výpočtu chyby pro úhel „yaw"?

Podle mého názoru bylo zadání bakalářské práce splněno. Práce odpovídá svým rozsahem bakalářské práci. Jsem přesvědčen, že tato práce splňuje všechny požadavky kladené na bakalářskou práci. Autor prokázal odpovídající znalosti v oboru i svojí schopnost řešit odborné problémy. Na základě uvedených skutečností **doporučuji** tuto práci k obhajobě a hodnotím ji známkou **A (výborně)**.

V Praze dne 9. 6. 2017

.....

Ing. Pavel Krsek, Ph.D.
oponent BP