

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Lokalizace bezpilotní helikoptéry v neznámém prostředí pomocí palubních senzorů
Jméno autora:	Bc. Matěj Petrlík
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Martin Saska, Dr. rer. nat.
Pracoviště vedoucího práce:	Skupina Multi-robotických systémů, FEL, ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
Zadaný úkol vyžadoval relativně velký rozsah práce ve vývoji a experimentální verifikaci. Také množství potřebných znalostí, zahrnujících řízení helikoptéry, zpracování senzorických dat, estimaci stavu helikoptéry a práci se systémem ROS a simulačním prostředím Gazebo, bylo velké.	
Splnění zadání	splněno
Zadání bylo bez výhrad splněno. Experimentální část práce byla navíc nad rámec zadání rozšířena o reálné experimenty, které prokázaly funkcionality navrhovaného řešení, což vyžadovalo výrazné množství dodatečné práce.	
Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
Student na problému pracoval samostatně v průběhu celého roku a aktivně se podílel na chodu laboratoře multirobotických systémů. Student proaktivně přistupoval k řešení všech bodů zadání a samostatně navrhl a modifikoval simulátor a reálnou platformu pro provedení prezentovaných experimentů.	
Odborná úroveň	A - výborně
Odbornou úroveň práce hodnotím výborně. Student vhodně zkombinoval state-of-the-art přístupy pro vyřešení zadaného úkolu.	
Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
Jazyková a formální úroveň práce je velmi dobrá. Přestože se v textu vyskytuje malé množství překlepů a gramatických chyb, práce je čitavá a zajímavá pro robotickou komunitu.	
Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
Použitá literatura je citována korektně. Student si sám dohledal a nastudoval problematiku. Pro případnou publikaci výsledků práce bude nutné seznam literatury aktualizovat a zaměřit se na články vydané v poslední době, které řeší lokalizaci a navigaci bezpilotních prostředků v prostředí bez GPS.	
Další komentáře a hodnocení	
Student během studia nad rámec své diplomové práce dále přispěl k výzkumu prováděném na katedře kybernetiky a stal se spoluautorem několika publikací, které jsou v příjímacím procesu:	
[1] V. Spurny, M. Petrlík, V. Vonasek, and M. Saska, "Sampling-based motion planning algorithm for cooperative transport of large objects by multiple unmanned aerial systems" International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2018, (Submitted to IROS 2018).	
[2] M. Pecka, K. Zimmermann, M. Petrlík, and T. Svoboda, "Data-driven policy transfer with imprecise perception simulation" 2018, (Submitted to IROS 2018 with RAL option).	
[3] P. Stepan, T. Krajník, M. Petrlík, and M. Saska, "Vision techniques for on-board detection, following and mapping of	

“moving targets” Journal of Field Robotics, 2017, (Submitted to the special issue on “MBZIRC 2017 - Challenges in Autonomous Field Robotics”).

Dále student byl také významným členem vítězného týmu FEL v soutěži autonomních helikoptér MBZIRC 2017.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Výsledky dosažené v předložené práci hodnotím jako nadstandardní. Student prokázal schopnost navrhnout komplexní systém, rádně je otestovat v simulacích a sám provedl komplikované experimenty s reálnou helikoptérou v rozsahu, který dosud není běžný ani ve většině velkých vědeckých týmů. Nad rámec své práce přispíval do několika dalších projektů, asistoval ostatním studentům s experimenty a pomáhal s publikacemi.

Předloženou závěrečnou práci proto hodnotím klasifikačním stupněm A - výborně.

Datum: 13.června 2018

Podpis:

Posudek oponenta diplomové práce
“Onboard Localization of an Unmanned Aerial
Vehicle in an Unknown Environment”

Autor práce: Matěj Petrlík
Oponent: Ing. Tomáš Krajník, Ph.D.

Cílem předložené práce je realizace a experimentální ověření lokalizačního systému pro multirotorový létající robot (UAV). Zamýšleným operačním prostředem robotu jsou členité exteriéry a interiéry s hustým výskytem překážek (les, vnitřek historických budov), ve kterých je použití GPS problematické. Základem metody je algoritmus, který dokáže odhadovat pozici UAV na základě dat z levného a lehkého laserového dálkoměru.

Díky dobré struktuře a velmi dobré jazykové úrovni je práce velmi dobře čitelná a je z ní zřejmé, že diplomant při jejím řešení postupoval velmi systematicky a cílevědomě. Namísto obsáhlého přehledu existujících přístupů autor vybírá menší množství nejvíce relevantních metod a princip jejich funkce popisuje do detailu, podrobně diskutuje jejich výhody a nevýhody a poté uvádí, jak jejich klíčové ideje zkombinoval do fungujícího systému. Poté popisuje UAV, pro které je systém určen a pokračuje popisem implementovaného algoritmu, který je předmětem práce, a jeho integrace do řídícího systému UAV. Dále popisuje experimenty provedené v realistickém simulátoru a v reálném prostředí. V závěru práce systém zhodnotí, shrne výsledky a diskutuje možné další rozšíření systému.

V práci jsem zaznamenal dva drobné nedostatky. Prvním je experimentální zhodnocení přesnosti lokalizace. To sice popisuje výsledky testů implementované metody a jejích dřílčích fází, ale neprovádí žádné porovnání vůči jiným metodám založeným na zpracování laserových dat. Způsob výpočtu chyby pozice UAV navíc není zcela v souladu s tím, jak se vyhodnocují algoritmy současné lokalizace a mapování. Pokud by autor použil zavedené metodiky, chyba lokalizace implementovaného systému by byla mnohem menší. Druhým nedostatkem je drobná chyba notace v kapitole 5.3, kde autor začíná popisem UAV jako spojitého systému, ale poté přechází na popis diskrétní, což je mírně matoucí.

Práce dokumentuje inženýrský přístup studenta k danému problému a je z ní patrné, že problematice porozuměl a že výsledný systém významně zvyšuje schopnost UAV operovat v zamýšlených prostředích. Kromě vlastní lokalizace dokáže uvedený systém také vytvářet mapy operačního prostředí a především vybavuje UAV schopností autonomní navigace v neznámém prostředí. Práce je napsaná v anglickém jazyce, což značně zvyšuje možnost jejího využití komu-

nitou zabývající se obdobnou problematikou. V průběhu řešení práce student navíc přispěl k několika publikacím [1, 2]. Cíle práce tak byly nejen splněny, ale ve značné míře překonány. Přes výše uvedené drobné nedostatky tak navrhuji práci klasifikovat známkou

A - výborně.

Diplomanta bych se rád zeptal na chybu jeho metody (experiment v kapitole 6.4), pokud se vyloučí nepřesnost počátečního natočení UAV.

Lady Elliot Island, Commonwealth territories,
dne 03.06.2018

Tomáš Krajiník
katedra počítačů

Reference

- [1] *Sampling-based Motion Planning Algorithm for Cooperative Transport of Large Objects by Multiple Unmanned Aerial Systems*, 2018, (Submitted to IROS 2018 with RAL option).
- [2] *Data-driven Policy Transfer with Imprecise Perception Simulation*, 2018, (Submitted to IROS 2018 with RAL option).