

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Escape Behaviour in Self-localised Swarms of Micro Aerial Vehicles
Jméno autora:	Filip Novák
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra Kybernetiky
Vedoucí práce:	Ing. Martin Saska, Dr. rer. nat.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra Kybernetiky; Multi-robotické systémy

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **mimořádně náročné**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Zadání bylo značně náročné, jelikož vyžadovalo nejen implementaci rojového a únikového chování, ale taktéž pochopení architektury robotické platformy skupiny MRS a systému a jejich subsystémů pro přípravu experimentů v reálním prostředí.

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.

Student splnil zadání ve všech bodech a účinnost implementace ověřil reálnými experimenty. Únikové chování bezpilotních helikptér v kombinaci s rojovým modelem Boids student testoval s využitím experimentálního relativně lokalizačního systému UVDAR na báze blikajících UV světél a specializovaného počítačového vidění. Student rovněž testoval dvě metody propagace informace o jednotce v roli predátora – přímým přenosem informace přes síť WiFi a změnou frekvence blikání lokalizačního systému UVDAR.

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 samostatně tvůrčí práce.

Student pracoval samostatně, s využitím citované literatury. Kromě samotné rešerše a implementace navrženého systému po softvérové stránce, student připravil i reálný robotický systém pro finální experiment v značné časové tísní způsobené karanténou v pandemii COVID-19.

Odborná úroveň **A - výborně**

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

Student využil citované literatury a specializovaných zdrojů skupiny MRS v přiměřené míře, čehož důkazem je úspěšná implementace systému. Výsledky práce ve formě simulací a reálných experimentů byly důkladně a přehledně zdokumentovány po kvalitativní a kvantitativní stránce.

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

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

Student psal práci v anglickém jazyce. K jazykové stránce nemám žádné výhrady. Rozsah práce a její formální provedení rovněž splňují mé očekávání.

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.

Zdroje jsou citovány korektně a v přiměřeném množství. Nemám po této stránce žádné výhrady

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.

Student úspěšně převzal teoretický popis rojového a únikového chování a převedl ho až k reálním experimentům v terénu na robotických platformách skupiny MRS s využitím experimentálního senzoru UVDAR. Tímto student dokázal že je v plné míře schopen praktické inženýrské činnosti.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Student byl schopen samostatně implementovat rojové chování v kombinaci s únikovým chováním na bezpilotních helikoptérách skupiny MRS. Student musel pochopit několik článků a projevit kreativitu při úpravě přístupů pro použití unikátní lokalizační metody. Výsledná implementace byla testována nejen v simulaci, ale rovněž v reálných experimentech s až pěti UAV, které byly velmi impozantní. Výsledná práce a experimenty přesahují současný stav poznání v oboru a v současné době se připravuje časopisecká publikace výsledků.

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

Datum: 28.8.2020

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Escape Behaviour in Self-localised Swarms of Micro Aerial Vehicles
Jméno autora:	Filip Novák
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Michal Zajačik
Pracoviště oponenta práce:	Katedra počítačů - AIC

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Jedná se o náročnější zadání, které klade důraz jak na teoretickou část, tak na to, aby byla teorie verifikována pomocí přesné simulace, ideálně pak i se skutečnými multirotorovými helikoptéry.	

Splnění zadání	splněno
<i>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.</i>	
Zadání bylo splněno v plném rozsahu, oceňuji realizaci reálného experimentu se 4 stroji.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup prací byl správný a v souladu se zadáním. Nejdříve byl předložen teoretický základ, který byl ověřen pomocí prvních testů v Gazebo simulátoru. Na základě výsledků jsou popsány algoritmy modifikovány a je tak zajištěna jejich funkčnost. Následuje sběr dat jak v simulaci, tak v reálném prostředí, včetně jejich důkladného vyhodnocení.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Student prokázal výbornou orientaci v složitém ekosystému softwarové řídicí platformy, kterou skupina MRS využívá. Student nastudoval, modifikoval a implementoval algoritmus řízení roje UAV pomocí modelu Boids. Modifikovaná verze je porovnána spolu s verzí původní a demonstruje tak dosažení citelného zlepšení způsobu úniku roje před útočником. V práci jsou otestovány a důkladně rozebrány různé možnosti propagace informace o poloze útočnicka rojem (vidí všichni členové roje vs. vidí jen jeden) spolu s tím, jestli je nebo není povolena komunikace ohledně únikového stavu jednotlivých členů roje. Práce zohledňuje i překážky v prostředí, jako jsou stromy, budovy atd. Dále je nastíněn problém vzájemné lokalizace, pro GPS denied prostředí je nasazen systém počítačového vidění UV majáků UVDAR. Jediné co postrádám je bližší popis implementace a alespoň orientační popis základové platformy systému - ROSu, který skupina MRS využívá.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Po formální stránce práce splňuje všechny náležitosti. Obsahuje abstrakt, závěr a je vhodně členěná do kapitol. Práce je psaná v anglickém jazyce, kterému se dá bez problémů rozumět. Obsahuje minimum překlepů a chyb.	

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.

Student vybral relevantní zdroje, které vždy korektně citoval.

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.

Dosažené výsledky jsou dobře a srozumitelně prezentovány zejména pomocí grafů. Nicméně grafy vzdáleností mezi jednotlivými členy roje, či vzdáleností od překážek jsou nepřehledné, když se snaží zobrazit všechny vzdálenosti najednou.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Student nastudoval, modifikoval a implementoval algoritmus řízení roje UAV pomocí modelu Boids. Původní i modifikovaný algoritmus v souladu se zadáním důkladně otestoval nejprve v simulačním prostředí Gazebo, poté svou verzi otestoval i na reálných strojích. Student přehledně interpretoval výsledky experimentů různých kombinací vlastností roje (s komunikací únikového stavu i bez, všichni vidí útočnicka vs vidí pouze jeden člen roje atd.) a dále porovnal původní Boids model se svou modifikovanou verzí. Výsledkem práce je otestovaný a funkční algoritmus řízení úniku roje před útočnickem i v prostředí obsahujícím překážky.

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

Navrhuji položit při obhajobě tyto otázky:

1. Co je ROS, z čeho se skládá a jak funguje? Stačí jen obecně.
2. Jakým způsobem jste začlenil svůj kód do tohoto systému?

Datum: 21/08/2020

Podpis: