

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Motion planning for team of Unmanned Aerial Vehicles with flight time constraint and Dubins vehicle model
Jméno autora:	David Zahrádka
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Robert Pěnička
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání práce bylo určitě náročnější. Vyžadovalo nastudování metody řešení problémů kombinatorické optimalizace plánování cest pro tým bezpilotních prostředků přes více cílů s omezením délky letu, tzv. Team Orienteering Problem (TOP). Dále bylo za úkol implementovat vybranou metodu řešení Euklidovského TOP a rozšířit ji na řešení problému s uvažovaným modelem Dubinsova vozítka DTOP představující aproximaci modelu bezpilotního prostředku. Nakonec byl pro uvažované plánování sběru dat rozšířen problém o možnost sběru dat z kruhového okolí zadaných cílů, tzv. Dubins Team Orienteering Problem with Neighborhoods (DTOPN). Takto rozšířený problém vyžadoval jak řešení NP těžkého kombinatorického problému TOP, tak i nutnost spojitě optimalizace pro nalezení směru a pozice Dubinsova vozítka v okolí navštívených cílů.</p>	

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>	
<p>Zadání bylo splněno ve všech bodech. Student implementoval heuristiku Greedy Randomised Adaptive Search Procedure na řešení TOP a rozšířil ji o řešení hledání cest pro Dubinsovo vozítko navzorkováním směru letu v zadaných cílech. Dále taktéž rovnoměrným navzorkováním kruhového okolí cílů rozšířil algoritmus na řešení DTOPN. Navrženou metodu řádně otestoval na existujících instancích problému TOP z literatury a ukázal vliv klíčových parametrů na kvalitu řešení. Součástí práce bylo i experimentální ověření na reálném bezpilotním prostředku.</p>	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
<i>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.</i>	
<p>Student byl samostatný, aktivní a účastnil se pravidelných konzultací. Navíc byl při řešení zadaného problému iniciativní a sám dohledával potřebné literární prameny a navrhoval způsoby řešení dílčích problémů.</p>	

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>	
<p>Navržená metoda řešící DTOPN problém vychází z širokého nastudování problematiky plánování cest TOP a vybrání algoritmu který umožňuje rozšíření na řešení problému pro Dubinsovo vozítko a s okolím zadaných cílů. Rozšíření na DTOPN pak využívá vzorkování spojitě optimalizačního problému nalezení vhodného směru Dubinsova vozítka a pozice navštívení v okolí zadaných cílů. Navržený algoritmus a řešený problém jsou řádně představeny a experimentálně ověřeny. Odbornou úroveň bakalářské práce hodnotím jako výbornou, zvláště díky obsáhlému nastudování relevantní literatury a také díky širokému experimentálnímu ověření navržené metody.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

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

Jazyková a formální úroveň práce je výborná. Práce je napsána dobře čitelnou a korektní angličtinou a svým rozsahem je na bakalářskou práci určitě dostačující.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.

Celkový počet 67 citací je u bakalářské práce velice pozitivní a všechny citace jsou korektní podle zvyklostí. Navíc velice rozsáhlá kapitola 2 o příbuzných problémech a metodách jejich řešení svědčí o rozsáhlém nastudování relevantních zdrojů, které si student sám dohledal.

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.

Navržený algoritmus plánování cest byl řádně ověřen na dostupných datasetech. Bohužel experiment průletu nalezených bezkolizních trajektorií s reálnými helikoptéry byl pokážen spínáním bezpečnostního systému vyhýbání kolizí, který zpomalil použitou skupinu helikoptér hned po startu. Toto zpomalení pak vedlo k odchylce od naplánovaných trajektorií. Navržené algoritmy je v plánu prezentovat na mezinárodní konferenci po menších úpravách zahrnující například vylepšení experimentálního ověření metod na reálných helikoptérech.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Bakalářskou práci hodnotím jako velice zdařilou. Zadání práce bylo přiměřeně náročné a vyžadovalo široké nastudování řešené problematiky. Student projevilschopnost samostatné práce a tvůrčí činnosti a splnil všechny body zadání. Navržené řešení nového a složitého optimalizačního problému hledání cest pro více bezpilotní prostředků bylo řádně experimentálně ověřeno na dostupných datasetech a byl ukázán reálný experiment průletu naplánovaných trajektorií. Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm A - výborně.

Datum: 08/06/2018

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Motion planning for team of Unmanned Aerial Vehicles with flight time constraint and Dubins vehicle model
Jméno autora:	David Zahrádka
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Antonín Novák
Pracoviště oponenta práce:	Katedra řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce představuje návrh algoritmu pro řešení netriviálního kombinatorického problému obsahující aspekty nelineární optimalizace.	

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>	
Práce plně splňuje všechny body zadání.	

Zvolený postup řešení	A - výborně
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolená metaheuristika GRASP je vhodná k řešení daného typu problému obsahující složité podmínky typu Dubinsovy manévry a okolí, které jinak komplikují řešení klasické kombinatorické úlohy.	

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 dobře zavedl studovaný problém. Navržená metoda je v rámci rozsahu práce na dobré úrovni. Experimentální vyhodnocení je až na drobnosti na pečlivě provedeno. Oceňuji porovnání implementace na nejbližším příbuzném existujícím problému na veřejných benchmarkových instancích. Na druhou stranu musím vytokout absenci uvedení použitého výpočetního hardwaru, což znesnadňuje ostatním porovnání s touto prací. Je také žádoucí pro algoritmy se stochastikou složkou uvádět i rozptyly měřených veličin jako je doba výpočtu a dosažené kritérium, což ve vyhodnocení chybí. Provedený reálný experiment jasně nedemonstruje výhody modelu DTOPN a navrženého algoritmu. Např. z hodnot v Tabulce 13. není zřejmé, jestli se jedná o hodnoty spočítané, nebo "naměřené" při realizaci trajektorií. Dále by ve variantách modelu bez okolí by bylo férovné srovnání započítávat i reward bodů, které na trajektorii sice neleží, ale jsou v jejím okolí.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

Posud'te správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posud'te typografickou a jazykovou stránku.

Práce splňuje běžné formální nároky. Text lze až na drobné výjimky dobře číst. Na pár místech dochází ke konfliktu používané notace či nesprávnému použití matematického značení. Tyto nemají ovšem vliv na celkové porozumění a správnost.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posud'te, 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 dobře pracuje s příbuznou literaturou. Správně zasazuje svoji práci do kontextu příbuzného výzkumu. Použití a množství citací je adekvátní dle běžných zvyklostí.

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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Předložená práce splňuje požadavky kladené na kvalitní závěrečné práce. Student prokázal, že se orientuje v příbuzné literatuře a řešený problém je dobře zasazen v kontextu současných prací. Navržená metoda je pro řešení problému je dle mého názoru vhodná a její výkon je přiměřený cílové aplikaci. Experimenty jsou navrženy dobře, ale více statistických údajů by přineslo lepší vhléd do výkonu a chování algoritmu. Musím oceňit snahu provést experimenty na reálných instancích.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm A - výborně.

Otázky k obhajobě:

- 1) Hodnoty v tabulce 13. z reálného jsou spočítané nebo "změřené"? S jakým kritériem vychází řešení z modelu TOP pokud se vyčíslí jako TOPN?
- 2) Z např. Obrázku 4. vidíme, že doby běhu algoritmu pro vyšší hodnoty Dubins resolution jsou poměrně vysoké. Můžete poskytnout vhléd, jak se vyvíjí kritériální hodnota nejlepšího řešení v čase během výpočtu (např. rychlý nárůst brzo a poté stagnace do nastání ukončovací podmínky)?
- 3) Proč je v Tabulce 1. občas kritérium ve sloupci FPR lepší než FPR10? Jednalo se o nezávislé běhy? Jaký je rozptyl hodnot dosažených kritérií v případě FPR10?

- 4) Optimální řešení pro vaši úlohu je velmi složité získat, ovšem častokrát lze najít alespoň upper bound na optimální kritérium (při maximalizaci) pro odhad toho, jak kvalitních řešení algoritmus dosahuje. Navrhnul byste nějakou metodu výpočtu či odhadu upper boundu pro DTOPN?

Datum: 08. 06. 2018

Podpis:

