ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Prediktivní řízení a stabilizace formace helikoptér pro filmování v šeru**
Jméno autora:	**Vít Krátký**
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	doc. Ing. Jan Faigl, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra počítačů

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **náročnější**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Cílem práce je formulace optimalizační úlohy pro tříbodovou techniku osvětlení scény s využitím vzdušných bezpilotních prostředků. Zadání práce vyžaduje nastudování nejen samotné techniky, ale požadované metody prediktivního řízení (Model Predictive Control – MPC) a zejména pak omezení vyplývající z reálných vlastností použitých vzdušných prostředků. Proto hodnotím zadání jako náročnější.

Splnění zadání **splněno s většími výhradami**

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.

Cílem zadání je formulace úlohy pro filmování objektů, implementace metody vyhýbání se překážkám a rozšíření metody pro filmování 3D objektů. Z textu práce není zcela jasné, jakým způsobem je zajištěno reálné snímání překážek. Dále v textu práce autor zmiňuje (část 6.2), že existují metody, které jsou schopny uvažovat překážky libovolného tvaru. Bohužel však neuvádí žádnou referenci na takové metody. Tvrzení mi přijde poněkud odvážné, zvláště pokud jsou překážky definované křivkou libovolného tvaru. Osobně považuji za vhodnější zvolit reprezentaci překážek jako množinu disků nebo množinu úseček. Další obecně používanou technikou jak pro 2D tak zejména pro 3D, kterou v práci uvedená reprezentace nepostihuje, je trojúhelníková mřížka nebo přímé použití mračna bodů, např. s využitím knihovny FCL (Flexible Collision Library). Vlastnímu řešení vyhýbání se překážkám je věnována pouze část 6.2 na půlku stránky 20. Navíc s odkazem na jakousi segmentovanou mapu, kterou autor v práci dále nediskutuje. V návrhu MPC sice vystupuje vzdálenost v optimalizační funkci, ale kromě části 6.2 práce neobsahuje další diskusi, jak jsou reálně překážky detekovány a jakým způsobem se počítá nejkratší vzdálenost. Název práce je stabilizace formace, v práci jsem však diskusi stabilního chování navržených metod řízení formace nenašel. Proto mám k splnění zadání výhrady.

Zvolený postup řešení **správný**

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Vlastní postup návrhu řešení je předepsán zadáním, tj. formulovat úlohu jako MPC. Na základě struktury textu mohu hodnotit zvolný přístup založený na první realizaci a ověření systému v simulátoru a následné přenesení na reálné roboty, což je obecně správný přístup při řešení robotické úlohy. Experimenty však byly použity v omezeném scénáři průletu předem připravených trajektorií a tak vlastně řešení formulované úlohy testují pouze částečně a spíše jsou zaměřeny na ověření použitých modelů a identifikovaných parametrů, než na vlastní metodu navrženou v bakalářské práci.

Odborná úroveň **E - dostatečně**

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

Text práce je velmi obtížně čitelný, přestože formálně obsahuje všechny očekávané části: jako jsou přehled

existujících přístupů, definice problému, úvod do jednotlivých metod a pak části věnující se stabilizaci formace. Přehled existujících přístupů je velmi stručný a v podstatě se redukuje jen na seznam publikací vzniklých na řešitelském pracovišti bez výrazné přidané hodnoty. Část věnovanou definici problému považuji za nedostatečnou. Vzhledem k tomu, že již v zadání je předepsána metoda MPC a také vzdušné prostředky, očekával bych spíše formální definici základního optimalizačního kritéria. Z textu práce není jasné, co vlastně znamená vyřešení úlohy a za jakých podmínek je úloha považována za vyřešenou. V dalším textu se pracuje s jednotlivými řídicími veličinami, u kterých postrádám názorný diagram a zavedení os souřadných systémů. Až z dalšího textu je možné odhadovat, co které úhly znamenají. Z textu práce také není zcela jasné, kdy student předpokládá použití kamerového stabilizátoru a kdy nikoliv. Z části s výsledky pak uvádí použití fixně upevněné kamery. Popis tak působí zmatečně. Uvedené rovnice optimalizačních funkcí jsou sice dlouhé, ale o jejich dalším využití si dovoluji silně pochybovat. S ohledem na chybějící definici jednotlivých proměnných a jejich vztahu k souřadným systémům (robotu a kamery) je interpretace náročná. Domnívám se, že v existující literatuře lze najít příklad mnohem čtivějších návrhů a popisů. Za zásadní nedostatek považuji naprosto chybějící diskusi stabilního chování navržených regulátorů. V textu autor hojně používá spojení, že nějaká část optimalizační funkce zajišťuje nějakou očekávanou vlastnost. Je to však spíše souhra parametrů a vlastností konkrétní instance problému. Diskuse úplnosti algoritmu v práci chybí a autor též nezmiňuje co a jak se stane, když není řešení s požadovanými parametry nalezeno. Proto hodnotím odbornou úroveň dostatečně.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **C - dobře**

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

Text práce je psán v angličtině na relativně dobré úrovni s ohledem na předpokládanou zkušenost autora s delším textem. Chybějící členy nebo naopak členy navíc lze prominout. Na druhé straně text obsahuje celou řadu rovnic, které mají velmi podobné schéma a opakující se části. Domnívám se, že zobecnění zápisu a zavedení funkcí pro minimální vzdálenost robotu k překážkám nebo jiným robotům s uvažováním bezpečnostnísch poloměrů (které nejsou mimo jiné řádně popsány a zavedeny) by zvýšilo nejen přehlednost, ale také srozumitelnost. Práci by zcela jistě prospěla tabulka s použitou notací. V textu je několik nešťastných formulací, které snižuji srozumitelnost a přínos textu, např. ani při opakovaném čtení jsem nebyl schopen pochopit odstavec pod rovnicí (22). Práce obsahuje drobné překlepy v téčkách a čárka v rovnicích, např. strana 17. Také považuji za zavádějící uvádět, že použité konstanty jsou popsány v tabulce 1 a 2, ve kterých jsou pouze hodnoty jednotlivých parametrů. Jinak nadpis tabulky se zpravidla umisťuje nad tabulku. Student zaměňuje pojmy experiment a simulace. V robotice je zpravidla zvykem označovat experimentální výsledky jako výsledky, které byly ověřeny s reálnými roboty.

Výběr zdrojů, korektnost citací **C - dobře**

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.

Práce obsahuje celou řadu referencí, ovšem pouze několik málo referencí je korektně citováno. Většina konferenčních příspěvků je uvedena bez čísla stránek ve sborníku. U reference [36] není zřejmé, že se jedná o Workshop či nikoliv. S ohledem na termín odevzdání práce předpokládám, že v době finalizace práce už bylo známo, zdali byl příspěvek přijat či nikoliv. Uvedení „expected“ je matoucí a není jasné, zdali se jedná o přijatý článek, který bude publikován , nebo o článek v přípravě či recenzním řízení.

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.

Z popisu reálného experimentu není zřejmé co přesně a jak se testovalo. Jaký byl význam reálného experimentu

a jaký přínos má pro ověření navržené stabilizace formace, když jsou roboty řízeny podél předem připravených trajektorií. Dále je matoucí, jakým způsobem je zajištěna vzájemná vzdálenost robotů a robotů od překážek. Rovněž není jasné, jakým způsobem souvisí filmování ve vnitřním prostředí s použitím globální lokalizace (GPS) ve venkovním prostřední. Z textu není jasné, zdali byl použit systém vizuální relativní lokalizace, pokud ano, jak je zajištěno, že jsou vzory pro lokalizaci vidět i v šeru. V celé práci postrádám zmínku o způsobu vyhodnocení řešené úlohy, skoro to vyznívá, že libovolné nasvícení je považováno za dostatečné.

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.

Z textu práce je patrné a zejména z části práce věnované výsledkům, že student řešení práce věnoval nemalé úsilí. Vlastní text a popis použitých metod je však velmi matoucí a ne příliš čtivý. Vzhledem k tomu, že mohu hodnotit dosažené výsledky pouze na základě předloženého textu, považuji práci spíše za podprůměrnou. Za zcela zásadní považuji nevhodné uvedení problému, zavedení jednotlivých symbolů a souřadných systémů, které je nutné odhadovat až z dalšího textu. Dále jsou v textu mixovány přístupy pro 3D a 2D a není zcela jasné, kterou variantu student aktuálně předpokládá. Text práce je tak velmi špatně čitelný.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě.**

Pokud to bude možné, rád bych, aby student při obhajobě reagoval na komentáře a otázky z části „*Další komentáře a hodnocení*„.

Datum: 10.6.2017 Podpis: