

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|------------------------------------|--|
| Název práce: | Reactive collision-free motion planning of a helicopter using data from onboard stereo camera |
| Jméno autora: | Aleš Novoný |
| Typ práce: | bakalářská |
| Fakulta/ústav: | Fakulta elektrotechnická (FEL) |
| Katedra/ústav: | Katedra řídicí techniky |
| Vedoucí práce: | Ing. Vojtěch Spurný |
| Pracoviště vedoucího práce: | Skupina Multi-robotických systémů, FEL, ČVUT |

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

| | |
|--|-------------|
| Zadání | náročnější |
| Zadání je náročnější z důvodu všestrannosti potřebných znalostí pro vypracování práce. Student musel navrhnout a implementovat metodu, která umožní bezkolizní let bezpilotní helikoptéry v lesním prostředí. Pro detekci překážek student musel využít data ze stereo kamery umístěné na palubě helikoptéry. Navržené řešení musel otestovat pomocí simulátoru a také za využití robotické platformy vyvíjené ve skupině MRS. | |
| Splnění zadání | splněno |
| Zadání je splněné ve všech bodech. | |
| Aktivita a samostatnost při zpracování práce | C - dobře |
| Student se řádně dostavoval na dohodnuté konzultace. Mírně mi však chyběla aktivita při hledání řešení, kde mohl projevit větší iniciativu. Student také podcenil přípravu nezbytnou pro realizování experimentu s reálnou platformou, kde pro výsledné ověření bylo zapotřebí značného úsilí z mé strany. | |
| Odborná úroveň | A - výborně |
| Student zvládl rozšířit stávající simulační prostředí vyvíjené ve skupině MRS o možnost simulování stereo kamery na palubě helikoptéry, díky tomu poté mohl ověřit funkcionality navrhovaného bezkolizního plánování. Použité postupy a algoritmy jsou adekvátní k bakalářské práci. | |
| Formální a jazyková úroveň, rozsah práce | C - dobře |
| Závěrečná práce je psaná v anglickém jazyce. S ohledem na to, že je to první větší práce, kterou student psal v cizím jazyce, tak je práce z jazykového hlediska relativně srozumitelná. Avšak student zvolil pro prezentaci výsledků snímky vizualizačního nástroje Rviz. Nemyslím si, že čtenáři tyto snímky dostatečně prezentují funkcionality algoritmů. Chybí například popisky jednotlivých os, díky kterým by bylo možné mít pojem o velikosti překážek či délce trasy. Chybí mi také podrobnější zpracování výsledků z experimentů. | |
| Výběr zdrojů, korektnost citací | A - výborně |
| Použitá literatura je citována korektně. | |
| Další komentáře a hodnocení (nepovinné hodnocení) | |

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Vzhledem k výše zmíněným připomínkám předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm C - dobře.

Datum: 9.června 2018

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|-----------------------------------|--|
| Název práce: | Reactive collision-free motion planning of a helikoptér using data onboard stereo camera |
| Jméno autora: | Aleš Novotný |
| Typ práce: | bakalářská |
| Fakulta/ústav: | Fakulta elektrotechnická (FEL) |
| Katedra/ústav: | Katedra Kybernetiky |
| Oponent práce: | Ing. David Hurych, PhD. |
| Pracoviště oponenta práce: | Valeo R&D CDV Prague |

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

| | |
|--|-------------------------|
| Zadání <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> Náročnost zadání je adekvátní pro bakalářskou práci. | průměrně náročné |
|--|-------------------------|

| | |
|---|------------------------------------|
| Splnění zadání <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 práce bylo v zásadě splněno, i když pouze ve své nejjednodušší možné podobě. Detekce stromů je redukována na detekci pouze hlavního kmenu stromu a jakákoliv komplexnější situace nebyla brána v potaz. Ani finální testování neproběhlo v reálném scénáři se stromy. | splněno s menšími výhradami |
|---|------------------------------------|

| | |
|--|------------------------|
| Zvolený postup řešení <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i> Celkový návrh algoritmu, a jeho jednotlivé sekvenční kroky, považuji za správný. Volba řešení konkrétních modulů je v některých případech horší, respektive málo robustní. PRO: 1. Celkový návrh algoritmu, a jeho jednotlivé sekvenční kroky (Figure 3), považuji za správný. PROTI: 1. „Removing ground“ odstranění „bodů země“ 10 cm nad zemí limituje maximální rychlost UAV na cca 1 metr za sekundu. To je velmi limitující. Algoritmus pro „plane fitting“ například metodou RANSAC by byl velmi efektivní a současně rychlý – to by umožnilo identifikovat body země pro jakoukoliv rychlost (náklon UAV). Navíc s využitím znalosti polohy z IMU by to bylo ještě jednodušší díky správné inicializaci plochy (jedné, či více pro zvlněný terén). 2. „Next, we use a so-called Principal Component Analysis (PCA) algorithm to determine the vector in which the largest number of points is located“ – PCA je v tomto případě kanón na vrabce – proč nevyužít opět RANSAC a fitting modelu (cylinder, půlcylinder – což více odpovídá tvaru pozorovaných bodů - a pak doplnění na cylinder) – časově mnohem efektivnější varianta používaná v praxi. 3. Autor nijak nevyužívá RGB obrazu z kamery. V případě silně zašuměných vstupů z hloubkového senzoru by to bylo velmi výhodné. Metodou Visual SLAM (simultaneous localization and mapping) nebo PTAM (parallel tracking and mapping) by bylo možné získat kvalitní sadu 3D bodů i na embedded platformě. Případně by bylo možné přímo využít detekce kmenů stromů. 4: Metoda fitování válce je také suboptimální | částečně vhodný |
|--|------------------------|

| | |
|---|-----------------------|
| Odborná úroveň <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> | D - uspokojivě |
|---|-----------------------|

PRO:

1. Autor využil standardních knihoven ROS (robot operating system), naučil se s nimi pracovat a řešení úspěšně zaintegroval.

PROTI:

1. Rozbor „state of the art“ metod řešící podobný či obecnější problém „collision avoidance“ úplně chybí.
2. Chybí definice kritéria pro vyhodnocení „úspěšnosti metody“ – např. „čas doletu do cíle“, „délka trajektorie“ apod. Chybí také jakékoliv statistické vyhodnocení úspěšnosti zvoleného řešení a porovnání se state of the art, které je k dispozici. Nelze tak zhodnotit praktičnost metody a opakovatelnost úspěšných průletů jednoduchým nebo složitým prostředím. Veškeré zhodnocení přesnosti je redukováno na slovní zhodnocení, že jednotlivé scénáře se podařilo vyřešit. Toto považují za největší nedostatek této práce.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

PRO:

1. Překlepů a gramatických chyb, je minimum.
2. Text je dobře strukturován a je snadné se v něm orientovat
3. Citace, odkazy na obrázky, vzorce, tabulky jsou správně, makro na popis algoritmu také

PROTI:

1. Veskrze žádné.

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.

Výběr zdrojů je adekvátní.

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. Viz celkové hodnocení.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Práce je dobře čitelná, přehledná, dobře strukturovaná a celkový návrh algoritmu je správný. Autor musel zvládnout technicky netriviální programovací část, včetně zakomponování funkcionality do ROSu. Technická řešení jednotlivých modulů jsou v několika případech neoptimální (pomalejší a méně robustní) oproti současnému state of the art. Problém detekce stromů je redukován pouze na detekci kmenů stromů, což je trochu škoda.

Autor by měl být opatrný při vyvozování některých závěrů: Příklad tvrzení ze závěru práce – kapitola 8:

„... In practice, the approximation by cylinders is faster, more accurate and less sensitive to noise than triangulation in the forest-like environment (see results in Table 1). ...“

- v tabulce 1 je pouze porovnání frekvence, s jakou přicházejí výsledky – tedy rychlost algoritmů a ne jejich přesnost a citlivost na šum. A zde narážíme na hlavní nedostatek této práce – vágní metodika vyhodnocení kvality

navrženého řešení. Jednotlivé experimenty byly vyhodnoceny pouze vizuálně. Nevíme, kolik pokusů bylo s jednotlivými scénáři provedeno a s jakou úspěšností a opakovatelností (je zde pouze řečeno, že se scénáře podařilo proletět bez kolize). Nebyla zde ani navržena jiná kritéria vyhodnocení – např. délka trajektorie, rychlost dosažení cílového bodu apod. Na základě těchto kritérií by šlo algoritmus ladit k lepším výkonům a porovnávat s jinými běžně dostupnými řešeními.

Celkově hodnotím práci jako uspokojivou a doporučuji ji k obhajobě bakalářského titulu. Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm D - uspokojivě.

Otázky k obhajobě:

Jak byl v simulátoru Gazebo simulován vstup depth point cloud ze senzoru? Odpovídal projektovaný vzor alespoň částečně realitě?

Proč jste zvolil metodu PCA pro detekci hlavního směru rozptylu místo efektivnějších (robustnějších vůči outlierům) a podstatně rychlejších metod – např. RANSAC?

Jakou metodu jste zvolil při porovnání radial vs. statistical outlier removal?

Jak byl v simulátoru Gazebo simulován vstup depth point cloud ze senzoru? Odpovídal projektovaný vzor alespoň realitě?

Jaká vidíte možná vylepšení Vašeho algoritmu směrem ke zobecnění funkcionality na detekci stromů včetně větví a obecně hustšího porostu?

Datum: 8.6.2018

Podpis: