POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Life-long Visual Localization of a Mobile Robot in Changing Environments**
Jméno autorky:	**Bc. Kristýna Kumpánová**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Erik Derner
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra řídicí techniky, FEL ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání — **náročnější**

Zadáním práce bylo navržení a implementace metody pro vizuální lokalizaci mobilního robotu v proměnném prostředí. Toto téma vyžaduje tvůrčí činnost při návrhu nového algoritmu ve velmi aktuální výzkumné oblasti dlouhodobé vizuální lokalizace a mapování.

Splnění zadání — **splněno**

Všechny body zadání byly splněny. Srovnání detektorů klíčových bodů a extraktorů obrazových deskriptorů, stejně jako návrh několika různých metod řešení, bylo provedeno v rozsahu nad rámec zadání.

Aktivita a samostatnost při zpracování práce — **B - velmi dobře**

Autorka práce prokázala samostatnost při implementaci metody a hledání řešení, rovněž i při přípravě textu práce.
Zpočátku byl přístup studentky trochu pasivní a bylo třeba velmi přesně specifikovat konkrétní dílčí úkoly, což mohlo být zapříčiněno tím, že pro autorku práce bylo téma vzhledem k jejím dosavadním znalostem nové.
Studentka se práci věnovala průběžně po celý semestr, postup konzultovala e-mailem formou progress reportů a účastnila se domluvených setkání.

Odborná úroveň — **A - výborně**

Autorka práce se s metodami počítačového vidění a jejich aplikacemi v robotice setkala během svého studia jen velmi okrajově. Velmi oceňuji, že se s touto problematikou dokázala během krátkého období seznámit samostatným studiem odborné literatury a připravila práci na výborné úrovni.
Práce zahrnuje rešerši související literatury a zasazení metody do rámce současného stavu poznání, popis návrhu algoritmu v ROS a přípravy experimentální arény. Velmi detailně jsou zpracovány metody detekce klíčových bodů a extrakce obrazových deskriptorů, včetně přehledného srovnání formou grafů. V práci je prezentován návrh několika metod detekce změn pro dlouhodobou vizuální lokalizaci v proměnném prostředí, včetně srovnání a zhodnocení jejich výsledků v reálných experimentech.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce — **B - velmi dobře**

Práce je psána v anglickém jazyce na velmi dobré úrovni s drobnými chybami, zejména v užívání členů. Text práce je dobře strukturován do několika úrovní kapitol a podsekcí, po formální stránce je práce velmi dobře zpracována. Vlastní ilustrace použité v práci jsou názorné a přehledně zachycují podstatu jednotlivých procesů a metod. Rozsah práce je odpovídající.

Výběr zdrojů, korektnost citací — **A - výborně**

Rešerše související literatury v oblasti vizuální lokalizace mobilních robotů v proměnném prostředí i v přehledu detektorů a extraktorů je obsáhlá, zahrnuje relevantní zdroje a je zpracována důkladně. Reference jsou ve správném formátu.

Další komentáře a hodnocení

Studentka samostatně vytvořila vlastní ROS package implementující popsanou metodu pro dlouhodobou vizuální lokalizaci. V rámci práce připravila sadu přehledných, dobře strukturovaných a komentovaných kódů včetně dokumentace.

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Předmětem práce byl návrh a implementace metody pro dlouhodobou vizuální lokalizaci mobilního robotu v proměnném prostředí. Autorka práce splnila zadání v celém rozsahu, přičemž prokázala samostatnost při implementaci metody a přípravě textu práce, přestože se s problematikou během svého studia detailněji nesetkala.

Vzhledem k výše uvedenému, a zejména s přihlédnutím k pečlivému a zodpovědnému přístupu studentky, předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně.**

Datum: 7. 6. 2018

Podpis:

Ing. Erik Derner

Posudek oponenta diplomové práce

Student: Bc. Kristýna Kumpánová

Téma: Life-long Visual Localization of a Mobile Robot in Changing Environments

Posudek vypracoval: Ing. Karel Košnar Ph.D.

Pracoviště: ČVUT v Praze, Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky.

Práce se věnuje porovnávání obrazových dat z kamery pro dlouhodobou lokalizaci mobilního robotu v měnícím se prostředí. Práce je psána anglicky, jazykem na dobré úrovni. Občas se vyskytují chybějící členy nebo ne zcela vhodná volba slov (např. „to better results" místo „to improve results").

Práce je dělena do 7 kapitol, jejichž členění by mohlo být přehlednější. Částečné experimentální výsledky se prolínají s teoretickým popisem. Popis experimentálního prostředí s popisem implementace. Obecně bych přednost popisu algoritmů v jednoduchém pseudokódu než je popisovat jako výčet kroků.

Na grafech i v tabulkách chybí jednotky, takže není možné určit, zda robot ujel metry či kilometry, nebo zda výpočet trval milisekundy nebo dny. Zejména není zřejmé, zda úhly jsou ve stupních či radiánech.

Studentka se zbytečně věnuje interpolaci polohy robotu, kdy zcela ignoruje zprávy typu tf (transformation frame), které gmapping používá k předání informace o pozici robotu v mapě (viz http://wiki.ros.org/gmapping zcela dole v sekci provided tf). Tato pozice je poskytována s dostatečnou frekvencí 58 Hz, jak je patrné z obrázku 3.4. Navíc není zřejmé, zda pro interpolaci byly použity data z odometrie. Dle uvedených obrázků se zdá, že odometrie poskytuje dostatečně přesná data. Není zcela jasné, proč nebyly pořízeny nová data, když byla odhalena uvnedostatečná četnost získané pozice.

Dále není z textu zřejmé, zda takto interpolovaná poloha je použita jako referenční (ground truth). Pokud ano, jsou vypočítané chyby určení pozice do značné míry zkreslené a vzhledem k tomu, že nikde není uvedeno, jakou chybu interpolace má, není ani možné určit jak výrazné toto zkreslení výsledků je.

Jako nejzávažnější chybu práce vidím chybějící popis, jak je určená odhadovaná poloha (predicted position). Veškeré experimentální vyhodnocení se

o tuto odhadovanou polohu opírá. Nemohu tedy jako oponent posoudit, zda studentka odvedla dobrou práci či nikoliv.

Jako nejpřínosnější hodnotím část práce 3.5, která se věnuje vyhodnocení detektorů a deskriptorů obrazových příznaků pro úlohu dlouhodobé lokalizace. Studentka v této části odvedla dobrou práci. Zejména se mi líbí vyhodnocení na základě chyby reprojekce ručně vybraných klíčových bodů. Trochu mi chybí porovnání velkého a malého obrázku s ohledem na přesnost (čas je celkem zřejmý) ve formě přehledné tabulky.

Otázky k obhajobě:

- Jak je definovaná odhadovaná poloha (predicted position)?
- Jaká pozice (jak získaná) je použitá jako referenční pozice (ground truth)?
- Proč nebyly pořízeny nové datasety s dostatečnou četností referenční pozice?

Vzhledem k výše uvedeným výtkám navrhuji práci hodnotit stupněm

E dostatečně.

Dále bych nechal na zvážení komise, zda nedat studentce příležitost práci přepracovat, neboť dle mého názoru má práce potenciál dostat mnohem lepší hodnocení.

V Praze dne 30. 5. 2018

Ing. Karel Košnar Ph.D.