

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Přesné dokování mobilního robotu s využitím laserových senzorů
Jméno autora:	František Brandštýl
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Řídicí techniky
Vedoucí práce:	Karel Košnar
Pracoviště vedoucího práce:	CIIRC

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	

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>	
Student splnil všechny body zadání.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktiven, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultaci k dostatečné přípravě. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
Student pravidelně docházel na konzultace a svůj postup při řešení práce pravidelně konzultoval. Student samostatně vyhledával zdroje a přicházel s návrhy řešení.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, vzhledem k znalosti získaných studií a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z práce.</i>	
Student při řešení práce využil jak znalostí získané během studia a řešení bakalářské práce, tak znalostí získané studiem vědeckých článků vztahující se k problematice lokalizace robotu.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obvyklých v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je po formální stránce dobře zpracována. Práce je psána v českém jazyce bez výrazných chyb, dobře čitelná. V práci chybí formálnější popis řídicího algoritmu.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
<i>Vyjádrete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr prací. Posuďte, zda student vyalil všechny relevantní zdroje. Dvěřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplně a v souladu s citačním zvyklostmi zpracovány.</i>	
Student správně pracuje se zdroji a dodržuje citační zvyklosti a etiku. Možná by mohlo být použitých zdrojů trochu více, ale nalezené zdroje umožnili studentovi splnit zadání. Všechny převzaté prvky jsou řádně odlišeny od vlastních výsledků.	

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, například k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Práce byla zadána s výhledem využít algoritmus na všesměrovém podvozku. Bohužel se pořízení a oživení všesměrového podvozku zdrželo a student tedy musel využít k testování podvozek s diferenciální kinematikou. Tato kinematika klade dodatečné nároky na navržený algoritmus. Přesto metoda dokování dosahuje dobrých výsledků kolem 6 milimetrů, což je hodnota více než dostačující.

V práci není podrobně řešena problematika rozpoznání doku, ale vzhledem k předpokládanému využití společně s jinou metodou globální navigace (méně přesnou), robot se bude v okamžiku zahájení dokování nacházet v blízkosti doku.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Cílem práce bylo vyvinout metodu přesné lokalizace s využitím více laserových senzorů. Součástí práce byla i metoda pro kalibraci vzájemné polohy senzorů.

Práce je více prakticky zaměřená. Dosažené výsledky přesnosti dokování kolem 6 milimetrů je výborný výsledek. Student pracoval samostatně a splnil všechny body zadání.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Datum:

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Přesné dokování mobilního robotu s využitím laserových dálkoměrů
Jméno autora:	František Brandštýl
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Vojtěch Vonásek, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra kybernetiky, FEL ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	Průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Cílem práce je navrhnout algoritmus pro dokování mobilního robotu na malou vzdálenosti (do cca 1m) na základě laserových dat.	

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>	
Navržený navigační algoritmus (str. 29, obr. 4.2) je jednoduchý, avšak s ohlednutím na tvar dokovací stanice, která je reprezentována pouze jedním rohem, je takové řešení přijatelné. Zadání bylo splněno.	

Zvolený postup řešení	Částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Úloha je motivována „průmyslovým robotem o délce přibližně 6 metrů s všesměrovým podvozkem“ (str. 2, druhý odstavec), student úlohu řeší s využitím malého diferenciálního robotu. Toto zjednodušení samo o sobě nevádí, v práci však chybí diskuze nad tím, jak stávající řešení upravit pro všesměrový podvozek.	
<p>Dokování je řešeno tak, že je nejprve určena relativní pozice k doku (na základě dat z laserového senzoru) a následně se robot naviguje do předem zvoleného bodu. Lokalizace robotu je řešena algoritmem ICP, který porovnává aktuální data s referenčním modelem. Pro získání referenčního modelu je dokovací stanice nejprve nasnímána ze známé pozice a referenční model jsou tedy měření z dálkoměru. Alternativou by bylo vytvoření modelu (např. polygonálního, 2D gridu, apod) dokovací stanice, avšak student argumentuje, že toto modelování by bylo „poměrně náročné“ (str. 12, poslední řádek) a „model by nemusel odpovídat reálnému doku“, což není pravda, neboť reálný dok má tvar písmene L a ten lze přesně popsat analyticky (např. polygonem). Chybí zde argumentace, proč je skenování prostředí jednodušší, než tvorba modelu. V práci chybí schéma umístění senzorů na robotu a definice globálního/lokálního souřadnicového systému.</p> <p>Student dále navrhl jednoduchý navigační algoritmus, který lze popsat „otoč se ve směru cílového bodu a jeď rovně“, který obohatil několika konstantami. Bohužel, není jasné, jak jsou tyto konstanty zvoleny. Jak by se změnily, pokud by dok měl tvar například písmene U? Jsou tyto konstanty ovlivněny rychlostí pohybu robotu a přesností jeho řízení?</p>	

Odborná úroveň

D-uspokojivě

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

Chování navrženého navigačního algoritmu je vyhodnoceno pouze na základě odchylky od zadané polohy, úhel není brán na zřetel, proč? Úhel hraje při dokování, např. na nabíjecí stanici, významnou roli. V případě, že úhel není důležitý, je nutné to v textu napsat.

Velkou slabinou diplomové práce jsou experimenty (kap. 5 a 6), které mají tyto hlavní nedostatky:

- a) není provedeno porovnání s žádnou referenční metodou, navíc v situaci, kdy celá práce byla vypracována v systému ROS, který již obsahuje navigační moduly. Práce není ani porovnána s žádnou z citovaných/popsaných navigačních metod (např. follow-the-carrot, potenciálové pole).
- b) není zobrazena ujetá trajektorie a to přesto, že po celou dobu experimentu byl robot sledován systémem Vicon. Nejsou uvedeny finální natočení robotu.
- c) není uveden čas výpočtu navigace ani její rychlost.
- d) dokování je testováno jen ze dvou pozic (jedna v tzv. ose doku, druhá z boku). V obou případech je robot natočen směrem do doku, což dokování zjednodušuje. Lze však předpokládat, že dokování bude probíhat z různých pozic (a natočení) vůči doku, což by mělo být otestováno.

Z těchto důvodů není jasné, zda-li je navržené řešení dostatečné pro zvolenou úlohu, pouze víme, že robot (po nespecifikované době) dojde na vzdálenost několika milimetrů od zadané polohy.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

D-uspokojivě

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

Největší slabinou práce je její text. Text je psán česky (s překlepy) a je doplněn o řadu obrázků, které jsou většinou převzaty z literatury. Text obsahuje řadu nejasných formulací, např. „určitým/nějakým způsobem“ (str. 3: „V tomto případě se aktuálně zachycený scan určitým způsobem porovnává ...“, str. 2: „Předpokládáme tedy, že robot je schopen se nějakým způsobem dostat ..“), nebo věty typu: „Zde bude tedy zapotřebí přesného zadokování s co největší přesností“.

Text je členěn do sedmi kapitol. Návaznost textu není plynulá, např. detailnější zadání práce se dozvídáme teprve v sekci 2.3, která by mohla být přesunuta na úvod práce. Kvůli nevhodné struktuře textu není jasné, co je přesné zadání práce a hlavně není jasné co student sám vytvořil a co použil např., ve formě knihoven.

Text nevhodně odkazuje na obrázky a rovnice. Matice v rovnici (4.1) nemá jméno. Matice na str. 38, rovnice (6.1) nejsou pojmenované a vzhledem k chybějícímu zakreslení souřadnicového systému je ani nelze správně interpretovat.

Některé obrázky nejsou v textu zmíněny vůbec (např. Obr. 1.1, str. 3), naopak obrázek 6.2 je zmíněn již v kapitole 5.3 (str. 32). Popis relevantních metod je až příliš stručný a technicky ne zcela přesný, např. str. 6, sekce 1.3.1: „Robot se poté pohybuje směrem nejnižšího odporu“ - pojem „odpor“ není vhodným popisem navigace dle potenciálového pole, rozhodně ne v magisterské práci. „Známa je například metoda Follow the carrot“ (str. 7), bez uvedení citace. Follow-the-carrot je spíše obecný pojem pro sledování trajektorie a lze jej implementovat různě.

V textu je použit pojem „kalibrace senzoru“ (sekce 2.3.2), který je zavádějící. V textu se jím rozumí zjištění vzájemné polohy senzorů, nikoliv kalibrace jejich parametrů. Kapitola 3 obsahuje popis použitých knihoven a systému ROS, osobně bych tuto kapitolu zkrátil, případně zcela vypustil, neboť pro vlastní práci není podstatná. Navigační algoritmus by bylo lépe popsat pseudokódem nebo vývojovým diagramem, spíše než schématem na Obr. 4.2 (str. 29).

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.

Citované prameny jsou relevantní, v práci mi chyběla zmínka o jiných metodách lokalizace, např. založené na kamerových datech. Některé články jsou jen stručně citovány, bez hlubšího rozboru, např: str. 4, poslední věta: „S relativně ... se zabývají články [3],[4],[5].“ Bylo by vhodné každý z těchto článků rozepsat a zmíněné přístupy porovnat.

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. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

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

Datum:

Podpis:

