

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	NDT SLAM Respecting Visibility
Jméno autora:	Matěj Boxan
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Tomáš Petříček, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	FEL, katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadáním bylo vylepšit algoritmus Normal Distribution Transform (NDT) pro simultánní lokalizaci a mapování (SLAM), mimo jiné modelováním viditelnosti překážek. Z praktického hlediska šlo o doplnění stávající implementace algoritmu o několik modulů (především výpočet viditelnosti a aproximaci ztrátové funkce).	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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 považuji za splněné v tom smyslu, že autor implementoval rozšíření algoritmu NDT včetně toho, že uvažuje viditelnost překážek při lokalizaci robotu. Chybí nicméně kvantitativní vyhodnocení výsledků vzhledem k referenci i kvantitativní porovnání variant metody. Nelze tedy říci, co z implementovaných rozšíření "zvyšuje stabilitu a robustnost lokalizace". Některá tvrzení v závěru práce nemají dostatečnou oporu ve výsledcích.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Motivaci pro zvolený způsob aproximace (3.1) ztrátové funkce by bylo třeba lépe vysvětlit. Také se mi nezdá vhodné aproximovat funkci okolo neznámého bodu p_i ; jak hledáte tento bod? Nebylo by výhodnější aproximovat okolo polohy z odometrie (opravené z minulé iterace SLAM), kterou znáte?	
Jaký je vztah zvolené aproximace k aproximaci původního kritéria v optimalizaci Newtonovou metodou? Jaké jsou výhody a nevýhody zvolené aproximace? Jak zajistíte splnění omezení (3.4)?	
Zdá se, že v algoritmu na str. 14 polohu inicializujete z odometrie; proč tomu ale neodpovídá předchozí text? Také není jasné, proč nakonec optimalizujete původní ztrátovou funkci $s(p)$ (+ její aproximaci), když jste se tomu chtěl vyhnout právě zavedením její aproximace. Proč polohu inicializujete pouze z odometrie bez minulé opravy ze SLAM?	

Odborná úroveň	D - uspokojivě
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
V úvodu by bylo vhodné formalizovat úlohu SLAM nebo alespoň podúlohu lokalizace. Zároveň by se mi zdálo užitečné uvést popis výchozího algoritmu NDT a k tomu vztahovat navrhované změny.	
Některé nastíněné problémy nejsou dobře vysvětleny. Např. není jasné, kdy dochází k duplikování stěn. Z popisu v úvodu a z části 2.4 se zdá, že k němu dochází při importu modelů CAD do reprezentace NDT. Ve skutečnosti k němu dochází zřejmě až při samotné lokalizaci a mapování z lidarových měření. Na obrázcích map obecně chybí trajektorie robotu, což je zásadní nedostatek při vizualizaci výsledků SLAM.	
Tvrzení, že oproti ukládání množin bodů je paměťová náročnost NDT konstantní, je příliš zjednodušené. Jaká je paměťová náročnost alternativy a kdy tvrzení platí?	
Vysvětlení algoritmu ICP je zavádějící; minimalizace vzájemné vzdálenosti množin bodů je spíše "definice" registrace než popis algoritmu ICP.	
Zaměňujete pojmy konverze a registrace: "conversion between a recorded point cloud and the NDT grid [...] This conversion	

is called PCL-to-NDT matching [...] Other possible scenario of scan matching is PCL-to-PCL".

Bylo by vhodné diskutovat zjednodušení na úlohu 2D lokalizace a mapování.

Rasterizačním algoritmům je věnován zbytečně velký prostor. Např. Algoritmus 2 není v experimentech nakonec použit, pokud se nepletu; proč ho tedy uvádíte?

Dále mi není jasné použití Algoritmu 3, tj. kde je potřeba rasterizovat kružnici. Jde o získání cílových bodů pro sledování paprsků? Skutečně kreslí všech 8 oktantů, když každá iterace obsahuje pouze 4 volání funkce Point?

V části 2.4 uvádíte, že zohlednění viditelnosti urychluje proces registrace. Výpočet viditelnosti ale také něco stojí; vyplatí se i při započítání těchto "nákladů"? Nelze rozhodovat o viditelnosti na základě orientace normály povrchu a polohy senzoru?

Algoritmus na str. 14 by si zasloužil zpřesnit a doplnit. Není dobře vysvětleno, co se optimalizuje (p v kritériu v 5. bodě vůbec není). Algoritmus nepopisuje kompletní SLAM a chybí v něm výpočet a využití viditelnosti. Co znamená p_i a $s(p_i)|_t$? Jaký je vztah mezi i a t ? Kde se vezme p_{i+1} ? Proč je v 7. bodě absolutní hodnota?

Experimentální část je poměrně skromná a popis některých experimentů je zavádějící. První experiment, kde robot 10krát objede přednáškovou místnost, je popisován jako "long-term mapping".

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

Práce obsahuje občasné překlepy a pravopisné chyby ("these prior information", "this theses", "it's" místo "its", "constrain" místo "constraint", "ration" místo "ratio", "hessian", "eigen value" atd.; dále několik v obrázku 4.1) a některé věty jsou poněkud neobratné nebo nesrozumitelné ("solutions [...] are memory consuming", "maximum likelihood values of the ray in the cells to be updated is not covered", "the score function converges to maximums", "estimation [...] is returned directly", "interface for point clouds, such as registration, filtering [...]", "scan matching defines the transformation [...] With this information, the scan can be registered [...] via ray tracing.").

Nezanedbatelné množství překlepů je i v rovnicích (např. přebývající závorky) a notace je někde nejednoznačná a není vysvětlena, viz např. rovnice (3.2) až (3.6), (3.11) a (3.12).

Názvy funkcí v rovnicích by bylo vhodné sázet odlišně (bez kurzívy) od proměnných (s kurzívou). Proměnné v dolním indexu by neměly přebírat formátování indexované proměnné; mají vypadat tak, jak by vypadaly mimo index. V odkazech na rovnice chybí závorky. Algoritmus na str. 14 by měl používat stejnou notaci, jakou používáte u rasterizačních algoritmů.

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

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.

Forma citací je v souladu se zvyklostmi. 2. kapitola by se hodilo uvodit stručným shrnutím stavu poznání v úloze SLAM.

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.

Navržená rozšíření algoritmu NDT pro simultánní lokalizaci a mapování jdou správným směrem, zvolený postup řešení je však diskutabilní. Chybí ucelený popis výsledného algoritmu se všemi relevantními částmi, kvantitativní vyhodnocení (celku i dílčích změn) a porovnání s výchozí variantou. Některá tvrzení jsou zavádějící, případně si vzájemně odporují. Celková čitelnost práce je spíše nižší. Otázky k obhajobě uvádím v částech Zvolený postup řešení a Odborná úroveň. Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 1. června 2020

Podpis: