POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Sampling-based motion planning for 3D rigid objects
Jméno autora:	Dominik Filyó
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Vedoucí práce:	Ing. Vojtěch Vonásek, Ph. D.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání — průměrně náročné

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Cílem práce bylo vylepšit jednu ze základních metod pro randomizované plánování pohybu. Vzhledem k uvažovanému scénáři (plánování pohybu 3D objektů), který lze považovat za základní v oborů plánování pohybu, se jedná o průměrně náročné téma.

Splnění zadání — splněno

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.

Zadání bylo splněno.

Aktivita a samostatnost při zpracování práce — C - dobře

Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.

Student na tématu začal pracovat ještě v době, kdy jsem byl v zahraničí a první část práce jsme konzultovali po mailu. V této době pracoval celkem rychle a implementoval všechny potřebné podpůrné metody (detekce kolizí, atd.). Myslím, že implementace existujících metod mu jde velmi dobře. Po mém návratu student pravidelně docházel na konzultace. Během konzultací navrhl několik modifikací algoritmu RRT, ale v tomto ohledu mohl být kreativnější, přicházet s více nápady, nečekat až na mé hodnocení a některé z nich (ideálně všechny) rovnou vyzkoušet.

Odborná úroveň — C - dobře

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

Student navrhl rozšíření metody RRT, implementoval ho a experimentálně ověřil. Myšlenka navrženého rozšíření spočívá v adaptaci oblasti kolem cílového stavu, kde se vzorkuje s vyšší pravděpodobností. Navrženou metodu porovnal s několika state-of-the-art metodami a na vybraných scénářích ukázal její výhody/nevýhody. Metodu otestoval též na 3D modelech proteinů. Otestování na proteinových datech je v práci popsáno celkem stručně, avšak to bylo způsobenou tím, že jsem pozdě dodal potřebná data a student měl méně času na zpracování jejich výsledků, proto tuto kratší část studentovi nevytýkám.

Vzhledem celkovému času, který měl student k dispozici na vypracování BP, je však navržené řešení celkem jednoduché. Místo uvažování pouze jedné oblasti s vyšší pravděpodobností generování vzorků mohl např. využít více oblastí, měnit jejich tvar/distribuci atd. Modifikací lze najít spoustu. Během konzultací jsme diskutovali více variant rozšíření, avšak student nakonec implementoval jen tuto základní (z mého pohledu tu nejjednodušší) variantu. Na práci oceňuji provedené experimenty. Algoritmy jsou porovnány nejen z hlediska častu a kvality nalezeného řešení, ale také s ohledem na úspěšnost (spolehlivost). Algoritmy jsou porovnány férově. Metoda navržená studentem obsahuje dva parametry, které je třeba naladit. Z uvedených experimentů jednoznačně nevyplývá, jak tyto parametry nastavit, což považuji za nevýhodu tohoto řešení.

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce | C - dobře

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.
Práce je psána anglicky na velmi dobré úrovni, text je doplněn o pěkné obrázky, jejichž příprava jistě zabrala spoustu času. Zvlášť pěkně je provedeno grafické porovnání metod. Typograficky je práce v pořádku. Přesto lze v textu najít několik slabších míst.

Část „Kinodynamic planning" (str. 7 dole) by bylo možné úplně vypustit, neboť předložená práce se tomuto typu plánování nevěnuje. Též definice metriky a jejích vlastností (str. 5) by bylo možné vynechat, jedná se o obecně známé vlastnosti. Naopak, na začátku části 2.3 (str. 7) chybí definice množiny C_free. Při popisu algoritmů je nejprve slovně uveden stručný nástin algoritmu, pak následuje pseudokód a poté ještě seznam hlavních kroků algoritmu (viz např. sekce 3.3.1, str. 14 a 15). Seznam kroků algoritmu bylo šlo již vypustit, nebo lépe popsat v textu, protože takto pouze kopíruje pseudokód.

V algoritmu PRM (Alg. 1, str. 15) je nutné vysvětlit metodu „x isFeasible" (řádek 8, Alg. 1, str. 15). Pokud byto znamenalo, že stav x je bezkolizní a zároveň jsou u něj splněny omezující podmínky, tak je tuto podmínku možno vyjmout, neboť v PRM grafu jsou všechy uzly „feasible". V takovém případě by uvedená implementace PRM nefungovala. Porot usuzuji, že „x is feasible" bude znamenat něco jiného a je tedy třeba uvést co.

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. 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 reference na vybrané state-of-the-art metody, výběr je korektní, jeho rozsah odpovídá rozsahu BP. Citace jsou použity správně. Pouze je třeba dát pozor na správné vysázení spec. symbolů a mezer v názvech prací, např. jméno práce [32] není „Ano (n log n) algorithm....", ale „An O(n log n) algorithm...".

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 A NÁVRH KLASIFIKACE

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

***Otázka**: Experimenty byly provedeny mimo jiné s algoritmem RRT*, který je „asymptotically optimal". Boxplot délek trajektorií nalezených algoritmem RRT* na scénáři „obstacles 2" (Obr. 5.11, str. 32) ukazuje, že RRT* ne vždy nalezl optimální trajektorii. Vysvětlete, čím je to způsobeno.*

Práce splňuje zadání. Vzhledem k době, kterou měl student na její vypracování by zvolené řešení mohlo být více propracované, než pouze jednoduché vzorkování z jedné kruhové oblasti.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm C - dobře.

Datum: 06/13/18 Podpis:

Posudek oponenta bakalářské práce

Student: Dominik Filyó

Téma: Sampling-based motion planning for 3D rigid objects

Posudek vypracoval: Ing. Karel Košnar Ph.D.

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

Práce popisuje novou variantu vzorkovacího plánovacího algoritmu RRT, která nahrazuje rovnoměrné vzorkování takovým vzorkováním, který preferuje vzorky v okolí cílové konfigurace. Rozšíření zachovává vlastnosti klasického RRT, protože velikost okolí cílové konfigurace se dynamicky mění a v extrémním případě pokryje celé prostředí a algoritmus se začne chovat stejně jako klasické RRT.

Jazková úroveň práce je dobrá, vyskytují se neobratné formulace, občas nevhodný slovosled. Čitelnost práce by mohla být lepší, občas by pomohlo jiné řazení vět či odstavců. Během čtení práce jsem se musel několikrát vracet k přečtenému textu, abych si ujasnil význam, či ověřil kontext aktuálně čteného sdělení. Občas jsou v práci tvrzení, které jsou bez dalšího zavádějící. Jako příklad bych uvedl v sekci 4.2 tvrzení, že existuje celá skupina optimálních plánovačů využávajících RRT. Dále v textu (o 5 stran později) se teprve správně definuje, že se jedná o asymptoticky optimální plánovače.

Práce je dělena do 6 kapitol. Kapitola 2 je spíše definice pojmů než analýza problému. Kapitoly 3 a 4 popisují současný stav problematiky a mohly by být sloučeny do jedné. Naopak kapitolu 5 bych rozdělil do dvou, popis metody a experimentální výsledky.

Část popisující současný stav problematiky, zejména část vzorkovachích algoritmů, je pojata ve vhodném záběru i do vhodné hloubky. Popis algoritmů není zbytečně podrobný, ale umožňuje pochopení jejich funkce. I zde se najdou nedostatky, jako třeba obrázek 4.6, který neilustruje popisovaný algoritmus RRT-blossom příliš dobře, dokonce mi přijde, že je v něm chyba.

Bohužel se vyskytují věcné chyby i v části popisující vlastní přínos. Algoritmus 7 je chybně popsán, protože pokud platí definice 5.1 funkce SET_RADIUS, nemůže nikdy dojít k změně velikosti kružnice kolem cílového bodu. Poloměr kružnice se dle definice 5.1 mění pouze, pokud $kmod\alpha = 0$, zároveň na 4 řádku algoritmu 7, pokud je splněna tato podmínka, a i b jsou nastaveny na nulu, takže dle 5.1 se poloměr nezmění.

Obrázek 5.2 ukazuje, jako nejlepší kombinaci parametrů $\alpha = 10$ a $\beta = 0.8$ s výslednou hodnotou 221. Student ve vyhodnocení deklaruje jako nejlepší kombinaci $\alpha = 10$ a $\beta = 0.1$, ovšem s hodnotou 370.

Výsledky experimentů jsou zajímavé a navržný algoritmus RRT-Sphere má rozhodně místo ve vědeckém světě. Zejména pokud je třeba rychle řešit problematiku, kde konfigurační prostor obsahuje úzká hrdla.

Otázky k obhajobě:

- Jaký je správný algoritmus 7?
- Je možné vysvětlit nesoulad mezi obrázkem 5.2 a tvrzením v textu, zejména s ohledem na použití těchto parametrů v experimentech?

Vzhledem k výše uvedenému, navrhuji práci hodnotit stupněm

C dobře.

V Praze dne 8. 6. 2018

.....
Ing. Karel Košnar Ph.D.