

Posudek oponenta diplomové práce

Jméno studenta: Bc. Tomáš Rybecký

Oponent: Ing. Jakub Hvězda

Název práce: Trajectory planning for a heterogeneous team in an automated warehouse

Obsahové zpracování

Diplomová práce je rozdělena na 2 části o celkově 9 kapitolách (včetně závěru). První část práce se zabývá úvodem do řešeného problému plánování cest pro více robotů a jeho state-of-the-art metod. Autor dále v následujících kapitolách první části zběžně popisuje svou předchozí práci, na kterou navazuje s navrženým MCARP algoritmem, který pro přeplánování robotů zužitkovává informaci z jejich předchozích plánů. Tento algoritmus je v této části práce důsledně popsán ve všech navržených variantách spolu s nutnými podpůrnými datovými strukturami. Obzvláště oceňuji 4. kapitolu, ve které autor důkladně experimentálně otestoval všechny variace algoritmu a odůvodnil ze získaných výsledků výběr nejlepších variant.

Druhá část práce se zabývá popisem systému pro simulaci robotického skladu a začleněním člověka do procesu skladu bez nutnosti přerušování práce robotů pro zajištění bezpečnosti. V kapitolách této části autor popisuje funkci jednotlivých komponent systému a následnou integraci člověka, spolu s experimentálním vyhodnocením vlivů pohybujícího se člověka na čas doručení zásilek roboty. V této části obzvláště oceňuji zmíněné vyhodnocení vlivu člověka na provoz skladu, ale také popis laboratorního demonstrátoru robotického skladu,

který autor vyvinul ve spolupráci s dalšími studenty pro demonstraci funkčnosti navrženého systému.

Gramatické, stylistické a formální náležitosti

Práce je na vysoké gramatické a stylistické úrovni a obsahuje všechny formální náležitosti. Pouze zřídka se v ní vyskytují překlepy ve slovech.

Úroveň zpracování práce

Práce je přehledně zpracovaná a jednotlivé kapitoly do sebe srozumitelně zapadají. Navržené algoritmy jsou detailně popsány, vysvětleny a doplněny o případně doplněny o pseudokód.

Pouze jeden pseudokód (Algorithm 2) není plně srozumitelný. Dále také většina grafů s výsledky v 4. kapitole není v tištěné verzi práce plně čitelná z důvodu velikosti grafu a legendy, ale také kvůli volbě barev pro jednotlivé verze algoritmů.

Přehled dostupné literatury a relevantních zdrojů

Práce čerpá z celkem 26 zdrojů, včetně 3 auto-citací. Všechny uvedené zdroje jsou aktuální a relevantní pro řešený problém.

Naplnění cílů práce

Cílem diplomové práce bylo seznámit se s nejnovějšími poznatky z oblasti plánování cest pro tým robotů se zaměřením na použití v robotickém skladu a pro případ kdy je potřeba roboty z nějakého důvodu přeplánovávat. Dalším cílem bylo také navrhnout a implementovat systém pro řízení skupiny robotů v robotickém skladu, spolu s nástroji pro testování a vyhodnocování daného systému. Dalším krokem zadání bylo rozšíření systému o možnost plánování pro člověka pohybujícího se skladem.

Všechny cíle práce byly **splněny**. Z obdržených výsledků je jasné patrné, které verze navrženého algoritmu mohou být případně použity v praxi a také jak přítomnost člověka ovlivňuje funkčnost robotického skladu.

Dotazy k obhajobě na diplomanta

1. Byla pro výpočet vzdálenostní matice pro účely heuristiky použita pouze vzdálenost cíle nebo i čas potřebný pro rotaci robota?
2. Vidíte nějaké překážky při implementaci z výsledků nejlepší verze algoritmu MCARP do navrženého simulačního systému?

Celkové zhodnocení diplomové práce

Student vypracováním této diplomové práce získal poznatky, které je dál schopen rozvíjet.

Oceňuji detailní rozbor a diskuzi nad obdrženými experimentálními výsledky všech navrhovaných verzí algoritmu, spolu s doporučením, které verze jsou nejvhodnější pro danou aplikaci. Student tímto prokázal hlubší znalost problematiky. Práce splňuje všechny cíle a obsahové i formální nároky závěrečné práce.

Diplomovou práci **doporučuji** k obhajobě a navrhuji hodnocení **A - výborně**

V Praze 14.6.2020

.....
podpis oponenta