

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Prediktivní řízení pro robota SK80
Jméno autora:	Bc. Petr Brož
Typ práce:	magisterská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Jan Filip
Pracoviště opONENTA práce:	ISEE inc., Cambridge, Massachusetts

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce se zabývá návrhem prediktivního řídicího systému pro robota SK80 s cílem stabilizovat robota stojícího na dvou nohách opatřených koly a umožnit operátorovi dálkové ovládání pohybu. Zadání je komplexní a zahrnuje výběr vhodného schématu prediktivního řízení, návrh řízení, ověření s pomocí simulačního modelu, integraci do existujícího softwaru robotické platformy, nasazení na robota a porovnání výsledků s předchozí metodou řízení. Zadání považuji za náročné, neboť vyžaduje kombinaci teoretických znalostí pro návrh řízení pokročilými metodami, inženýrských dovedností pro nasazení na existující platformě a značné úsilí pro experimentální ověření výsledného systému.	
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>	
Zadání práce bylo splněno ve všech bodech. Diplomant navrhl prediktivní řídicí systém a ověřil jeho funkčnost v simulaci. Značné úsilí bylo věnováno i celkové úpravě softwaru platformy, aby bylo možné výpočetně náročnější metody řízení na platformě nasadit. Tímto krokem diplomant vylepšil dosavadní stav platformy a umožnil realizovat podobné experimenty i v rámci dalších studentských prací. Vlastní řídicí systém je funkční a subjektivně zlepšil dosavadní pohybové schopnosti robota. Nad rámec svého zadání diplomant navrhl a ověřil i další prediktivní řídicí systém využívající lineární prediktor navržený s pomocí Koopmanova operátoru.	
Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolené postupy řešení jsou správné, využívají doporučené odborné literatury a dosáhly požadovaných výsledků. Práce je přehledně strukturována. Rozdělení kapitol a podkapitol je systematické a umožňuje čtenáři vývoj práce snadno sledovat. Jednotlivé kroky jsou dobře zdokumentované a reprodukovatelné. Oceňuji, že jsou zdokumentovány i ponaučení získaná při návrhu prediktoru v rozšířeném stavovém prostoru, která slouží pro budoucí zlepšení.	
Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce má dobrou odbornou úroveň a demonstruje schopnosti diplomanta úspěšně vyřešit komplexní inženýrský problém za využití znalostí získaných studiem. V práci bych ocenil vyšší využití odborné literatury, například pro úvodní průzkum a porovnání metod řízení, které jsou využívány na jiných podobných platformách (např. Ascento, ANYmal, Handle), nebo diskuzi očekávaných výsledků, které by zvolená metoda řízení měla přinést vůči původnímu řešení.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

Po formální a jazykové stránce má práce dobrou úroveň. Oceňuji, že je práce napsaná v anglickém jazyce, text je čtivý a sazba úhledná. Text bohužel obsahuje i menší množství drobných nepřesností: překlepů, záměn symbolů (např. x na straně 12), nebo znaménka (Rovnice 3.1). Zobrazení porovnávaných časových průběhů by mohlo být přehlednější: např. porovnáváním odezvy systému na kratším časovém úseku či s menším počtem změn referenčního signálu, kde by základní rozdíly v akčním zásahu a druhotných kmitech odezvy byly lépe patrné. Plocha věnovaná obrázkům by také mohla být využita efektivněji (např. strany 26-28). Na obrázku 5.1 by navíc bylo vhodné uvést i odezvu, kterou jednotlivé modely mají aproximovat.

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.

Práce využívá relativně nízký počet zdrojů, což je v kontrastu s komplexností řešeného problému. Bylo by vhodné využít literaturu pro získání širšího přehledu o metodách řízení využívaných na podobných platformách a nejprve diskutovat jejich výhody a omezení vůči počátečnímu řešení, které se práce snaží nahradit. Toto by následně pomohlo práci lépe zasadit do širšího kontextu, zdůvodnit cíle nového řídicího systému, nastavit si objektivní kritéria pro porovnání s předchozím řešením a lépe tak zhodnotit přínosy práce. Nicméně využití zdrojů je pro vyřešení problému postačující. Vlastní přínosy práce jsou v textu jasně odděleny a citace jsou v souladu s normami.

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.

Cíl práce byl úspěšně splněn, bylo navrženo správné a funkční řešení. Diplomant věnoval i značné úsilí samotnému vylepšení softwaru platformy, čímž umožnil realizaci dalších studentských prací. Práce celkově splňuje zadaná kritéria, ale k vyššímu hodnocení ji z mého pohledu bohužel chybí hlubší analýza počátečního stavu a přípravná část pro výběr a vyhodnocování mezi jednotlivými metodami řízení.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uved'te případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Otázky:

Kritéria ladění odezvy prediktivního řídicího systému

- Jaká kritéria jste sledoval při ladění odezvy prediktivního řídicího systému? Mohl byste specifikovat, které veličiny jste primárně porovnával a jaké odezvy jste se u nich snažil dosáhnout (například z hlediska překmitu, doby ustálení a dalších klíčových parametrů odezvy systému).

Srovnání MPC a LQR Řízení

- Jak se liší MPC řešení navržené v kapitole 4 oproti LQR řízení při práci v rozsahu odchylek sledování bez aktivních omezení akčního zásahu?

Datum: 29. 1. 2024

Podpis: