

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	H2 optimal control algorithms for vehicle control
Jméno autora:	Bc. David Vošahlík
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Jaroslav Bušek, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Vzhledem ke komplexnosti popisovaného nelineárního systému s využitím dílčích modelů a zadané metodice návrhu řízení hodnotím práci jako náročnější.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posudte, 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>	
Všechny body zadání byly splněny bez výhrad, přičemž návrhy řízení byly prezentovány dva.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení byl vhodně zvolen. Autor práce postupoval systematicky od vytváření modelu, přes jeho linearizaci, návrh řízení, až k závěrečnému experimentálnímu ověření a (kritickému) zhodnocení.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň předložené práce je na velmi dobré úrovni. Vytváření modelu je systematicky provedeno s jasným zdůvodněním zvolených dílčích modelů, avšak v této části je potřeba vytknout dvě formální nesrovnalosti. V kapitole 3.2 jsou stanovena plánovaná zjednodušení odvození modelu, v rámci nichž je uvedeno zanedbání dynamiky obecného pohonu vozidla (opakuje se znovu v podkapitole 3.2.4), avšak v kapitole 3.2.8 je uvažována zjednodušená dynamika prvního řádu, které je pak i realizována v příloženém modelu (SingleTrackModel.slx). Ačkoliv zvolená časová konstanta je velmi krátká a tato dynamika pohonu tak bude v systému jako celku nevýznamná, je uvedený zjednodušující předpoklad trochu matoucí. Dále, single-track model vozidla zobrazený na obrázku 3.2 (převzato z [Efr18]) neilustruje dále používaný úhel natočení zadního kola δ_r , který je využit například v rovnicích 3.7–3.8, 3.13 atd. Bylo by vhodnější zvolit správný obrázek tohoto modelu s oběma koly říditelnými, což by odpovídalo následnému popisu. Tyto popsání nekonzistence mírně snižují odbornou úroveň předloženého textu. V části linearizace modelu jsou popsány aplikované postupy, avšak v textu práce chybí porovnání výsledného linearizovaného modelu a modelu nelineárního tak, jak je to provedeno v autorově publikaci [VHH19]. Návrh řízení je proveden dvojí - oba s využitím LQ metody, jak bylo zadáno. První návrh vychází z LPV modelu, který je výsledkem linearizace komplexního nelineárního modelu, kdežto ten druhý ze zjednodušeného „design modelu“. Hlavně z důvodu značného zjednodušení druhého z modelů by bylo vhodné provést alespoň simulační porovnání obou modelů.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Jazyková úroveň předloženého textu je velmi dobrá. Předložený text obsahuje velmi malé množství chyb či překlepů. Struktura práce byla zvolena vhodně. Po formální stránce mám k textu několik výhrad. V textu se často vyskytuje označení H2 optimální řízení, přičemž někdy je číslice zobrazena jako dolní index a někdy jako obyčejný text. Bylo by vhodné jednu formu dodržovat v celém textu. Funkce jako sin, cos, sign atp. se zpravidla nepiší ve vzorcích kurzívou, aby bylo jednodušší	

je odlišit od proměnných, které se kurzívou píší. Indexace veličin pro přední a zadní kolo (r , f) je použita již od rovnice 3.7 (v kapitole 3.2), ale její vysvětlení následuje až v kapitole 3.2.5 o pět stran dále. Naštěstí je indexace zvolena tak, že si ji čtenář může domyslet. Aerodynamická síla je v rovnici 3.24 definována s indexem „D“, avšak v kapitole 5 se index změní na „d“. Zkratky, jako třeba LPV, by měly být vysvětleny při prvním výskytu, i když jsou pro zamýšleného čtenáře známy. Popisek obrázku 3.6 zabírá celý odstavec s 10 řádky. Bylo by vhodnější popis umístit do standardního textu z referencí na obrázek. Směrnice děkana pro závěrečné doporučuje rozsah diplomových prací v rozsahu 40 až 80 stran. Tato práce má rozsah textové části kratší (46 stran, z toho 5 prázdných), avšak úsporný formát textu vynahrazuje publikační výsledek.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

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 čerpá z relevantních zdrojů s odpovídající odbornou úrovní. Převzaté informace jsou důsledně v textu označeny. Z hlediska zvolené citační normy jsou zdroje Ada, Cib19, Efr, Haf08 neúplné.

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.

Dosažené výsledky, ať jsou jen experimentální, jsou z hlediska dílčích výsledků významné, což je v práci ilustrováno názornými porovnáním s chováním modelu vozidla bez navržené regulační smyčky. Z hlediska praktického provedení v podobě simulačního aparátu pro MATLAB/Simulink lze velmi kladně hodnotit přehlednost přiloženého kódu a schémat s jasnými komentáři. Posledním a nejdůležitějším nesporným pozitivem je publikační činnost autora práce v podobě konferenčního článku [VHH19] na konferenci Process Control.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Předložená práce prezentuje uceleně komplexní návrh řízení zjednodušené podélné dynamiky vozidla včetně vytváření modelu. Ztotožňuji se se závěrem autora práce, že pro vyřčení obecnějších závěrů o účinnosti zvolených metod a jejich (globální) stabilitě by bylo potřeba provést podrobnější teoretické přezkoumání, avšak prezentované experimentální výsledky jsou samy o sobě přínosné. Práce je po formální stránce na velmi dobré úrovni s drobnými nedostatky. Z hlediska odbornosti textu schází v úvodní fázi vytváření modelu konzistence mezi tím, co je předpokládáno a co je pak opravdu použito.

Otázky:

- 1) Proč je v práci uvažováno možnosti řízení úhlu předního i zadního kola (tj. δ_r a δ_f)? Má toto mechanické uspořádání nějaký významnější praktický přínos pro navržené řízení?
- 2) Byl testován návrh pro různé hodnoty ERR definující maximální chybu linearizace (sekundárně množství bodů linearizace)? Pokud ano, jak se to projevilo na kvalitě navrženého řízení?
- 3) Proč byla pro aproximaci použita polynomiální funkce právě osmého řádu?
- 4) Jaká hodnota byla použita pro poměr $ratio_i$ a proč?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 28.1.2020

Podpis: