

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>MPC Based Control Algorithms for Vehicle Control</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Cibulka Vít</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Department of Cybernetics
<b>Oponent práce:</b>	doc. Ing. Michal Kvasnica, PhD.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ÚIAM FCHPT STU v Bratislave

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Hlavným cieľom práce je návrh riadiacej stratégie založenej na koncepte prediktívneho riadenia na riadenie a stabilizáciu vozidiel. Zadanie pozostáva z 5 bodov: návrh nelineárneho matematického modelu, tvorba predikčného modelu, formulácia úlohy prediktívneho riadenia, implementácia v prostredí Matlab/Simulink a verifikácia. Ide o veľmi náročné zadanie, keďže koncept prediktívneho je vysoko netriviálny a jeho zvládnutie vyžaduje široké vedomosti z oblasti teórie riadenia, modelovania systémov a optimalizácie.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<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>	
Práca splnila všetky body zadania v plnom rozsahu. Tvorba nelineárneho matematického modelu je opísaná v kap. 2, pričom je analyzovaný aj twin-track aj single-track model vozidla. Predikčný model bol vytvorený pomocou Koopmanovho operátora, čo je demonštrované v kapitolách 3 a 4. Návrh, implementácia a verifikácia prediktívneho riadenia sú dokumentované v kapitole 5.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Všetky použité koncepty riešenia jednotlivých úloh boli zvolené správne. Kladne hodnotím využitie netriviálneho konceptu Koopmanovho operátora, ktorý dovoľuje dosiahnuť presnejší opis nelineárnej dynamiky v porovnaní s linearizovanými modelmi. Vhodnosť voľby teoretických konceptov je podporená výsledkami, ktoré jasne demonštrujú efektivitu zvolených metód. Na návrh riadenia študent využil kvadraticko/lineárnu formu prediktívneho riadenia využívajúcu Koopmanov predikčný model. Ide o veľmi vhodne zvolený prístup, ktorý v sebe kombinuje nízku výpočtovú náročnosť s vysokou mierou presnosti predikčného modelu.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práca je po odbornej stránke na veľmi vysokej úrovni, vysoko prekračujúcej štandardy kladené na diplomovú prácu. Kladne hodnotím snahu o presné technické a matematické vyjadrovanie sa, čo napomáha pochopiť zámery autora.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práca je po vizuálnej a jazykovej stránke na vysokej úrovni. Tento dobrý dojem však kazia občasné technické chyby, ako napr. nedokončená prvá veta v kap. 2, prípadne chýbajúca referencia na str. 33. Pozor si tiež treba dať na správne oddelenie čísiel a jednotiek medzerou, či samotný zápis jednotiek nie kurzívou, ale obyčajným písmom, prípadne správne číslovanie rovníc (napr. rovnice 5.2 a 5.3 nemajú byť označené číslom). Tieto drobné chyby však nijako výrazne neznižujú celkovo výbornú úroveň práce.	

**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 sa odkazuje na 24 literárnych zdrojov, ktoré boli vhodne zvolené a sú správne citované.

**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.*

Výsledky práce reportované v kap. 4 a 5 pre single-track model ukazujú, že všetky teoretické koncepty viedli k úspešnej realizácii hlavných cieľov práce. Využitie Koopmanovho operátora viedlo k presnejšej aproximácii nelineárneho modelu v porovnaní s linearizáciou. Pre twin-track model výsledky nie sú uspokojivé, čo je zrejme spôsobené vyššou mierou nelinearít v riadenom procese. Výsledky však jasne demonštrujú vysokú technickú erudáciu autora.

**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.*

Predkladaná diplomová práca je na veľmi vysokej technickej úrovni. Okrem realizácie hlavného cieľa, ktorým je návrh prediktívneho riadenia pre vozidlá, práca poskytuje aj nový postup na tvorbu Koopmanových modelov na základe multi-step predikcií. Zvládnutím vysoko netriviálnych teoretických a praktických konceptov diplomant jasne demonštroval svoju rozhladenosť v odbore a schopnosť tvorivo riešiť problémy.

Otázky:

- Vysvetlite voľbu parametrov „gamma“ a „ksi“ v rovnici (3.8)
- V rovnici (3.25) sa nachádza regularizačný člen  $||b||_2^2$ . Nebolo by lepšie použiť L1 regularizáciu? Aké by to malo výhody a nevýhody?
- V rovnici (5.6) je použitá iba jedna doplnková premenná „s“ pre celý predikčný horizont. Ide o chybu alebo o zámer?
- Ako boli volené hodnoty váhovacích matíc v rovnici (5.9) a aký vplyv by mala ich zmena na regulačný pochod?
- Pri použití prediktívneho riadenia na riadenie nelineárneho systému je vhodné použiť odhad stavov a porúch na kompenzáciu trvalej regulačnej odchýlky. Okomentujte možnosť návrhu takéhoto pozorovača na základe Koopmanovho modelu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 31.5.2019

Podpis: