

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vývoj řídicích systémů pro ochranu jízdní obálky pomocí nelineárního prediktivního řízení
Jméno autora:	Tomáš Velecký
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Denis Efremov
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání považuji za mimořádně náročné. Student se během práce musel seznámit se složitou jízdní dynamikou auta a navázat na stávající řešení ochrany jízdní obálky ve tvaru sady lineárních prediktivních regulátorů. V neposlední řadě student navrhl a odzkoušel své řešení ve tvaru nelineárního prediktivního regulátoru pro ochranu jízdní obálky auta.	

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 je splněno v plném rozsahu práce.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
<i>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.</i>	
Student byl velice aktivní a dodržoval dohodnuté termíny a byl vždy dostatečně připraven. Projevil dobré komunikační schopnosti, jak s výrobcem FORCESPRO, tak i ve vědecké společnosti při diskuzi s partnery z STU v Bratislavě. Nemám nic, co bych mohl vytknout.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Během práce student využil jak znalosti získané při studiu, tak i poznatky, které se ve škole neprobírají a které si autor musel nastudovat sám, například algoritmy nelineárního prediktivního řízení.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je dobře strukturovaná. Oceňuji, že ji autor napsal v anglickém jazyce na výborné úrovni a použil LaTeX na formátování dokumentu.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<i>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.</i>	
Nemám co vytknout.	

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 technické řešení odpovídá, jak z teoretického, tak i aplikačního pohledu, úrovni diplomové práce. Se studentem plánujeme dosažené výsledky publikovat ve formě konferenčního článku.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

S výsledkem práci jsem velmi spokojen. Jediné, co bych zde vytknul, je experimentální část, kterou student nestihl udělat dostatečně (z osobních i jiných důvodů) a která by odpovídala výsledkům jeho předchozí práce. Jelikož ve všech bodech hodnotím studenta nejlepším stupněm, tak i celkový výsledek práce hodnotím jako výborný.

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

Datum: 25.1.2021

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Driving Envelope Protection Using Nonlinear Model Predictive Control
Jméno autora:	Bc. Tomáš Velecký
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Department of Control Engineering
Oponent práce:	Ing. Jaroslav Pekař, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Garrett Motion Czech Republic s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
The topic is challenging and relevant to industry. The thesis covers the complete cycle of advanced controls design, including clear statements about the problem to be solved, problem analysis, control goals specification, mathematical modeling, formulation of control goals in a form of NLMP algorithm, solver selection and in simulation validation (using realistic car simulator).	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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>	
All listed goals of the thesis were achieved. The numerical solver CasADi has been replaced by FORCESPRO for good reasons, which has been well commented in the thesis. I have a minor reservation related to the last point of assignment "validation and verification", where I think the results should be documented and commented in a more detailed and clearer way.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
The solution of the problem is appropriate and correct. The first step is to create a model of a suitable complexity, which has been done in Chapter 3. I would like to highlight student's awareness about a need to further simplify the model to make it feasible for real-time optimization. Model creation is followed by driving envelope definition, MPC solver selection, MPC formulation and on simulator validation, in this order. Although the overall approach is appropriate and correct there are two items for discussion – analysis of problem convexity (if convex MPC is used), and eventually a missing step before going to the vehicle simulator – validation with "model-in-loop", where elementary functionality could be confirmed and validated. Perhaps this step was done but not documented?	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Technical level of the work is good. The student demonstrated his balanced theoretical and engineering knowledge by application of theoretical approaches (modeling, advanced controls, integration with the car simulator) to a practical problem. The literature references were selected carefully and are used in the text according to the expectations and common practices.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

The thesis is written in English, the chapters and sections are well organized. The readability and flow of the text is at very good level. Very few minor typos, like missing legend in Fig. 9.1 or 9.3, equation 3.2 (double = =). Overall, Chapter 9 and 11 should be more detailed, including clear statements about the results (e.g. linear MPC vs. Nonlinear MPC).

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.

The bibliography is at good level. All sources are clearly cited and marked. Number of cited sources (21) is as expected for a thesis of this type. Also, a split between the student's own and existing work is clear.

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.

The achieved results are aligned with my expectations with minor reservations. The thesis is a balance between the domain knowledge, application of theory and engineering work. That is a proof that student can apply his controls knowledge to complex real-world problems. As mentioned above, more details and documented results in the experimental part of the work would be appreciated.

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.

Overall quality of the presented thesis is good. Thanks to good readability, the work could be used as an introduction to the topic and as a base for future exploration. The work flow and selected approach is also appropriate, demonstrating student's capability to apply theoretical framework of advanced controls (MPC) to real world problem. A minor comment is related to Chapter 9 with experimental results, where I would expect more detailed summary of achieved results. The same is valid for concluding Chapter 11.

Proposed questions for discussion:

- Clear summary of achieved results with a discussion about potential benefits (if any) coming from linear No Control vs. MPC vs. NLMPC. Please try to use graphs to support the comparison (e.g. demonstration of constraints handling). In Fig 9.3 – there are some limits but seems they are not respected?
- Please comment on how the “preview” trajectories were selected in MPC and why (constant on prediction horizon vs. extrapolation vs. having full preview).

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

Datum: 28.1.2021

Podpis: