

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Algoritmy vedení po trati pro autonomní vozidlo
Jméno autora:	Bc. Jan Švancar
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Jan Filip
Pracoviště oponenta práce:	ISEE, 501 Massachusetts Ave, Cambridge, Massachusetts, USA

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce se zabývá návrhem řídicího algoritmu vedení po trati vozidla s nezávislým natáčením všech čtyř kol a jeho experimentálním ověřením na zmenšeném modelu. Toto zadání hodnotím jako mimořádně náročné, jak v teoretickém rozsahu, který propojuje řadu oborů (matematické modelování, syntézu řízení, vývoj vestavných systémů), tak i v jeho experimentálním ověření, protože úplné splnění zadání závisí na počátečním technickém stavu testovací platformy. Odstranění problémů na platformě, se kterými se student při integraci a nasazení algoritmu setká, není přímo zachyceno v bodech zadání, přesto se může stát časově nejnáročnější položkou práce.	

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>	
Práce pokrývá veškeré body zadání. Z výsledků experimentů je bohužel patrné, že byly prováděny v nedostatku času. Množství experimentů provedených k ověření a porovnání algoritmů je nízké. Navržený algoritmus v experimentu vykazoval nedostatky, které mohly být odstraněny skrze opakované experimenty, nebo větší přípravu celého řešení v simulaci. Body zadání 3 a 4 proto hodnotím jako splněné s výhradami.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup se skládá z řešerše, matematického modelování, návrhu řízení a jeho experimentálního ověření. Postup a metody jsou správné. V řešení bych doporučil více využít simulátor zmíněný v sekci 3.4. Pokud se během práce vyskytly problémy s integrací do hardwarové platformy, které opoždily možnost provádět experimenty, pomohlo by algoritmus připravit pro testování v simulaci. Tento postup by byl prospěšný nejen pro přípravu nástrojů k efektivnímu zpracování a porovnání výsledků, ale zejména pro vyšší bezpečnost prováděných experimentů. Nedostatek MPC řešení, který se při experimentu projevil, mohl být rizikový z hlediska možného poškození platformy a omezení dalších experimentů. Využití simulace by pomohlo podobnému problému předejít.	

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, demonstruje teoretické znalosti diplomanta získané studiem, jeho schopnost samostatné práce a rozšiřování znalostí četbou odborných článků.	

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

Oceňuji, že je práce napsaná v anglickém jazyce. V textu jsou bohužel časté gramatické chyby, překlepy, chybně (ne)vysázené příkazy pro matematické vzorce, záměny písmen z/y, a formulace, které snižují čtivost práce. Tyto nedostatky vyvolávají dojem, že finální text práce byl připraven ve spěchu a neprošel řádnou korekturou, což kazí celkový dojem. Přiložené grafy obsahují několik chyb v jednotkách, překlepy v názvech a nejednotný grafický vzhled. Těmto nedostatkům lze předejít, pokud by jejich tvorba byla zautomatizována. Větší rozsah práce mohl být věnován experimentálnímu ověření a diskusi výsledků. Mimo tyto nedostatky práce dobře dokumentuje jednotlivé kroky řešení a bude vhodným zdrojem pro navazující studentské práce.

Výběr zdrojů, korektnost citací

D - uspokojivě

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.

Student navazuje na předchozí publikační výsledky své výzkumné skupiny a vychází z relevantních, vhodně zvolených zdrojů. Citace jsou úplné a v souladu s normami. V kapitole věnované popisu platformy není bohužel jasně oddělen vlastní přínos studenta a není zřejmé, jaký je jeho podíl na autorství platformy. Kapitoly věnované identifikaci modelu a návrhu prediktivního řízení mohly být hlouběji ukotveny v dostupných pramenech a odkazovat se v jednotlivých krocích návrhu na již existující publikace, případně se vymezit vůči jejich nedostatkům a zdůvodnit vhodnější postupy řešení. Prameny ze zadání [2]-[5], které by pro tento krok byly vhodné, nejsou v práci explicitně využity.

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.

V návrhu budoucích kroků bych ocenil i diskusi zmíněného známého problému MPC řešení a postupu, jak by měl být odstraněn. Tento problém zjevně zabránil provádění komplexnějších experimentů, hlubšímu porovnání obou řešení, i praktickému využití navrženého řešení v demonstrátoru. Druhý z experimentů, který kapitola 7 uvádí, není v textu práce popsán. Drobnou výhradu mám také k identifikaci podélné dynamiky, která je založena na velmi krátkém experimentu a hledání parametrů za pomoci optimalizace. Zde by bylo vhodnější nasbírat větší množství odezev, nebo na malém souboru použít klasické metody identifikace skokové odezvy a zaměřit se, aby ustálená hodnota a časová konstanta modelu lépe odpovídaly změřeným datům.

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.

Diplomant prokázal schopnost samostatně řešit komplexní inženýrský problém. Navržené řešení pokrývá širokou problematiku od teoretického návrhu až po praktickou implementaci a validaci. Zadání vnímám jako mimořádně náročné. K práci mám následující otázky:

1. Jaká je v modelu stranové dynamiky vozidla fyzikální jednotka tuhostí C_r a C_f ? Jak byste řádovou analýzou okomentoval vysoké hodnoty I_z , C_r a C_f které vzešly z použití optimalizačních metod v prvním identifikačním experimentu v sekci 3.3?
2. Jak jste při návrhu a ověření řízení využil simulátor popsáný v sekci 3.4?
3. Jaký postup byste v MPC algoritmu navrhl pro odstranění problému omezeného pracovního rozsahu z hlediska úhlu kurzu vozidla?

Předloženou závěrečnou práci vzhledem k náročnosti zadání hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 31.1.2023

Podpis: