

Posudek vedoucího diplomové práce

Název práce: Localization and advanced control for autonomous model cars

Jméno autora: Bc. David Kopecký

Vedoucí práce: Ing. Michal Sojka, Ph.D.

ČVUT CIIRC, oddělení průmyslové informatiky

Cílem posuzované práce bylo aplikovat moderní metody řízení na úlohu sledování naplánované trajektorie modelem závodního auta. Snahou bylo přenést do reálného světa výsledky loňské diplomové práce Jana Filipa, kde se stejná úloha řešila jen v simulaci.

David Kopecký spolupracuje s naší skupinou od jara 2018, kdy se mu ve spolupráci s dalšími studenty v rámci týmového projektu podařilo vyhrát mezinárodní soutěž autonomních formulí F1/10. V dalším, podzimním, kole soutěže se náš tým umístili až na třetím místě a je tedy zřejmé, že jednou z motivací studenta pro práci na tomto tématu byla snaha o lepší umístění našeho týmu v budoucích kolech soutěže.

Pro nasazení algoritmů, navržených Janem Filipem, v reálném prostředí závodního autíčka nestačilo tyto algoritmy pouze implementovat a "spustit" na modelu auta, ale bylo potřeba vyřešit mnoho dílčích problémů, které jsou v simulovaném prostředí snadné. Jedná se zejména o identifikaci kinematického modelu auta, vytvoření mapy reálné tratě, lokalizaci auta na této trati a naplánování trajektorie. Všechny tyto problémy pan Kopecký uspokojivě vyřešil a nakonec se mu podařilo implementovat i LQR a MPC řízení pro sledování trajektorie. Obě metody fungují, nicméně z nepublikovaných experimentů je vidět, že pro úspěšné nasazení algoritmů v soutěži je bude potřeba ještě trochu vylepšit.

Se studentem se spolupracovalo velmi dobře. Jedná se o aktivního a motivovaného studenta. Pracoval samostatně, práci si sám rozvrhl i organizoval. Konzultace s ním byly velmi efektivní – k problémům, na které narazil, měl vždy připraveno několik možných řešení a velmi rychle se mu dařilo je překonávat. Poslední experimenty sice probíhaly asi týden před odevzdáním, ale dostat se až k nim vyžadovalo velké úsilí a o moc rychleji postupovat nešlo. Navíc, současně s diplomovou prací nám částečně pomáhal i s projektem autonomního řízení skutečného auta, na kterém s námi naplno spolupracoval dříve.

Celkově jsem s prací pana Kopeckého velmi spokojen a hodnotím ji stupněm **A - výborně**.

V Praze dne 4. června 2019

Ing. Michal Sojka, Ph.D.

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Localization and advanced control for autonomous model cars
Jméno autora:	David Kopecký
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Martin Vajnar
Pracoviště oponenta práce:	Valeo Autoklimatizace k.s., Sazečská 247/2, Praha

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce navazuje na předchozí výsledky vývoje, kterých bylo dosaženo v rámci diplomových prací a týmových projektů. Zadání hodnotím jako náročnější, jelikož vyžadovalo znalosti z oblastí teorie řízení, statistiky, vývoje vestavných systémů a experimentální ověření dosažených výsledků.	
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>	
Všechny body zadání byly splněny. Diplomant poskytuje porovnání několika přístupů k řešení dílčích problémů (lokalizace a strategie řízení). Tímto student překonává body 3 a 4 zadání.	
Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Těžiskem práce je lokalizace a následně byly prozkoumány různé strategie řízení vycházející z předchozích prací. Diplomant diskutoval několik přístupů s ohledem na kvalitu řízení a využití výpočetních prostředků. Vzhledem k rozsahu řešené problematiky byl zvolený postup správný.	
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>	
Student plně využil znalosti získané studiem oboru zahrnující využití předchozích teoretických výsledků, jejich rozšíření, převedení do praktické formy a experimentální ověření.	
Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psaná čtivě s minimem překlepů. Text je hojně doplněn ilustračními obrázky a grafy s výsledky experimentů. Student prokázal, že je schopný rozšiřovat své znalosti studiem odpovídající literatury a získané poznatky aplikovat. Rozsah práce odpovídá požadavkům.	
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>	
Student se seznámil se současným stavem poznání v dané oblasti, což dokládá vhodně použitými citacemi. Citace jsou použity korektně.	

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.

Oceňuji předvedení implementovaného řešení na fyzické platformě a modulární přístup k řešení úlohy, který umožní snadné budoucí rozšíření.

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 předvedl, že je schopný samostatně vyřešit komplexní inženýrský problém zahrnující znalosti z mnoha oblastí. Výsledné řešení otestoval v praxi a navrhnul možné směry budoucího vývoje vytvořené platformy pro autonomní řízení.

K práci mám následující otázky:

1. Projevilo se nějakým způsobem zanedbání dynamiky servo motoru při vyšších jízdních rychlostech?
2. Použité algoritmy (MPC, částicový filtr) jsou relativně výpočetně náročné. Byla analyzována vytíženost procesoru?

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

Datum: 2.6.2019

Podpis: Martin Vajnar