

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Physical human-machine interaction with a small multirotor helicopter
Jméno autora:	Daniel Smrčka
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Milan Rollo, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra počítačů

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce je výzkumně zaměřená, cílem autora bylo řešení problematiky interakce člověka s bezpilotním prostředkem. Práce vyžadovala znalost aktuálního stavu problematiky v oblasti řízení bezpilotních prostředků, identifikace systémů, odhadování stavů, Kalmanových filtrů a admitančního řízení. Autor v práci prošel celým řetězcem, od návrhu multikoptéry, přes její konstrukci, identifikaci parametrů a model v simulátoru, až k návrhu Kalmanových filtrů, implementaci řídicích algoritmů a otestování vlastností systému v simulaci. Práce navazovala na již existující framework a vyžadovala od autora nutnost se seznámit s jeho konceptem a rozšířit jej o další metody.	

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>	
Lze konstatovat, že zadání bylo splněno. Autor navrhl a sestrojil bezpilotní prostředek, který využil pro identifikace parametrů systému a tvorbu modelu v prostředí Gazebo. Model rozšířil o možnost působení externí síly. Navrhl a implementoval stavové estimátory umožňující identifikovat působící síly bez nutnosti externího senzorkého vybavení. Implementoval dvě metody – LKF a UKF. Implementoval algoritmus admitančního řízení, který reagoval na působící externí sílu. Výstupy byly ověřené v simulaci, protože výkon integrovaného palubního počítače (RPI 4) nedostačoval pro běh algoritmů přímo na palubě.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Je zřejmé, že autor se v rámci spolupráce s výzkumnou skupinou na katedře kybernetiky problematice věnuje dlouhodobě, má velmi dobrý přehled o současném stavu problematiky, dostupných algoritmech, jejich omezeních a vlivu parametrů na jejich vlastnosti a výpočetní náročnost. Z tohoto důvodu měl jasnou představu o tom, jak při řešení práce postupovat. Práce je vhodně strukturována, představuje obecně problematiku, její formulaci, dostupné metody a algoritmy a jejich nedostatky. Následuje představení vyvinutého systému, od návrhu hardware, identifikaci systému, návrh a implementaci stavových estimátorů a řídicího algoritmu, až po experimentální ověření.	

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>	
Práce je po odborné stránce na velmi dobré úrovni a je zřejmé, že autor má výborný přehled o současném stavu řešené problematiky. Práce obsahuje shrnutí state-of-the-art metod a algoritmů ve všech dílčích oblastech. Řešené téma je velmi aktuální s ohledem na rychle se rozvíjející oblast bezpilotních prostředků a jejich využití v indoor prostředí, kde bude nevyhnutelně docházet k interakci s člověkem. Autor při řešení problému využívá framework vyvinutý ve skupině MRS, který je ve rozsáhlý a komplexní a jeho pochopení a následné rozšíření o nové metody je samo o sobě netriviální. Autor prokázal výbornou znalost v oblasti teorie řízení, kterou prakticky aplikoval na různých úrovních – v rámci identifikace systému, tvorby lineárních a nelineárních modelů, návrhu řídicích algoritmů. Rozsah aktivit a znalostí prezentovaný v práci je značný.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

A - výborně

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Po formální a typografické stránce je práce kvalitně zpracována, je vhodně členěna do kapitol a sekcí, obsahuje všechny náležité části. Práce je zpracována v anglickém jazyce na velmi dobré úrovni.

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.

Autor se v práci odkazuje na 36 publikačních zdrojů, přičemž v převážné většině jde o odbornou literaturu. Jedná se o relevantní a aktuální publikace, případně klasické práce z oblasti teorie řízení. Zdroje jsou v práci řádně citovány a odlišeny od vlastních úvah. Citace jsou v souladu s konvencemi.

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.

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.

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

Cíle vytyčené v zadání práce byly splněny. Autor navrhl a implementoval systém umožňující interakci bezpilotního prostředku s člověkem. Autor prokázal velmi dobrý přehled v aktuálním stavu problematiky, přičemž navazoval na předcházející teoretickou práci ve skupině multirobotických systémů v rámci vývoje frameworku MRS. Vyvinutý systém je na úrovni současného state-of-the-art, předpokládám, že bude publikován na odborném fóru. Práce je psaná v anglickém jazyce, po formální stránce je kvalitě zpracována.

Při obhajobě doporučuji položit autorovi následující doplňující dotaz:

1. Jakým způsobem by bylo třeba navržené systémy rozšířit či modifikovat, aby bylo možné detekovat v práci zmíněné efekty způsobené prouděním vzduchu, konkrétně „ground and wall effect“?

Datum: 25.8.2021

Podpis: Milan Rollo