

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Implementace algoritmu tlumení kyvu břemene v autopilotu PX4
Jméno autora:	Jan Rychtera
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav přístrojové a řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Matěj Kuře
Pracoviště oponenta práce:	Ústav přístrojové a řídicí techniky, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Cílem práce je seznámit se s autopilotem PX4 (Pixhawk), propojit ho s MATLABem/Simulinkem a simulačně na něm (HIL) ověřit algoritmus pro prevenci kmitů zavěšeného břemene pomocí tvarování signálu. Zadání práce považuji za standardně náročné.	

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>	
Student naplnil všechny body zadání.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student se nejprve seznámil s jednotlivými komponentami potřebnými ke komunikaci s PX4 a s algoritmem. Poté je nainstaloval a postupně je začal implementovat a ověřovat jejich funkcionalitu. Z jednotlivých funkčních bloků nakonec vytvořil finální simulaci, běžící na hardwaru autopilota PX4. Zvolený postup považuji za správný.	

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>	
Po odborné stránce je práce na velmi dobré úrovni. Student ve své práci prokázal, že dané problematice rozumí a dokáže získané znalosti použít při implementaci algoritmu a následného simulačního ověření na hardware pomocí nástrojů MATLAB (a jeho toolboxů) a Simulink. Na druhou stranu mám pár drobných výhrad k rešeršní části, viz níže v části Výběr zdrojů.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	D - uspokojivě
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Po formální stránce je práce na dobré úrovni. Práce je rozdělena do kapitol, kapitoly jsou číslované stejně tak jako obrázky a rovnice. Na druhou stranu, podle mého názoru, je formátování částečně odfláknuté. Nadpisy první úrovně a podnadpisy mají jiné odsazení řádku, odstavce mají dle mého názoru zbytečně velké odsazení prvního řádku, které není konstantní v rámci dokumentu, a dokonce ani kapitoly (viz např. Kap. 1.2). Student zároveň není konzistentní v používání referencí: v Kap. 1 používá „figure [x.x.x]“ a na konci práce v Kap. 11 „fig [x.x.x]“. Doporučuji používat standardní Fig. X.x. Zároveň si myslím, že práce obsahuje příliš mnoho kapitol (celkem 13) na rozsah práce (36 stran), což průměrně nedává ani 3 stránky na kapitolu (včetně obrázků).	
Práce je napsaná v angličtině a i přesto, že se jedná o první větší práci studenta psanou v angličtině, při které je určitá tolerance chyb na místě, si myslím, že to bylo příliš velké sousto, které student ne úplně dobře zvládl. Práce se mi těžko četla, konstrukce vět mi přijde na půl mezi angličtinou a češtinou a student ne vždy používá, dle mého názoru, vhodné	

výrazy. Zároveň práce podle mě obsahuje spoustu výplňového textu bez přidané hodnoty (opakující se úvodní odstavce u kapitol a podkapitol a shrnující odstavce na konci kapitol/sekcí).

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

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 je podložena 17 zdroji, které se skládají z 8 vědeckých článků, 1 monografie, 1 diplomové práce a online dokumentace k hardware i software. Použité zdroje považuji za relevantní. Autor cituje dle zvyklostí a přejaté části jsou odlišeny od vlastní práce. Nicméně mi rešeršní část přijde slabá. Dle mého názoru práci chybí uvedení kontextu, např. jestli existují i jiné autopiloty a komunikační protokoly, a jak si proti nim zvolené řešení stojí, kde, pokud vůbec, se používají tvarovače signálů nebo jestli existují i jiné algoritmy na tlumení kyvů zavěšených nákladů.

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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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.

Předložená bakalářská práce se zabývá implementací algoritmu tlumení kyvu zavěšeného břemene a jeho simulačním ověření (HIL) v autopilotu PX4 na hardwaru Pixhawk 6X. Student ve své práci nejprve seznamuje čtenáře se základní mechanikou letu kvadkoptéry, poté představuje použitý hardware a algoritmus. V druhé části práce popisuje potřebné softwarové nástroje (MATLAB/Simulink + toolboxy), implementaci algoritmu pro simulační ověření na HW, a nakonec komentuje dosažené výsledky.

Práce na mě působí dojmem, že se student snažil splnit zadání s minimální snahou udělat cokoli navíc nebo víc do hloubky a zároveň naplnit rozsah. Částečně se to odráží v rešeršní části, kde jsou popsány použité nástroje a komponenty, nicméně širší kontext chybí, a částečně v praktické části práce, kde student na můj v kus až moc zdůrazňuje, že jako potvrzení konceptu jsou jeho kroky dostačující a víc do detailu nejde. Zároveň mi přijde, že práce obsahuje dost výplňových vět zvláště na začátcích a koncích kapitol, či sekcí.

K formální i jazykové stránce mám pár výtek, viz bod II., část Formální a jazyková úroveň.

Negativně také hodnotím, že u předložené práce chybí přílohy, tj. modely a skripty, které student vytvořil a používal. Nelze tak transparentně ověřit výsledky a závěry.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

K práci mám následující otázky:

V kapitole 2.2 na str. 6 tvrdíte:

„At last, there is a USB-C port for powering and data transfer while connected to the ground station such as computer. This is a significant upgrade over the micro-USB used on older models such as Pixhawk 1. This upgrade does significantly reduce the time of setup and starting of models from computer, over the older models.“

Mohl byste mi vysvětlit více do detailu, čím a jak moc změna konektoru výrazně snižuje dobu nastavení a spuštění modelu?

V kapitole 4.4 píšete:

„... a time distributed zero vibration shaper (DZV) [13] [16] [14], that may result in better functionality and more desired results, but their implementation can bring other difficulties [13] [16] [14].“

Vaše vyjádření je celkem obecné a abstraktní. Mohl byste více do detailu rozvést výhody tvarovače s distribuovaným zpožděním?

V kapitole 8 ve výčtu použitých bloků uvádíte i blok zpoždění, u kterého píšete:

„Thing to note is that the delay is dependent on sampling time of Simulink. With different sample time, different inputs need to be inputted, for desired functionality.“

Mohl byste více objasnit, jak se mění zpoždění v závislosti na vzorkování? Uvažujme například, že potřebné zpoždění je 123,4 ms.

Datum: 20.6.2024

Podpis: