POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Modelování robotické helikoptéry**
Jméno autora:	**Bc. Petr Bartoš**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra měření, ČVUT FEL
Oponent práce:	Ing. Tomáš Báča
Pracoviště oponenta práce:	Katedra kybernetiky, ČVUT FEL

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání — průměrně náročné

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Zadání si klade za cíl identifikaci dynamického modelu, dnes již běžné, vícerotorové helikoptéry. Téma je adekvátní pro magisterskou diplomovou práci.

Splnění zadání — splněno

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.

Autor splnil všechny body zadání. Byť mám výhrady ke zvolenému postupu, autor došel k výsledkům které budou za určitých podmínek použitelné pro ladění regulátorů.

Zvolený postup řešení — částečně vhodný

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Autor v úvodu prezentuje odvození dynamického modelu letounu. V dynamickém modelu autor správně odlišil dva pod-modely: část „náklonovou“ a „translační“. Dále prezentuje přístupy indentifikace systémů, jmenovitě „Grey box“ a „Black box“. Po bezmála 20 stranách odvozování modelu, se však autor rozhodl pro Black box identifikaci, která není dle mého soudu na místě. Chápu, že se autorovi možná nechtělo dekomponovat letoun na jednotlivé komponenty a měřit momenty setrvačnosti, ale přistupovat k identifikaci tak, že model letounu prakticky vůbec neznáme je kontraproduktivní. V práci navíc není dostatečně vysvětlené, že helikoptéra, ta jak je autorovi dostupná, je osazená „palubní stabilizací“, která se stará o regulaci orientace letounu a identifikace modelu se provádí s již uzavřenou zpětnovazební smyčkou stabilizace. Toto je obvyklé, nicméně poté odpadá nutnost identifikace velké části modelu, která je takříkajíc „odstíněna“ zpětnou vaznou a veškeré neznámé přenosy jsou přenosy daného subsystému ve zpětné vazbě (kterými jsou zpravidla přenosy prvního řádu). S takto uzavřenou smyčku nebylo nutné provádět odvození dynamiky na úrovni momentů setrvačnosti a krouticích momentů. Na místo toho aby autor tuto skutečnost zohlednil a představil zjednodušený model, s novými, hledanými parametry, se vydává cestou „Black box“. Neznámé přenosy modeluje pomocí přenosu 1. řádu s dopravním zpožděním. Jelikož v práci není dobře popsané, mezi jakými stavovými proměnnými přenosy hledá, nemohu to říci s jistotou, nicméně je možné, že dopravní zpoždění v jeho případě supluje chybějící řád systému.

Poslední kapitola, která se zabývá samotnou identifikací, nereflektuje znalosti, které autor o letounu nabyl odvozováním jeho modelu. Autor na straně 38 píše, že rychlost stoupání/klesání je úrčena kolektivním tahem rotorů. Tahu rotorů je však úměrné zrychlení. Stejně tak píše, že rychlosti v osách X a Y jsou úměrné náklonu helikoptéry. Opět je to zrychlení, které je úměrné náklonům (v lineární aproximaci). Z textu není zřejmé, jaké přenosy (strana 39) autor identifikoval, prezentace v této kapitole by si jistě zasložila rozšířit o ilustrace dynamického systému, který autor identifikuje. Z výsledných grafů soudím že autor nejspíše opravdu dospěl k přenosům, které svými odezvami odpovídají chování letounu, pouze kapitola a popisný text nejsou příliš dobře napsané.

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Odborná úroveň	D - uspokojivě

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

První část práce, která se zabývá odvozením a formalizací dynamiky letounu je na výborné úrovni. V dobré, kondenzované formě je představen celý postup odvození. Tuto skutečnost hodnotím velmi pozitivně. Taktéž, kapitola, která se zabývá možnostmi identifikace dynamických systémů je solidní. Poslední kapitola (4), kde se student zabývá samotnou identifikací je spíše slabší. Text je hůře strukturovaný a je těžší sledovat jakým směrem se postup vydává v kontextu prvních kapitol. Zdá se, že autora krok od teoretického úvodu k praktické aplikaci zaskočil, a práce přeneseně řečeno „sjela z kolejí". Výsledný model, jehož parametry autor identifikoval, je dosti zjednodušený oproti plnohodnotné dynamice prezentované v úvodu. Model bude platný pouze pro malé náklony a dynamiku kolem visu. V závěru práce mi taktéž chybí kompletní popis dynamického systému, u něhož autor přenosy identifikoval. Pokud bych měl na jeho práci navazovat bez předchozích znalostí, není zřejmé jak model sestavit.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	D - uspokojivě

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

Text práce je psaný česky, čtivou a srozumitelnou formou. Práce je po gramatické úrovni na výborné úrovni, text netrpí na překlepy a ani gramatické chyby. Rozsah textu (jako celek) je adekvátní. Pouze místy je čitelnost snížena počešťováním anglických výrazů, které není zcela korektní. Oproti tomu grafické materiály v práci jsou slabší. Mimo vlastních výsledků v poslední kapitole práce neobsahuje žádné vlastní obrázky. Vše do strany 30 je převzaté, čímž prezentace trpí kvalitativně ve dvou směrech: obrázky a texty v nich jsou hůře čitelné díky kompresi či rozlišení a ne vždy zapadají do textu. Bral bych za samozřejmé, že absolvent magisterského technického oboru si bude schopen doprovodit text vlastními ilustračními materiály, vytvořenými na míru danému obsahu. Práce je svým způsobem krátká, uvážím-li, že prvních 30 stran tvoří „teoretický úvod" který není z většiny použitý při identifikaci skutečného modelu letounu. Vlastní práci autora je věnováno následujících 14 stran.

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.

Výběr zdrojů je spíše stručnější. Citování je uspokojivé, místy nedostatečné. Např. kapitola o experimentálním určení točivého momentu (3.1.3) je překlad části článku [10] do češtiny. Citovány jsou v ní pouze převzaté obrázky. Jako čtenář jsem z kapitoly nejprve nabyl dojmu, že na odvození a postupu má autor práce alepoň nějaký podíl. Taková praktika se mi nelíbí, navíc pokud text pouze „nafukuje" práci (zmiňovaný postup nebyl vůbec použit).

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.

Závěrečná práce je tématem příbuzná mému vlastnímu výzkumu. Proto také chápu, že letové testy se skutečnou helikoptérou jsou pracné, náročné na přípravu a ne vždy se vše ubírá zamýšleným směrem. V kontextu této skutečnosti mi výsledky přijdou dostatečné. Zpracování v závěru by však mohlo být provedeno pečlivěji a lépe v duchu klasických přístupů z oboru automatického řízení. Práci hodnotím jako uspokojivou zvláště díky kvalitě poslední kapitoly. Kapitola je méně srozumnitelná a neopírá se o teorii a model z první části textu.

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji klasifikačním stupněm D - uspokojivě.

Otázky pro autora:

- Pozici a orientaci dronu v prostoru určujete ve *„světovém inerciálním souřadném systému“*, který jak píšete, má počátek na zemském povrchu. Je souřadný systém spjatý s povrchem Země skutečně inerciální? Proč ho tak nazýváte?
- Při řešení přetížené soustavy lineárních rovnic v 4.2.1 jste použil SVD rozklad. Je to nutné? Za jakých podmínek by stačilo vyjít z řešení *„normální rovnice soustavy“*, kterou jste uvedl v (4.1)?
- Všechny identifikované přenosy obsahují značně velké dopravní zpoždění (desetiny sekundy). Jaká je Vaše domněka o původu zpoždění?

Datum: 22. ledna 2019 Podpis: