

## Posudek oponenta bakalářské práce

Jméno studenta: **Jan Machálek**  
Název práce: Automatic Control of an Unmanned Aerial Vehicle in Robot Operating System  
Vedoucí práce: Ing. Tomáš Báča  
Oponent: **Ing. Jan Chudoba, ČVUT v Praze, CIIRC**

Úkolem studenta bylo navrhnout a implementovat regulátor pro řízení robotické helikoptéry, který nahradí closed-source regulátor aktuálně používaný na pracovišti vedoucího práce. Student navrhl a implementoval 2 typy regulátorů (backstepping a PID regulátor), které integroval do systému ROS podle požadavků zadání. Funkce regulátorů byla prokazatelně otestována v simulačním prostředí Gazebo i na reálné helikoptěře.

Text práce je psaný v anglickém jazyce. Úroveň jazyka hodnotím jako velmi špatnou, jak z hlediska stylu psaní tak z hlediska chyb typu chybějících slov, což je v práci častý jev. Celý text je tak špatně čitelný a na mnoha místech nesrozumitelný. Drobné chyby jsou i v sazbě textu. Číslování kapitol postrádající číslo části (Part) je velmi nepříjemné pro odkazování se na kapitoly textu.

V práci je i řada chyb a nedostatků z odborného hlediska. Některé uvedené rovnice, kde jsou pouze dosazeny dříve uvedené vzorce jsou nadbytečné a zbytečně čtenáře zatěžují informací která je zřejmá (např. rovnice č. 6). V sekci 2/3.2 je provedena identifikace, není však jasné jakým způsobem. Graf na obrázku 7 zobrazuje rozdíl v chování identifikovaného systému, ovšem není jasné zda je identifikace provedena správně, vzhledem k evidentní odchylce časové konstanty modelu od referenčního systému. Z obrázku 8 si lze udělat jen omezenou představu o chování modelu, neboť referenční veličina se mění pouze lineárně. Zcela nedostatečný je popis výsledného modelu v sekci 2/3.3. V rovnici 16 je definována veličina  $H(s)$ , která není nikde dál blíže popsána ani (pod tímto označením) použita. Soustava rovnic 17 zřejmě popisuje nějaký stavový model – co však jednotlivé stavy  $x_i$  znamenají, jsem se bohužel nedozvěděl. Vzhledem k tomu že se na tyto stavy následující text práce hojně odkazuje, je absence této informace kritická.

Část 3 popisuje návrh regulátorů. V podkapitolách 1.2 a 1.3 není jasný význam písmenka a ve vzorcích. Podkapitola 1.4 je celkově nejasná. V podkapitole 2.2 je zcela zbytečně uvedeno odvození regulátoru pro klopení, jehož výsledek je shodný s výsledkem pro klonění stroje. V sekci 2.3.1 není jasné, odkud se vzaly parametry  $k_1$  a  $k_2$ . V grafu na obrázku 14 pak není jasné, jak vznikla červená křivka „output“ a jaký je důvod jejího výrazného rozdílu oproti zbývajícím.

V části 4 je popsána simulace chování regulátorů v prostředí Matlab. Tabulka 6 uvádí parametry PID regulátoru, není však vůbec jasné jak byly získány. Proto si není možné ani udělat obrázek o tom, proč chování regulátoru vykazuje významný překmit, jak je vidět v obrázku 15 a vyvolává to otázku, zda je regulátor naladěn správně.

V závěru práce jsou dokumentovány experimenty v simulátoru Gazebo a na reálné helikoptěře, ze kterých je patrné, že implementované regulátory vykazují (zpravidla) horší chování než původní regulátor, ale pro zamýšlený účel dostačující. U popisu těchto experimentů bych kromě uvedených grafů ocenil i číselné vyjádření kvality regulace, resp. regulační odchylky.

Konstatuji, že všechny body zadání práce byly splněny. Práci proto doporučuji k obhajobě a vzhledem ke zmíněným nedostatkům v textu práce ji doporučuji hodnotit stupněm

**C – dobře.**

V Praze dne 1.6.2018

Jan Chudoba