

Recenzní posudek diplomové práce

LQG regulace v reálném čase v prostředí MATLAB

Student: **Bc. Jan Hudský**

Akademický rok: 2022/2023

Studijní program: N0714A150005 Automatické řízení

Recenzent: Ing. Daniel Honc. Ph.D., Univerzita Pardubice

Cílem práce bylo vytvořit program v prostředí MATLAB, který bude realizovat LQ řízení lineárního jednorozměrného systému pomocí Arduino Due.

V teoretické části práce je na cca. 20 stranách uveden obecný popis dynamického systému ve smyslu řízené soustavy a jeho matematický model jak v časově spojité, tak i diskrétní oblasti. Dále je popsán LQ regulátor a metody pro jeho návrh ve spojité i diskrétní oblasti na konečném i nekonečném horizontu řízení. V závěru teoretické části je uveden návrh deterministického stavového pozorovatele.

V praktické části práce je na cca. 30 stranách popsána laboratorní soustava, je uveden její analytický matematický model, popsáno Arduino Due, MATLAB, GUI MATLABu a komunikace přes sériovou linku. V další části je nominální matematický model vycházející z hodnot elektrických součástek verifikován a zpřesněn, jsou provedeny simulované řídicí experimenty a navrženo GUI aplikace ve třech režimech – základním, návrhovém a řídicím včetně ošetření nepřipustných situací. Ke konci praktické části práce jsou provedeny reálné experimenty a jejich výsledky jsou porovnány s výsledky simulací. V závěru práce jsou shrnuty a zhodnoceny výsledky práce.

V příloze práce jsou uvedeny zdrojové kódy MATLABu.

Diplomant prokázal dobré znalosti problematiky modelování, experimentální identifikace a stavového řízení. V praktické části vytvořil model zařízení, navrhnul pozorovatele, stavový regulátor a odsimuloval regulační experimenty pro měnící se žádanou hodnotu. Vytvořil GUI aplikace a své řešení získané při simulacích do ní přenesl. Student provedl reálné experimenty a jejich výsledek porovnal se simulacemi.

Diplomant použil adekvátní metody. Práce má poměrně logickou strukturu. Po formální a jazykové stránce je práce spíše průměrná. S diskuzí výsledků v závěru práce se nedá úplně souhlasit. V práci je uvedeno dostatečné množství literárních zdrojů a jsou korektně citovány.

K práci mám následující poznámky, výtky, výhrady:

1. Architektura aplikace by se dala navrhnout lépe.
2. Tabulka 2.2 – Hodnoty vektoru k obsahuje stejné hodnoty jak tabulka Tabulka 2.1 – Nominální hodnoty součástek, ale měla by obsahovat korekce nominálních hodnot součástek.
3. Schémata nejsou graficky konzistentní.
4. Grafy by měly mít stejné rozsahy os, aby byly výsledky jednoduše porovnatelné.
5. Porovnání pochodů zakreslených v aplikaci se simulacemi také není úplně ideální – skoky jsou provedeny v různých časech a jsou různě dlouhé. U reálných experimentů je použita jiná hodnota omezení akční veličiny než u simulací.
6. V závěru práce se student místo zhodnocení svých výsledků spíše soustředil na možné modifikace a rozšíření aplikace.

7. Tvzení „Pro další vývoj a rozšíření práce by mělo smysl zkoumat adaptivní algoritmy, zejména Model Reference Adaptive Control (MRAC) a adaptivní řízení založené na Lyapunovově teorii stability.“ mi nedává moc smysl. Proč? Jedná se nelineární systém nebo se jeho parametry v čase měnily?
8. Stejně tak nemá logiku tvzení „V kontextu našeho systému, kde je možné měřit tři ze čtyř stavů, by mohl být výhodný přístup k adaptivním algoritmům, který by poskytl vylepšený odhad pro čtvrtý, nezměřený stav.“. Vždyť již použitý stavový pozorovatel bez větších problémů odhaduje všechny čtyři stavy systému i když jsou jen tři měřitelné.
9. Zda by adaptivní metody „mohly dynamicky aktualizovat parametry v závislosti na měřených datech a modelech, čímž by byla zvýšena robustnost a citlivost systému v různých podmínkách“ o tom by se dalo polemizovat.
10. Závěrečné tvzení „Shrnutím výše uvedeného lze konstatovat, že tato diplomová práce úspěšně dosáhla svých cílů, poskytla pevný základ v oblasti automatizace a řízení, s potenciálem pro další výzkum a inovace v oblasti adaptivního řízení.“ je poměrně silné.

I přes výše uvedené připomínky lze konstatovat, že všechny body zadání práce byly splněny a práce splňuje požadavky kladené na tento typ závěrečných prací.

Diplomant by měl při obhajobě zodpovědět následující otázky:

1. Jak byste vysvětlil princip adaptivního řízení? Co by znamenalo případné použití určitého adaptivního přístupu pro Vaši aplikaci?

Předloženou diplomovou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení: **C**

Datum: 1. září 2023

Ing. Daniel Honc, Ph.D.