

Oponentní posudek diplomové práce

Autor diplomové práce: Bc. Ladislav Jedlička
Název práce: Simulace řízení dynamických systémů stavovými regulátory
v prostředí LabView
Oponent práce: Ing. Lukáš Hubka, Ph.D.

Cílem diplomové práce bylo vytvořit program v LabView, který poskytne uživateli možnost analyzovat vlastnosti stavových regulátorů a estimátorů pro různé typy dynamických procesů.

Práce samotná je členěna do pěti kapitol, které mají logickou návaznost i vhodnou strukturu. Upřednostnil bych výrazněji formátově oddělené úseky kódu, jinak nemám k formální stránce výhrady.

V první kapitole jsou vhodně představeny všechny potřebné knihovny LabView, některé nejzákladnější funkce jsou navíc doplněny i grafy ze simulačních pokusů.

Další dvě kapitoly jsou již zaměřeny na teorii řízení. Nejprve je podán stručný úvod do statických a zejména dynamických vlastností systémů. Text je přehledný, autor uvádí přehled všech významných rovnic a vztahů. Jsou zde prezentovány nejdůležitější charakteristiky a představena možnost jejich realizace v LabView. Následuje klíčová kapitola stavového popisu, estimace stavů a stavového řízení. Celá tato kapitola je ale bohužel plná nepřesností a chybných formulací. Chybí zde i popis některých použitých postupů (např. str. 36 – důvod volby rozkladu matice A_E , popis Q , str. 41 – zcela nedefinovaný pojem „rozšířený stavový popis“, atd.). Uvedené příklady (str. 41 a 42) mají ilustrovat vlastnosti stavových regulátorů, bohužel nejsou doplněny grafy, čímž je jejich vypovídací schopnost značně omezena.

Hlavní aplikační výsledek je popsán v kapitole 4. Auto vytvořil v LabView program, který dovolí uživateli vykreslit základní charakteristiky systému, vypíše parametry stavového regulátoru a vykreslí odezvu na jednotkový skok. Celý program působí nedokončeným, ba až téměř amatérským, dojmem. Zarážející je již autorovo konstatování: „... aplikace pracuje až na druhé spuštění, při prvním hlásí chybu, že nesedí velikosti matic.“ (str. 43). Problém, který je v jakékoli verzi LabView velmi snadno řešitelný vhodným zacházením s proměnnými a řízeným vykonáváním toku programu. Pro výpočty matic estimátoru a regulátoru je použit Matlab Script. Nevím, proč nebyly využity schopnosti a možnosti LabView, které takové matice zvládne také spočítat. Při použití Matlab Scriptu je uživatel vystaven požadavku na vlastnictví licence Matlabu. Navíc v případě, kdy chce uživatel vypočítat jiný typ regulátoru, než ten, který je implicitně autorem zvolený, je zapotřebí ručně změnit části kódu ve sriptu. Proč nebyla změna regulátoru řešena systémově pomocí vhodného větvení programu? Simulační schéma, jako výstup práce, navíc není přizpůsobeno pro snadné změny parametrů simulovaných soustav a zvolené periody vzorkování. Ani autorovo doporučení, že je vhodné změnit stavové matice **A, B, C, D** přímo v programu nestačí! V jedné části programu zůstává stále výchozí model soustavy, který je potřeba také manuálně editovat, nadto je nezbytně nutné změnit periodu vzorkování ve všech příslušných blocích (celkem 9 bloků). Taková struktura programu naznačuje, že autor pravděpodobně neovládá některé programovací techniky programu LabView a není pak bohužel schopen využít jeho vlastností a předností.

Poslední kapitola je věnována prezentaci výsledků, kdy je proveden pokus o diskuzi nad schopnostmi vytvořeného programu i schopnostmi stavových estimátorů a regulátorů pro **dvě** různé soustavy **druhého řádu**. Primárním výsledkem jsou komentované grafy základních dynamických charakteristik spojitého systému, srovnání spojité a diskrétní přechodové a impulzní odezvy a zejména pak prezentace regulačních pochodů pro měkký a tvrdý kvadraticky optimální regulátor a regulátor v konečném počtu kroků regulace. Autor na základě výsledků usuzuje, že optimální způsob stavového řízení procesu je použít regulaci v konečném počtu kroků regulace, což vzápětí na obr. 5.12 (str. 60) vyvrací. Nutno konstatovat, že výsledky na obr. 5.12 jsou chybné, přičemž autor pravděpodobně zapomněl změnit periodu vzorkování ve všech blocích simulačního schématu.

Otázky k obhajobě

1. Co reprezentuje stavová proměnná x_3 v minimalizačním kritériu J na str. 42 a proč je významné, aby byla tato veličina v kritériu obsažena?
2. Vysvětlíte tvrzení za str. 34. „Ve schématu (obr. 3.2 – blokové schéma diskrétního systému) je zpoždění, díky kterému se z budoucí hodnoty $x(k+1)$ získá současná hodnota $x(k)$.“ Jak při simulaci programově získáte z budoucí hodnoty tu současnou? Vždyť to znamená, že nemáte možnost výpočtů budoucích hodnot, jen revizi historie! Je to opravdu tak?
3. Na str. 59 a 60 diskutujete vhodnost snížení periody vzorkování z 0,4 s na 0,3 s i to, jaké to má následky. Myslíte, že další snižování periody vzorkování by v tomto případě bylo již kontraproduktivní? Jaká je optimální perioda vzorkování?
4. Který z Vámi diskutovaných způsobů regulace je nejvíce robustní? Je vhodné v praxi nasadit řízení v konečném počtu kroků?
5. Jak by se musel program upravit, aby byl funkční i pro systémy jiného než druhého řádu?

Závěrečné hodnocení

Předložená práce obsahuje mnoho nedostatků. Zadání práce bylo splněno s tou výhradou, že pod pojmem různé typy soustav bych si představoval i změnu řádu soustavy a ne jen parametrů přenosu druhého řádu. Věřím, že si autor z práce vezme ponaučení a příště se vyvaruje některých chyb a nepřesností, které mohou být v praktické aplikaci zdrcující.

Práci doporučuji k obhajobě a hodnotím stupněm

~dobře~.

V Liberci dne 2. června 2014



Lukáš Hubka