

POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Bc. Zdeněk Charous

Oponent: Ing. Daniel Honc, Ph.D.

Studijní program: **Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**
Akademický rok: **2020/2021**

Téma diplomové práce: **Modelování a řízení 2-kolového nestabilního transportéru Inteco**

Hodnocení práce:

Cílem práce bylo zprovoznění výukového modelu dvoukolového nestabilního transportéru Inteco, návrh zjednodušeného matematického modelu a řízení transportéru včetně porovnání simulačních a reálných experimentů. Úkolem bylo také vytvořit úlohy pro studenty a propagaci fakulty.

Práce má 109 stran včetně příloh. Úvodní kapitola 1 je věnována obecnějšímu popisu dvoukolového robota. Konkrétní typ a jeho zprovoznění je popsáno v kapitole 2. V kapitole 3 je uveden matematický model zařízení, který je v kapitole 4 implementován a ověřen v MATALABu. V kapitole 5 je navrženo řízení pomocí PID, LQ a MPC regulátoru. V kapitole 6 jsou uvedeny typické úlohy jako stabilizace robota, stabilizace a pohyb vpřed, stabilizace a pohyb po zadané trajektorii a provedení swing-up manévru. V závěru práce jsou uvedeny vykonávané činnosti a diskutovány výsledky řízení.

Vzhledem k probíhající robotizaci ve všech oblastech našeho života jsou dvoukolové roboty a jejich konstrukce a řízení aktuálním tématem. Student pojal daný úkol komplexně a vzhledem k rozsahu zadání využil částečně předpřipravených řešení ať už na úrovni modelu či návrhu řízení. Nijak to ovšem nesnižuje úroveň pojetí řešeného úkolu. Téma je zpracováno kvalitně jak po formální, tak i obsahové stránce. Kapitoly věnované řízení by mohly být o něco obsáhlejší a propracovanější. Přínos diplomanta vidím v tom, že uvedl do provozu zařízení, které před ním ještě nikdo nepoužíval, byl schopný pracovat s poměrně složitým modelem a převést jej do Simulinku. Vytvoření ukázkových aplikací s různými typy regulátorů a praktické experimenty vidím jako další přínos diplomanta pro budoucí studenty, kteří by měli s daným zařízením pracovat a také, aby mohlo být použito pro propagační účely fakulty. Formální náležitosti práce, chyby a omyly v technické zprávě uvádím v seznamu připomínek.

K práci mám následující připomínky:

1. V tabulce 1 je uveden parametr M . Nenašel jsem jeho význam ani hodnotu.
2. Schéma nelineárního modelu v Simulinku je poměrně nepřehledné. Doporučoval bych využít subsystemy pro jednotlivé rovnice a bloky From and Goto pro zvýšení přehlednosti simulačního schématu.
3. Konstatování, že model popisuje reálný systém dostatečně přesně pro účely návrhu zákona řízení úplně nekoresponduje s výsledky simulace a reálného řízení na obrázcích 50 a 53. To, že navržený regulátor funguje nevypovídá o kvalitě popisu. Připouštím, že vytvoření modelu mechanického systému tohoto typu není úplně jednoduchá záležitost a vzhledem

k nestabilitě systému není ani prakticky možné verifikovat model jinak než s použitím regulace. Bohužel při použití zpětné vazby nemusí být rozdíl v chování modelu a reálného systému tak zřejmý a těžko se odhaduje, jaká část modelu nebo parametrů nesedí. Povrch bude hrát jistě velkou roli, ale také různé vůle a pružnosti materiálu by mohly způsobit, že reálný systém osciluje, zatímco model se chová aperiodicky.

4. Pro lepší porovnání výsledků by bylo vhodné simulované i regulační pochody uvádět třeba i pro různé veličiny, ale společně v jednom grafu.
5. Popisy LQ a MPC regulátorů by bylo vhodnější uvést v teoretické části práce a ne v kapitole věnované aplikaci řízení.
6. Proč mají experimenty s jednotlivými typy regulátorů různé průběhy žádaných hodnot? Potom nelze jednotlivé přístupy rozumně porovnávat.
7. U grafů chybí popisky osy x a místo „time [s]“ by mohlo být použito „t“ nebo „čas“.
8. MPC regulátor by měl teoreticky dosáhnout lepších výsledků než LQ regulátor z důvodu možnosti uvažování dopředu známých žádaných hodnot, poruch a omezení jednotlivých veličin.
9. Rozdíl mezi LQ a MPC regulátorem u swing-up manévru je zvláštní. Osobně bych očekával, že vzhledem k použití stejného aproximačního lineárního modelu a podobného kritéria budou výsledky podobné.
10. Vzhledem k výčtu problematických míst nejsem přesvědčený, zda je model úplně vhodný pro výukové účely. Na druhou stranu pro pokročilé studenty může být práce s ním výzvou a může přinášet uspokojení v případě úspěšné aplikace.

Diplomant by měl při obhajobě zodpovědět následující dotazy:

1. Zkoušel jste provést analytickou linearizaci nelineárního matematického modelu?
2. V jaké formě byl model zařízení v Simulinku dodaný výrobcem?

Práce splňuje požadavky kladené na tento typ závěrečných prací.

Celkové hodnocení práce:

Známku uvede oponent dle svého uvážení dle klasifikační stupnice ECTS:

A – výborně, B – velmi dobře, C – dobře, D – uspokojivě, E – dostatečně, F – nedostatečně.


Stupeň F znamená též „nedoporučuji práci k obhajobě“.

Předloženou diplomovou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení

B - velmi dobře.

V případě hodnocení stupněm „F – nedostatečně“ uveďte do připomínek a slovního vyjádření hlavní nedostatky práce a důvody tohoto hodnocení.

Datum 19. 5. 2021


Podpis oponenta diplomové práce