

Posudek oponenta diplomové práce

Název práce:	A Framework for Nonlinear Model Predictive Control
Práci vypracoval (autor práce):	Bc. Ondřej Mikuláš
Posudek vypracoval (vedoucí práce):	Ing. Pavel Otta
Navrhované hodnocení:	A – výborně

Práce se zabývá popisem a implementací metody nelineárního prediktivního řízení (NMPC) formou toolboxu pro Matlab. Úvodem je třeba poznamenat, že student splnil všechny body zadání. Text formou a obsahem hravě splňuje požadavky, která jsou běžně na diplomovou práci kladena. Text je navíc psaný v anglickém jazyce na dobré úrovni.

Teoretická část je ucelená a pokrývá pouze důležitá témata potřebná vzhledem k náplni práce. Text je pochopitelně strukturovaný a rozumně členěný, navazuje, a tak je hezky čitelný. Citace jsou používány uvážlivě a citovaná literatura je relevantní.

Popis implementace a návod jejího použití je dobře čitelný, dostatečně komentovaný a v přiměřeném rozsahu poskytujícím nezbytné informace.

Dva praktické příklady na ilustrují využitelnost implementovaného toolboxu. Závěrem mi však chybí shrnutí rychlosti toolboxu (výpočty citlivostí, formování problémů, vlastní výpočet QP algoritmu) nebo alespoň strohé konstatování, jak rychlé procesy je možné stolním počítačem reálně uřídit.

Celkově mám však dojem pečlivé a promyšlené práce, které bylo věnováno značné úsilí a která byla úspěšně dotažena do konce. Přihlédnuvši k praktické využitelnosti toolboxu a kvalitě textu navrhuji hodnocení **A – výborně**.

Dále v posudku uvádím některé poznámky k textu, otázky k zodpovězení u zkoušky a náměty pro autora.

Poznámky.

- Str. 7: Stavové rovnice jsou zobrazeny $f: R^m \times R^n \rightarrow R^n$, $g: R^m \times R^n \rightarrow R^p$.
- Str. 8-10: Indexy i , k jsou zaměňovány jak v textu, tak v obrázcích.
- Str. 9: Chybí mi tu zmínka o další přímé metodě řešení – Collocation.
- Str. 10: Chybí poznámka, že (2.7) vznikne při použití Single Shooting metody.
- Str. 11: Chybí zmínka o tom, že problém (2.8) je vlastně NLP, o kterém hovoříte dříve v textu.

- Str. 12: Algoritmus 2.2 je nepřesný – při minimalizaci F_{QP} je nutné dodržet omezení.
- Absence indexu iterací dělá problém (2.9) hůře čitelný. Nutný požadavek, že F je dvakrát diferencovatelná funkce. Namísto $\nabla^2 F$ bych čekal zavedení Lagrangianu. Konstantní term $F(z)$ v (2.9) se může plést s kritériem v (2.8).
- Jak probíhá simulace systému? Chybí mi zmínka o numerické integraci. Jak je implementována?
- Str. 25: V „option 2“ má ϵ význam omezeného výstupu, nikoli odchylky jako v „option 1“.
- Str. 27: Pro úplnost by mohlo být poznamenáno, jaké vlastnosti musí matice M splňovat.
- Str. 38 (4.7.3): u_1 a u_2 namísto u_i .
- Str. 39: „Output 2“ namísto „Output 1 is desired to be kept within -1 and 6.“
- Str. 40: Vyplývá z ukončovací podmínky (4.2), že v případě, kdy algoritmus „skočí“ do optima s normou rovnou 0, algoritmus se neukončí, přestože zůstane v optimu po zbytek iterací?
- Rozdělení výpočtů do přípravné (simulace, výpočet sensitivit) a řídicí fáze (čekání na aktuální odhad stavu parametrizující lokální QP)?

Otázky.

- Na str. 7 je zmínka o systémech popsaných pomocí diferenciálních algebraických rovnic (DAE). Jakým způsobem je možné s DAE v toolboxu pracovat?
- V sekci 2.4 zmiňujete, že IP metoda je málo používaná. Proč myslíte, že tomu tak je?
- Jak je SQP inicializováno? Využíváte Warm-Start?

Náměty.

- Multi Shooting + Condensing (lze implementovat bez rozsáhlých úprav toolboxu?).
- Complex Step Differentiation – využití komplexní aritmetiky pro předejití ztráty přesnosti. Popř. Finite Differences – central scheme (jednoduchá implementace, větší přesnost, 2krát větší výpočetní náročnost). Popř. Automatic Differentiation.
- Warm-Start (pokud již není implementován?).

V Praze dne 20. 1. 2016

.....
Ing. Pavel Otta
Oponent práce