

# Rychlé a paměťově efektivní prediktivní řízení hybridních systémů

*Ing. Michal Kvasnica, PhD.*

Posudek habilitační práce

Habilitační práce Ing. Michala Kvasnici se zabývá snižováním výpočetních a paměťových nároků algoritmů explicitního prediktivního řízení. Při řešení tohoto problému autor nejprve formuluje úlohu prediktivního řízení pro hybridní systémy, dále se zabývá snižováním složitosti výsledných algoritmů explicitního prediktivního řízení na základě jejich geometrických vlastností a poté představuje softwarové nástroje pro návrh a implementaci algoritmů explicitního prediktivního řízení a redukci jejich složitosti.

Zvolené téma práce je vysoce aktuální, a to jak z hlediska rozvoje teoretického aparátu pro snižování složitosti algoritmů explicitního MPC, tak z hlediska systematické podpory aplikací explicitního MPC programovým balíkem *Multiparametric Toolbox* pro MATLAB.

Předloženou habilitační práci tvoří publikace autora z období 2005-2011. Tyto publikace představují ucelený soubor prací pokrývající všechny aspekty problému, definované autorem. Přiložené práce reprezentují významné teoretické výsledky, umožňující efektivnější implementaci algoritmu explicitního MPC, a dále popis rozšiřujících funkcí programového balíku *Multiparametric Toolbox*.

Předložené publikace autora jsou doplněny vysvětlujícím komentářem. Tento komentář pokrývá kromě základních tří cílů řešení definovaných definované autorem také současný stav problematiky a přehled literatury. Uspořádání textu je logické, rozsah jednotlivých kapitol přiměřený charakteru této práce (komentář k souboru publikací), práce má dobrou jazykovou a grafickou úroveň.

K habilitační práci mám následující připomínky, popř. náměty pro odbornou diskusi při obhajobě:

1. V kapitole o stavu problematiky a přehledu literatury postrádám základní referenci o metodě MPC [1] nebo [2]. Je zajímavé, že první implementace metody prediktivního řízení *Dynamic Matrix Control (DMC)* byla vyvinuta již v 70. letech firmou Shell a teprve se značným zpožděním se stala předmětem zájmu akademické obce.
2. Dále v kapitole o stavu problematiky postrádám zmínku o využití rychlých algoritmů QP (Nesterovy akcelerované gradientní metody, metody projekce

gradientu a pod., viz např. reference [3]) . Jaký je názor autora na praktickou použitelnost těchto metod v porovnání s metodami explicitního MPC ?

3. Vzhledem k tomu, že složitost algoritmu explicitního MPC roste exponenciálně s délkou horizontu predikce a dimenzí stavu, je otázka, jak významné je snížení složitosti cca 10x relevantní z praktického hlediska. Jsou k dispozici např. výsledky o řádových rozdílech v dimenzi  $R_{\text{unsat}}$  vs.  $R$  (ve smyslu odstavce 4.1) v závislosti na dimenzi problému ?
4. V odstavci 4.3 autor uvádí, že ztráta optimality v důsledku aproximace je v rozsahu 12 – 80 %. K podobné ztrátě optimality může dojít také v důsledku neurčitosti modelu. Existují metody, které by umožnily neurčitost modelu explicitně zahrnout do algoritmu redukce složitosti ?

S habilitační prací byl dále předložen seznam publikací, citací, přehled pedagogické praxe a dalších vědeckých aktivit kandidáta. Počet i kvalita publikací i citací převyšuje běžný standard. Uchazeč rovněž prokázal dostatečnou pedagogickou praxi, realizovanou částečně také na kvalitním zahraničním pracovišti ETH Zurich. Další vědecké aktivity a získaná ocenění dokládají, že jde o výkumného pracovníka, který je uznáván mezinárodní vědeckou komunitou a aktivně se podílí na jejích odborných aktivitách.

Celkově mohu na základě předložené práce a dalších materiálů konstatovat, že Ing. Michal Kvasnica, PhD., prokázal vynikající schopnosti v oblasti tvůrčí výkumné práce i v oblasti pedagogické a je plně kvalifikován k získání vědecko-pedagogického titulu docent. Doporučuji jeho habilitační práci k obhajobě v oboru *Automatizace*.

V Praze 22. 8. 2011



Prof. Ing. Vladimír Havlena, CSc.

## Reference

- [1] Cutler, C.R. and B. L. Ramaker: Dynamic Matrix Control – a Computer Control Algorithm. *86th AIChE National Meeting*, Houston, Texas, 1979.
- [2] Cutler, C.R. and B. L. Ramaker: Dynamic Matrix Control – a Computer Control Algorithm. *Proc. of Joint Automatic Control Conference*, San Francisco, California, 1980.
- [3] Richter, S., C. N. Jones, and M. Morari: Towards Computational Complexity Certification for Constrained MPC Based on Lagrange Relaxation and the Fast Gradient Method. *IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*, Orlando, Florida, 2011.