



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

LPP-0096-07

Efektívne prediktívne riadenie nelineárnych mechatronických systémov

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Boris Rohaľ-Ilkiv, CSc.,**

Príjemca

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta

Námestie Slobody 17

812 31 Bratislava

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav automatizácie, merania a aplikovanej informatiky, Sjf STU v Bratislave
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Mimo štatútu spolu riešiteľskej organizácie: KU Leuven Belgicko
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Csambál, Jozef - Kopačka, Matúš - Honek, Marek - Rohaľ-Ilkiv, Boris: An experimental workbench for testing of advanced techniques for SI engines control. In: Selected Topics on Constrained and Nonlinear Control. Preprints. - Bratislava : STU v Bratislave, 2011. - ISBN 978-80-968627-2-6. - S. 89-93
2. Kopačka, Matúš - Saerens, Bart - Ferreau, Hans Joachim - Diehl, Moritz - Rohaľ-Ilkiv, Boris: Design of a MPC controller running on dSpace hardware using ACADO Toolkit. In Process Control 2010 : 9th International Conference. Kouty nad Desnou, 7.-10. 6. 2010. Pardubice: University of Pardubice, 2010, s. 031. ISBN 978-80-7399-951-3.

3. Kopačka, Matúš - Šimončíč, Peter - Csambál, Jozef - Honek, Marek - Wojnar, Slawomir Stanislaw - Polóni, Tomáš - Rohal'-Ilkiv, Boris: Real-time air/fuel ratio model predictive control of a spark ignition engine. In: Process Control 2011 : Proceedings of the 18th International Conference. Tatranská Lomnica, Slovakia, 14.-17.6. 2011. - Bratislava : Nakladateľstvo STU, 2011. - ISBN 978-80-227-3517-9. - S. 457-462
4. Csambál, J.: Algoritmy pre viac-modelové prediktívne riadenie nelineárnych mechatronických systémov. Dizertačná práca. Sjf STU Bratislava, 2011, 104 strán
5. Kopačka, M.: Effective robust predictive control of mechatronic systems. Dizertačná práca. Sjf STU Bratislava, 2011, 153 strán

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu sa uplatnia najmä pri návrhu a vývoji efektívnych a robustných riadiacich funkcií a algoritmov so zameraním na špecifické potreby a obmedzenia mechatronických systémov s rýchlou dynamikou, kde potrebné periódy vzorkovania a akčných zásahov sú rádovo v milisekundách. Ide napr. o aplikácie v oblasti robotiky, v oblasti motorových vozidiel pri riadení spaľovacích motorov, protiblokovacích a brzdových systémov, systémov aktívneho pruženia, ďalej pri aktívnom tlmení vibrácií rôznych mechanických konštrukcií, a pri aplikáciách týkajúcich sa stabilného riadenia mikro-elektro-mechanických systémov a pod. Výraznou praktickou výhodou vyvinutých riadiacich funkcií je ich schopnosť aktívne rešpektovať dopredu známe fyzikálne a konštrukčné obmedzenia na rôzne vstupné, stavové, alebo výstupné veličiny riadeného mechatronického systému, ktoré vyplývajúce z jeho konštrukčného riešenia, z požiadaviek na optimálny a efektívny spôsob jeho prevádzky. Dosiiahnuté výsledky umožnia zvýšiť kvalitu riadenia týchto systémov v podmienkach nelineárnej dynamiky, počas prechodových režimov, pri zmenách referenčných úrovní a pri pôsobení neurčitostí v samotnom systéme, alebo z jeho okolia.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Návrh metód a algoritmov pre modelovanie a identifikáciu nelineárnych mechatronických systémov na báze konečnej množiny lokálne linearizovaných vstupno/výstupných a stavových modelov. Polytopické zobrazovanie neurčitosti modelovaných systémov. Návrh architektúry sieťovej štruktúry multi-modelovej reprezentácie, vhodnej pre použitie pri prediktívnej syntéze riadenia mechatronických systémov. Návrh postupov pre identifikáciu uvedených modelov, výber testovacích signálov. Praktické overenie pri prediktívnom riadení súčiniteľa prebytku vzduchu spaľovacieho motora. Návrh koncepcie časovo úsporného riešenia problému robustného prediktívneho riadenia s obmedzeniami. Formulácia princípu zloženého riadiaceho zákona s robustným vnútorným regulátorom umožňujúcich efektívne riešiť problém riadenia s garantovanou stabilitou. Dosiiahnutý výsledok minimalizuje rozsah a časovú náročnosť výpočtov, ktoré sa musia vykonávať pri riadení v reálnom čase (on-line režime), na úkor maximalizácie objemu výpočtov realizovaných mimo reálneho času (teda ponechávaných na off-line režim). Rozšírenie navrhnutého riešenia o integračnú zložku eliminujúcu trvalú regulačnú odchýlku. Návrh a konštrukčná realizácia dvoch laboratórnych mechatronických systémov s rýchlou dynamikou: experimentálnej skúšobnej stolice so štvorvalcovým zážihovým spaľovacím motorom a viacparametrovej priestorovo rozloženej slabo tlmenej mechanickej kmitavej sústavy. Verifikácia a testovanie vyvinutých algoritmov pomocou týchto systémov v reálnom čase. Návrh dvoch programových balíkov podporujúcich teoretickú i experimentálnu výučbu v inžinierskom a doktorandskom stupni štúdia v oblasti simulácie aj reálneho riadenia mechatronických systémov s rýchlou dynamikou.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Design of methods and algorithms for modeling and identification of nonlinear mechatronic system dynamics based on a finite set of locally linearized input/output and state space models. Polytopic mapping of the system uncertainties. Design of a general architecture of net structure of resulting multi-models suitable for application in mechatronic system predictive control synthesis. Presentation of identification methods and testing signals suitable for models. Practical verification in the air to fuel ratio control of a SI combustion engine. Design of methodology and algorithms for time saving explicit solution of the stabilizing infinite horizon robust predictive control problem with constraints. Formulation of dual-mode principle with robust inner controller enabling us to simply solve the problem of closed loop control with guaranteed stability. The achieved result minimizes the time consumption of computations which must be executed in real time (on-line regime), at the expense of amount of computation outside real-time. The augmentation of the suggested solutions of stabilizing robust predictive controllers respecting integration action which can eliminate offset during control. Design and construction of two laboratory mechatronic systems with implementation of the proposed robust predictive control algorithms, namely: experimental test bench for advanced control of internal combustion engines and spatially distributed lightly damped mechanical vibration system. Verification and testing of the developed algorithms using the constructed mechatronic systems. Presentation of a tutorial version of the integrated software toolbox promoting the theoretical and experimental education in the Master's and Doctoral degree study in the area of design, simulation and real-time control of mechatronic systems.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Boris Rohaľ Ilkiv, CSc.

V Bratislave 24.01.2012

Štatutárny zástupca príjemcu

prof. Ing. Ľubomír Sooš, PhD.,

V Bratislave 24.01.2012

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu