

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: prof.Ing. B. Rohaľ-Ilkiv, CSc.	Evidenčné číslo projektu: APVV-0280-06
Názov projektu: Prediktívne riadenie mechatronických systémov s rýchlou dynamikou a obmedzeniami	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Strojnícka fakulta STU v Bratislave
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	Mimo štatútu spolu riešiteľskej organizácie: JKU Linz, NTNU Trondheim a KU Leuven

Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uvedte i publikácie prijaté do tlače):	<p>Polóni, Tomáš - Johansen, T.A. - Rohaľ-Ilkiv, Boris: <i>Modeling of Air-Fuel Ratio Dynamics of Gasoline Combustion Engine with ARX Network</i>. In: Journal of dynamic systems, measurement and control. - ISSN 0022-0434. - Vol. 130, No. 6 (2008), 061009/1-</p> <p>Takács, Gergely - Rohaľ-Ilkiv, Boris: <i>Implementation of the Newton-Raphson MPC algorithm in active vibration control applications</i>. In: NOVEM 2009 : Noise and Vibration: Emerging Methods. Proceedings. Oxford, UK, 5.-8. 4. 2009. - ISBN 978-0-85432-900-7.</p> <p>Takács, Gergely - Rohaľ-Ilkiv, Boris: <i>MPC with guaranteed stability and constraint feasibility on flexible vibrating active structures: a comparative study</i>. In: Proceedings of the eleventh IASTED international conference. - Cambridge, UK, 13.-15.7. 2009.</p> <p>Polóni, T., Rohaľ-Ilkiv, B., Johansen, T.A.: <i>Damped one-mode vibration model state and parameter estimation via moving horizon observer</i>. In: Proceedings of the 5th IFAC Symposium on mechatronic systems. Boston, Cambridge, Massachusetts, USA, 2010</p> <p>Takács, G., Rohaľ-Ilkiv, B.: <i>Predictive vibration control: Efficient MPC of Lightly Damped Beams</i>. Vydavateľstvo STU v Bratislave, 253 strán, 2010</p>
Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.	
V čom vidíte uplatnenie výsledkov projektu:	<p>Výsledky projektu sa uplatnia najmä pri návrhu a vývoji inteligentných 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 limitácie, 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. Dosažené 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.</p>

Charakteristika výsledkov

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

Návrh metód a algoritmov pre modelovanie a identifikáciu nelineárnych mechatronických systémov na báze konečnej množiny lokálne linearizovaných vstupno/výstupných a stavových modelov. Návrh architektúry sieťovej štruktúry viac-modelovej reprezentácie, vhodnej pre použitie pri prediktívnej syntéze riadenia mechatronických systémov s garantovanou stabilitou. Návrh postupov pre experimentálnu identifikáciu uvedených modelov, výber vstupných testovacích signálov a riešenie otázky premenlivého dopravného oneskorenia pre jednotlivé pracovné režimy. Dosažené výsledky boli prakticky overené pri prediktívnom riadení súčiniteľa prebytku vzduchu zážihového spaľovacieho motora. Návrh koncepcie a algoritmov efektívneho, časovo úsporného explicitného riešenia problému stabilizujúceho prediktívneho riadenia s obmedzeniami na nekonečnom horizonte na báze princípu zložených riadiacich zákonov, návrh vnútorných regulátorov umožňujúcich efektívne riešiť problém určenia stabilizujúcich koncových podmienok kladených na koncové stavy systému na konečnom horizonte predikcie. Dosažený výsledok minimalizuje rozsah a časovú náročnosť výpočtov, ktoré sa musia vykonávať pri riadení mechatronického systému v reálnom čase (on-line režim), 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 vznikajúcu pri riadení mechatronického systému v dôsledku zmeny záťaže, referenčných úrovní, rôznych typov neurčitostí a porúch. Návrh efektívnych algoritmov pre výpočet polyedrických cieľových robustných invariantných a zlučiteľných množín maximálneho objemu pre rôzne tvary obmedzení. Návrh a konštrukčná realizácia dvoch laboratórnych mechatronických systémov s rýchlou dynamikou: mechatronického systému *pendubot* – dvojkľbového rovinného robota a viacparametrovej priestorovo rozloženej *kmitavej sústavy* s aktívnym tlmením. Verifikácia a testovanie vyvinutých algoritmov pomocou týchto systémov v reálnom čase. Návrh integrovaného programového balíka podporujúcej teoretickú i experimentálnu výučbu v inžinierskom a doktorandskom stupni štúdia v oblasti simulácie a riadenia mechatronických systémov.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

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. Design of a general architecture of net structure of resulting models, suitable for application in mechatronic system predictive control synthesis with guaranteed stability. Design of identification methods and testing signals suitable for models, solving of the dead time problem for select system operating points. The results have been tested utilizing predictive control of air to fuel ratio of a SI combustion engine. Design of methodology and algorithms for the efficient and time saving explicit solution of the stabilizing infinite horizon robust predictive control problem with constraints based on the dual-mode technique, design of inner controllers enabling to determine finite-horizon stability conditions setting on terminal states. 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 of mechatronic systems caused by load, reference values and uncertainty changes. Design of numerically efficient procedures supporting computation of the maximum volume stabilizing polyhedral terminal sets, which are positively invariant and feasible with given constraints. Design of switching and interpolation techniques between the individual terminal sets belonging to locally linearized models. Design and construction of two laboratory mechatronic systems with implementation of the proposed robust predictive control algorithms, namely: the mechatronic system *pendubot* – a planar two joint robot and multivariable spatially distributed *vibration system* with active damping. Verification and testing of the developed algorithms under real time regime utilizing the constructed mechatronic systems. Presentation of a tutorial version of the integrated software toolbox promoting the theoretical and experimental education of undergraduate and postgraduate students in the area of design, simulation and real-time control of mechatronic systems.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas so zverejnením údajov v nej uvedených.

28.07.2010

Podpis zodp. riešiteľa:

Dátum:

Podpis štatutárneho zástupcu:

Pečiatka: