

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: prof. Ing. Mikuláš Huba, CSc.	Evidenčné číslo projektu: LPP-0127-06
Názov projektu: Algebrické metódy v riadení nelineárnych systémov a ich aplikácia na riešenie problému autorotácie	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Ústav riadenia a informatiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky STU, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	Institute of Cybernetics, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia Institute de Recherche en Communications et Cybernetique, C.N.R.S, Nantes, France Key Lab of Mathematics Mechanization, AMSS, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China Mathematical Sciences, Chalmers University of Technology and Gothenburg University, Gothenburg, Sweden FernUniv., Hagen, Germany

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):	1. Halás, M.: Nonlinear time-delay systems: a polynomial approach using Ore algebras. In: Loiseau, J.J., Michiels, W., Niculescu, S., Sipahi, R.: <i>Topics in Time-Delay Systems: Analysis, Algorithms and Control. Lecture Notes in Control and Information Sciences</i> , pp. 109-119, Springer Berlin / Heidelberg, 2009. 2. Halás, M. An Algebraic Framework Generalizing the Concept of Transfer Functions to Nonlinear Systems. <i>Automatica</i> , pp. 1181–1190, 2008, 44:5.
Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.	3. Halás, M., Kotta, Ü., Moog, C.H.: Transfer Function Approach to the Model Matching Problem of Nonlinear Systems. <i>17th IFAC World Congress</i> . Seoul, Korea, 2008. 4. Halás, M., Kotta, Ü., Li, Z., Wang, H., Yuan, C.M.: Submersive Rational Difference Systems and their Accessibility. <i>International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC)</i> . Seoul, Korea, 2009. 5. Pozvaná prednáška: Halás, M.: Transfer functions of nonlinear systems. Department of Mathematical Sciences, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, 2009.
V čom vidíte uplatnenie výsledkov projektu:	Projekt dosiahol významné výsledky najmä v oblasti riadenia nelineárnych systémov, kde bol zavedený formalizmus prenosových funkcií s analogickými vlastnosťami ako majú prenosové funkcie lineárnych systémov. A to nielen pre systémy spojité ale aj pre systémy diskrétné, či dokonca systémy s dopravným oneskorením. Vďaka výraznej podobnosti s prenosovými funkciami lineárnych systémov je preto možné použiť mnoho analogických princípov a postupov riešenia problémov riadenia. V časti projektu venovanej riadeniu vrtuľníka je možné využiť výsledky napríklad na vývoj elektromechanickej laboratórnej sústavy s vrtuľníkom, ktorá by bola vhodná najmä na pedagogické účely s možnosťou riešenia širokého okruhu problémov riadenia. Výsledky je však možné čiastočne uplatniť napríklad aj na vývoj autonómneho vrtuľníka schopného samostatného letu a pod.

Charakteristika výsledkov

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

Najvýraznejším výsledkom projektu je vytvorenie algebrického formalizmu, ktorý umožňuje zavedenie a používanie prenosových funkcií pre nelineárne systémy (spojité, diskkrétne či dokonca s dopravným oneskorením). Vďaka výraznej podobnosti s prenosovými funkciami lineárnych systémov je tak možné používať analogické princípy a postupy riešenia problémov, ako napríklad návrh regulátorov pomocou algebry prenosových funkcií, riešenie problému sledovania modelov, návrh pozorovateľov, redukciu systémov, riešenie problému realizácie v stavovom priestore a pod. Uvedené problémy riadenia boli obvykle riešené najprv pre spojité nelineárne systémy s následným rozšírením na systémy diskkrétne a v niektorých prípadoch aj na systémy s dopravným oneskorením. Niektoré riešenia boli čiastočne algoritimizované v systéme počítačovej algebry Maple.

V časti projektu venovanej riadeniu reálneho modelu vrtuľníka bol zostavený matematický model vrtuľníka a analyzovali sa jeho vlastnosti. Následne bol zostavený a oživený reálny model vrtuľníka s diaľkovým ovládaním. Vrtuľník bol osadený snímačmi a bolo vytvorené komunikačné USB rozhranie, ktoré umožňuje prepojenie vrtuľníka s riadiacim počítačom. Vo vytvorenom programovom rozhraní sa okrem grafického užívateľského prostredia a vizualizácie snímaných veličín vytvorili základné riadiace slučky, ktoré umožňujú zadávanie parametrov regulátorov pre riadenie priečneho a pozdĺžneho sklonu vrtuľníka cez USB rozhranie. Problém autorotácie vrtuľníka bol riešený teoreticky, ako rozvinutie problému stabilizácie vrtuľníka na mieste o reguláciu uhlu nábehu listov hlavného rotora na základe jeho otáčok. Tým sa dosahuje stabilná rýchlosť klesania – riadeného pádu – vrtuľníka. Nakoniec bola vytvorená web stránka projektu, sumarizujúca všetky výsledky, doplnené o fotografie a videá zo simulácií a riadenia vrtuľníka.

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

The most important project result is given by developed algebraic formalism that allows to introduce transfer functions for nonlinear systems (continuous-, discrete-time and even time-delay). Due to the significant similarity with the transfer functions of linear systems analogical principles and solutions to control problems apply. For instance, one can use transfer function algebra to design controllers or solve problems like model matching, observer design, systems reduction, realization in state-space, etc. The control problems were initially solved for continuous-time nonlinear systems and, consequently, solutions were carried over to discrete-time systems and in some cases even to time-delay systems. Certain solutions were also implemented in computer system algebra Maple.

In the part of the project devoted to the helicopter control the mathematical model of a helicopter was suggested and then analyzed. Thereafter, a real helicopter model with remote controller were constructed and tested. The helicopter was equipped with sensors and a USB interface allowing connection with a computer was developed. In the developed software interface, besides user graphical interface and feedback visualization, basic control loops were implemented, allowing controller parameters setting. The autorotation problem was solved theoretically, as a development of helicopter stabilization where, in addition, the angle of attack of main rotor blades is controlled with respect to engine rpm. Thereby, a stable helicopter descent is achieved.

Finally, a web page of the project summarizing the results was provided.

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

Podpis zodp. riešiteľa:

Dátum:

Podpis štatutárneho zástupcu:

Pečiatka: