

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0040-07**

Dynamické sústavy a regulátory neceločíselného rádu: metódy, algoritmy a prostriedky pre modelovanie, simuláciu, analýzu a syntézu

Zodpovedný riešiteľ **prof. RNDr. Igor Podlubný, DrSc.**

Príjemca **Technická univerzita v Košiciach, FBERG, Letná 9, 042 00 Košice**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Technická univerzita v Košiciach, FBERG, Letná 9, 042 00 Košice
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Universidad de Extremadura, Badajoz, Spain
2. Utah State University, Logan, Utah, USA
3. University of Illinois at Chicago, Chicago, Illinois, USA
4. Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland
5. Odessa National University, Odessa, Ukraine

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. Podlubný I., Chechkin A.V., Skovranek T., Chen YQ, Vinagre B.: Matrix approach to discrete fractional calculus II: partial fractional differential equations. Journal of Computational Physics, vol. 228, no. 8, 1 May 2009, pp. 3137-3153
2. Magin, R., Ortigueira, M., Podlubný, I., Trujillo, J.: On the fractional signals and systems / - 2010. In: Signal Processing. Vol. 91, no. 3 (2010), p. 1-22. - ISSN 0165-1684 Spôsob prístupu: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sigpro.2010.08.003>.
3. Petráš, I.: Chaos in the fractional-order Volta's system: modeling and simulation. Nonlinear

Dynamics, vol.57, no. 1-2, 2009, pp. 157-170, doi:10.1007/s11071-008-9429-0.

4. Petráš, I. : Fractional-order nonlinear systems: modeling, analysis and simulation, Berlin: Springer-Verlag, 2011, 218 pages. ISBN 978-3-642-18100-9.

5. Caponetto, R., Dongola, G., Fortuna, L., Petráš, I.: Fractional order systems Modeling and Control Applications : World Scientific Series on Nonlinear Science, Series A - Vol. 72/ - Singapore : World Scientific Publishing - 2010. - 178 pages - ISBN 978-981-4304-19-1. Spôsob prístupu: <http://www.worldscibooks.com/chaos/7709.html>.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky riešenia projektu nachádzajú celosvetové uplatnenie v množstve rôznych oblastí vedeckého výskumu a inžinierskych vied, o čom svedčí rozsiahly medzinárodný citačný ohlas na práce publikované v rámci riešenia projektu.

Široko sa využívajú rozpracované numerické metódy pre riešenie lineárnych a nelineárnych rovníc neceločíselného rádu, tak obyčajných ako i parciálnych; metódy na vyšetovanie stability lineárnych a nelineárnych sústav neceločíselného rádu; na náš výskum chaotických sústav neceločíselného rádu nadväzujú zahraniční autori v prácach o šifrovanej komunikácii a kódovaní signálov; na naše práce o navrhovaní regulátorov neceločíselného rádu nadväzujú viacerí zahraniční autori prácami o pravidlách pre nastavovanie parametrov takých regulátorov.

Viaceré výsledky výskumu v rámci tohto projektu boli realizované v podobe 7 softvérových balíkov (toolboxov) pre prostredie Matlab a Simulink, ktoré boli zverejnené celosvetovo na portáli MATLAB Central File Exchange. Veľký počet downloadov týchto softvérových balíkov svedčí o neustále rastúcej popularite našich teoretických a praktických výsledkov vo svete.

Výsledky projektu nachádzajú uplatnenie aj vo výučbe. Viaceré teoretické výsledky a algoritmy vytvorené v rámci riešenia tohto projektu sú už súčasťou osnov odborných predmetov v druhom a treťom stupni štúdia.

Ako výstupy projektu boli publikované 2 monografie v špičkových svetových vydavateľstvách (Springer; World Scientific), 14 článkov v časopisoch indexovaných v Current Contents, na ktoré je 41 SCI citácií, 9 článkov v iných recenzovaných časopisoch v zahraničí, 10 článkov v domácich časopisoch, 58 príspevkov v zborníkoch medzinárodných konferencií, 16 príspevkov v zborníkoch domácich konferencií, 7 celosvetovo zverejnených softvérových produktov.

Výsledky riešenia projektu našli uplatnenie aj v kvalifikačnom raste riešiteľov. Boli obhájené dve PhD. práce, jedna DrSc. dizertácia a boli úspešne uskutočnené dve inauguračné konania riešiteľov projektu.

Na výsledky riešenia tohto projektu nadväzujú 3 získané domáce projekty a 5 bilaterálnych vedecko-výskumných projektov.

O medzinárodnom uplatnení výsledkov riešenia tohto projektu svedčia aj dlhodobé umiestnenia 6 článkov v databáze "Top25 Hottest Articles" vydavateľstva Elsevier.

Čiastkové výsledky riešiteľov projektu získali viacero ocenení: 3 ceny Literárneho fondu a Cena mesta Košice 2010 pre vedúceho riešiteľa, prof. Podlubného, ocenenie Študentská osobnosť roka 2009 pre Ing. Škovránka, cena rektora TUKE v súťaži posterov doktorandov.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Medzi najdôležitejšie výsledky tohto projektu patria najmä: nové numerické metódy pre riešenie obyčajných a parciálnych diferenciálnych rovníc neceločíselného rádu; vytvorenie základov teórie stability sústav neceločíselného rádu s využitím funkcie Mittag-Lefflera; metódy na vyšetovanie stability lineárnych a nelineárnych sústav neceločíselného rádu v klasickom zmysle; skúmanie a popis nových druhov chaotických sústav neceločíselného rádu; vytvorenie matematického modelu nového typu elektronického prvku - memristora

neceločíselného rádu; rozpracovanie novej metódy pre identifikáciu parametrov sústav neceločíselného rádu; experimentálny výskum elektrických obvodov neceločíselného rádu; návrh radiacích systémov s využitím regulátorov neceločíselného rádu; experimenty na laboratórnych zariadeniach PCT40 a HT10XC pre overenie navrhovaných metód; vytvorenie geometrickej interpretácie pre metódu "total least squares" (úplná metóda najmenších štvorcov); vytvorenie 7 softvérových produktov. Ako výstupy projektu boli publikované 2 monografie v špičkových svetových vydavateľstvách; 14 článkov v časopisoch indexovaných v Current Contents, na ktoré je 41 SCI citácií; 9 článkov v iných recenzovaných časopisoch v zahraničí; 10 článkov v domácich časopisoch; 58 príspevkov v zborníkoch medzinárodných konferencií; 16 príspevkov v zborníkoch domácich konferencií; 7 celosvetovo zverejnených softvérových produktov. Na výsledky riešenia tohto projektu nadväzujú 3 domáce a 5 bilaterálnych vedecko-výskumných projektov. O medzinárodnom uznaní výsledkov riešenia tohto projektu svedčia dlhodobé umiestnenia 6 článkov v databáze "Top25 Hottest Articles" vydavateľstva Elsevier. Plánované ciele projektu boli splnené v plnom rozsahu.

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

To the most important results of this project belong mainly: new numerical methods for solving ordinary and partial differential equations of fractional order; development of the fundamentals of the theory of stability of fractional order systems using Mittag-Leffler function; methods for investigating stability of linear and nonlinear systems of fractional order in the classical sense; investigation and description of new types of fractional order chaotic systems; creation of a mathematical model of a new kind of electronic element - memristor of fractional order; development of a new method for identification of parameters of fractional order systems; experimental research of electrical circuits of fractional order; design of control systems using fractional order controllers; experiments on laboratory devices PCT40 and HT10XC for testing the proposed methods; creation of the geometrical interpretation for total least squares method; development of 7 software products. As publication output of this project, 2 monographs were published in the top world publishing houses (Springer and World Scientific); 14 papers in journals indexed in the Current Contents database, on which there are 41 SCI citations; 9 papers in other reviewed international journals; 10 papers in domestic journals; 58 articles in proceedings of international conferences; 16 articles in proceedings of domestic conferences; 7 software products published worldwide; 3 additional domestic and 5 bilateral research projects have been obtained. The worldwide recognition of our results is proved by long-term presence of our 6 articles in the "Top25 Hottest Articles" database of the Elsevier publisher (top25.sciencedirect.com). The planned goals of the project were fulfilled in full extent.

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

Zodpovedný riešiteľ

prof. RNDr. Igor Podlubný, DrSc.

V Košiciach 19. 07. 2011

Štatutárny zástupca príjemcu

Dr.h.c. prof. Ing. Anton Čižmár, CSc.

V Košiciach 19. 07. 2011

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu