

Oponentský posudok habilitačnej práce

Názov predkladanej práce: Pokročilé metódy robustného riadenia energeticky náročných procesov

Predkladá: Ing. Juraj Oravec, PhD., FCHPT STU Bratislava

Odbor habilitácie: **5.2.14 Automatizácia**

Oponent: prof. Ing. Roman Prokop, CSc., Fakulta aplikovanej informatiky, UTB ve Zlíně, Nad Stráněmi 4511, 760 05 Zlín, ČR

Téma a aktuálnosť zvolenej problematiky

Predložená habilitačná práca reprezentuje tematicky ucelený okruh oblasti robustného riadenia pre technologické procesy s vysokou spotrebou energie. Tieto procesy a systémy sú frekventované v chemickom, petrochemickom potravinárskom a biochemickom priemysle. Tejto oblasti sa autor ako aj mnoho jeho kolegov venuje už mnoho rokov. Cieľom práce je zvýšenie kvality riadenia pomocou robustného riadenia za pomoci prostriedkov lineárnych maticových nerovností (LMI).

Habilitačná práca sa skladá z dvoch častí. Prvá časť v rozsahu 35 strán je napísaná v slovenskom jazyku, jedná sa o sprievodný text k druhej hlavnej časti, ktorá obsahuje 11 publikácií v rozpätí rokov 2014 – 2019. Všetky publikácie sú napísané v anglickom jazyku, 6 publikácií je časopiseckých, 6 je z významných svetových konferencií (napr. IFAC World Congress, IEEE Conf. On Decision...).

Prvá teoretická časť je rozdelená do 4 kapitol a záveru s 33 referenciami literatúry. Formulačne je práca napísaná korektným, sviežim a zreteľným spôsobom a dikciou zodpovedá skôr pedagogickej práci. V niektorých častiach je zbytočne stručná.

Svojim charakterom sa radí k prácam s teoretickým a experimentálno-programovým výstupom, overeným pri simuláciách a riadení. Autor preukázal schopnosti transformovať teoretické vedomosti a znalosti do inžinierskej aplikácie a výsledky programátorsky implementovať.

Rozbor habilitačnej práce

V úvode teoretickej časti formulovaný cieľ práce a prínosy. Stručne povedané jedná sa o robustné riadenie s využitím LMI a MPC (lineárne maticové nerovnosti a model predictive control). Podrobnejšie je problém neurčitosti a robustnosti analyzovaný v kapitole 2. Táto kapitola je zbytočne stručná. Tretia kapitola sa zaoberá alternatívnymi prístupmi k robustnému MPC. Sú uvedené tri algoritmy pre rôzne formulované úlohy. Štvrtá kapitola je venovaná robustnému riadeniu pomocou konvexného liftingu a uvádza Algoritmus 4, 5 a 6. Kapitola 5 sumarizuje dosiahnuté výsledky.

Rozbor uvedených publikácií

V prvej publikácii z r. 2019 sa autori zaoberajú inovovanou stratégiou robustného riadenia pomocou dvoch odlišných princípov. Jedná sa o publikáciu v renomovanom European J. of Control a význam práce je nespochybniteľný. Druhá publikácia z r. 2018 v časopise Energy sa venuje MPC a PID riadeniu výmenníka tepla. Tretí a štvrtý a šiesty článok z r. 2016, z r. 2014 a z r. 2015 v Applied Thermal Engineering sú venované riadeniu výmenníkov tepla a prinášajú rôzne prístupy princípov riadenia a experimentálnu analýzu. Piaty príspevok

formou short communication z r. 2015 v Chemical Papers sa zaoberá robustným MPC riadením exotermického chemického reaktora. Ďalšie príspevky sú konferenčné, pozornosť si zaslúžia príspevky z World Congress IFAC z r. 2017 zaoberajúce sa robustným riadením s obmedzeniami vstupných a výstupných veličín a alternatívnym robustným MPC riadením.

Z 12 uvedených publikácií je prvým autorom Ing. J. Oravec v 10 prípadoch. Všetky príspevky boli podrobené dôkladným recenzným konaním. Autor preukázal schopnosti publikovať výsledky svojej vedeckej činnosti na vysokej medzinárodnej úrovni a využiť teóriu návrhu pre rôzne objekty aj pre rôzne podmienky na riadenie kladené.

Hodnotenie práce, ohlasy a pripomienky

Prínosy práce možno vidieť v odvodení postupov pre syntézu riadenia v podmienkach neurčitosti a robustnosti pre rôzne objekty a pre rôzne obmedzenia, kladené na kvalitu riadenia. Výsledky práce pokladať za prínos a posun znalostí, a to aj v medzinárodnom meradle. Výsledky sú jednoznačne využiteľné a aplikovateľné v inžinierskej praxi.

Po formálnej stránke práca má solídnu úroveň. Rozsahom nie je obsiahla, počet referencií nie je vysoký, ale korektne citovaný. Preklepy sa prakticky nevyskytujú (výnimka je na s. 31, RPI a PRI). Pripomienky a podnety sa skôr týkajú filozofie a didaktiky práce. Pripomienky:

P1. Formulácia cieľov práce v časti 2.2 je vágna, široká a všeobecná.

P2. Ocenil by som podrobnejší prehľad a analýzu typov neurčitostí.

P3. Konštrukcia laditeľných RPI množín v časti 4.6 nie je úplne zreteľná, čo je minimalizovaná funkcia?

K predloženej práci mám nasledujúce otázky:

Q1. Na s. 6 je diskretný systém popisovaný v stavovom priestore. Je možné úlohu formulovať aj v prenosovom popise?

Q2. Aká je matematická formulácia úlohy v časti 2.2, teda čo je externalizovaný funkcionál a čo sú obmedzenia?

Q3. Ako sú formulované neurčitosti?

Q4. Ako je chápaná a definovaná konzervatívnosť v časti 3.1.1?

Q5. Ako je formulovaná úloha lineárneho programovania (časť 4.1) pri konvexnom liftingu?

Vyjadrenie k Podkladom k habilitačnému konaniu

K práci sú priložené Prehľady pedagogickej činnosti, publikačnej a inej vedeckej aktivity a Prehľad citácií prác autora (bez autocitácií).

V pedagogickej činnosti dokladuje spoluvedenie a vedenie 4 diplomových, 6 bakalárskych prác a uvádza pôsobenie v 16 predmetoch štúdia, tri z nich v prednáškovom režime. V zabezpečení študijnými materiálmi dokladuje autor 8 E-learnigových materiálov.

Autor dokladuje 23 časopiseckých publikácií v zahraničných alebo domácich vedeckých časopisoch, a vyše 50 konferenčných príspevkov na zahraničných a domácich vedeckých konferenciách. Oceniť treba najmä 10 publikácií s významným IF. V databáze SCOPUS má

J. Oravec k 17.7.2019 uvedené 50 záznamov, v 32 prípadoch je prvým autorom. Bez autocitácií je h-index 5.

Záver.

Výsledky prezentované v habilitačnej práci **Ing. Juraja Oravca, PhD.** majú požadovanú vedeckú úroveň, preukazujú vysokú erudíciu autora, potenciál uplatnenia a ďalšieho vývoja. V znení vyhl. MŠVVaŠ SR č. 457/2012 Z.z. práca vyhovuje požiadavkám na udelenie titulu **docent** v študijnom **odbore 5.2.14** automatizácia, **odporúčam** prácu pre habilitačné konanie a **navrhujem** udelenie tohto titulu.

V Zlíne 17.6.2019

prof. Ing. Roman Prokop, CSc.