

Oponentský posudok dizertačnej práce

Meno doktoranda: Mgr. Martin Tůma

Názov práce : Application og Generalized Laguerre functions to System Identification and Modelling

Dizertačná práca Mgr, Martina Tůmu poskytuje ucelenú metodiku a postupy využívania moderných metód modelovania dynamických systémov pomocou všeobecných Laguerrových funkcií.. Práca sa opiera o bohaté existujúce literárne zdroje v predmetnej oblasti a využíva ich pri návrhu vlastných postupov, modifikácií a zovšeobecnení metód identifikácie parametrov lineárnych dynamických systémov. Pre účely verifikácie metód modelovania a identifikácie využíva vybrané referenčné typy modelov lineárnych dynamických systémov. Výsledky dosiahnuté v dizertačnej práci sú významné z pohľadu praktického a využiteľné vo výskume a výučbe. Sú obohatením hlavne praktických postupov pre využitie moderných metód modelovania a riadenia prostredníctvom dynamických modelov reprezentovaných zovšeobecnenými ortogonálnymi Laguerrovými funkciami, ktoré sa dajú ďalej využiť pri návrhu efektívnych riadiacich zákonov.

Cieľ dizertačnej práce je dominantne zameraný na vývoj a modifikáciu existujúcich techník pre modelovanie a identifikáciu spojitých dynamických systémov na základe diskrétnych vzorkovaných údajov pre vybrané typy a štruktúry dynamických systémov opísaných prenosovými funkciami. Autor dizertačnej práce zároveň navrhol dve efektívne numerické postupy pre identifikáciu parametrov týchto modelov spolu s minimálnou realizáciou matematického modelu na základe známych analytických a numerických postupov. Teoretické poznatky o ktoré sa práca opiera z ktorých autor čerpal a v práci ich modifikovala a čiastočne rozšíril.

Dosiahnuté výsledky v predmetnej oblasti modelovania sú v numerickej a grafickej forme a potvrdzujú správnosť a korektnosť teoretických poznatkov. Výsledky reprezentujú kvalitu modelovania a vhodnosť identifikačných postupov prostredníctvom Laguerrových funkcií. Je prínosné a podnetné, že autor dizertačnej práce riešil a vypracoval metodiku ako takéto procesy modelovať, simulovať a predikovať ich chovanie na základe analýzy výpočtu optimálnych parametrov. Prínos riešenia je tak v rovine teoretickej a čiastočne aj v praktickej. Využitelnosť a zovšeobecnenie výsledkov je otáznave a náročné. Nie je to v práci bližšie deklarované. V práci nie je bližšie špecifikované použitie v prípade modelovania a opisu procesov s dopravnými oneskoreniami na ktoré sú Laguerrové funkcie zvlášť vhodné. Dizertant sa o to pokúsil iba v malej miere .

Po obsahovej stránke je dizertačná práca širokospektrálna zameraná hlavne na nájdenie optimálnych modelov na základe optimalizácie parametrov (p, α) všeobecných Laguerrových funkcií. Metodika dizertačnej práce vychádza tak z existujúcich dostupných a výskumných projektov, ako aj z vlastných výskumných, simulačných a aplikačných riešení autora. Dizertačná práca je vhodne rozdelená na sedem kapitol, záveru a dvoch príloh. Návrh a overenie vlastnej koncepcie je v práci realizované prostredníctvom rozsiahleho súboru demonštračných príkladov. Výsledky simulácií získané simuláciou v prostredí Matlab-Simulink sú prezentované numerickej a grafickej forme s detailným opisom parametrov simulácie, ktoré sú uvedené v tabuľkách a legendách grafických priebehov. Grafické priebehy spolu s numerickými výsledkami potvrdzujú správnosť teoretických poznatkov a poukazujú na ich výhody v porovnaní s konvenčnými technikami založené na autoregresných typoch modelov.

Príspevok doktoranda je hlavne v návrhu metodiky pre modelovanie a identifikáciu parametrov modelov reprezentovaných zovšeobecnenými Laguerrovými funkciami, ktorá umožňuje rozdeliť a špecifikovať miery dôležitosti skúmaných faktorov. Práca má menšie nedostatky v matematickej formulácii, indexácií výrazov a premenných a nejednoznačnosti v matematických vzťahoch, indexoch premenných, väčšie nedostatky formálneho a odborného charakteru sa však v nej nevyskytujú. Grafická prezentácia časových priebehov je prehľadná, avšak v mnohých chybajú identifikované parametre parametra (p, α)

Otázky k dizertačnej práci :

1. Dizertačná práca neobsahuje detailnejší opis cieľov práce a ani vedný odbor v ktorom je obhajovaná (Kybernetika, automatizace a měření ?)
2. Špecifikujte v čom spočíva Váš hlavný prínos k rozvoju vedného odboru, je to v oblasti SW, metodiky a nových prístupov pre modelovanie dynamických systémov ?
3. Ako je možné identifikačné postupy prostredníctvom zovšeobecnených Laguerrových funkcií aplikovať aj pre dynamické systémy s dopravným oneskorením a procesov a s integračným charakterom ?
4. Je možné určiť optimálny rád redukovaného modelu, čo je mierou určenia optimálneho rádu redukovaného modelu ?
5. Uvedte výhody navrhovanej metodiky identifikácie s použitím zovšeobecnených Laguerrových funkcií v porovnaní s metódou najmenších štvorcov na analytickej a numerickej úrovni ?
6. V práci nie sú uvedené postupy riešenia a scripty v Matlab-Simulinku, čo znižuje celkovú hodnovernosť práce.
7. Mnohé matematické vzťahy sú v práci nepresné a nejednoznačné (Laplaceov operátor „s“ alebo „p“ (mierka alebo operátor ?), (str.23, str.24, str.25, str.26, str.27, str.28)).
8. Prevod zo spojitého opisu na diskretný na str 26, (vzťah 3.13, 3,14 je nekorektný (koeficienty spojitych a diskretnych modelov nie sú rovnaké).
9. Ako sa dajú získané modely GLF využiť pre úlohy riadenia ?
10. Akým spôsobom boli vyberané budiace vstupy do modelov ? Aké budú výstupy po použití „štandardných vstupov (skok, lineárne rastúci signál a pod.) ?
11. Pokážte na očakávané vyhody zavedenia hodnoty necelo-číselných rádov a stupňov prenosových funkcií pre úlohy modelovania a identifikácie parametrov pomocou zovšeobecnených Laguerrových modelov.

Záver

Predložená dizertačná práca **Mgr. Martina Tůmu** predstavuje prínos v oblasti výskumu a vývoja moderných metód modelovania a identifikácie dynamických systémov prostredníctvom zovšeobecnených Laguerrových funkcií. Okrem modifikovaných prístupov pre optimálne najdenie a identifikáciu parametrov modelov realizovaných pomocou Laguerrových funkcií je v práci uvedená aplikácia a efektívne využitie diskretnej Laguerrovej transformácie pre kompresiu údajov. Dizertačná práca svojím obsahom, dosiahnutými výsledkami predstavuje podnetnú prácu pre výskum, vývoj a možnú aplikáciu moderných metód modelovania lineárnych dynamických systémov. Výsledky dosiahnuté v práci potvrdzujú schopnosť doktoranda úspešne analyzovať, modelovať a simulovať zložité dynamické systémy. Autor dizertačnej práce využil pri spracovaní dizertačnej moderné metódy a techniky a dosiahol originálne vedecké a aplikačné výsledky

využitelné pri vývoji, výskume v oblasti automatizácie a riadenia, kybernetiky a aplikovanej informatiky.

Odporúčam aby predložená dizertačná bola prijatá k obhajobe v študijnom odbore Kybernetika, automatizace a měření a **Mgr, Martinovi Tůmovi** navrhujem udelenie vedecko-akademickej hodnosti „philosophiae doctor“ (PhD) .

V Bratislave 18. 09. 2017



prof. Ing. Štefan Kozák, PhD.