

Oponentský posudek disertační práce

Autor: Mgr. Petr MINÁŘ

Název práce: Nelineární řízení komplexních soustav s využitím evolučních přístupů

Aktuálnost tématu, obsah a struktura práce

Doktorand si zvolil aktuální téma, které se týká problematiky řízení nelineárních komplexních soustav. K tomuto účelu využívá technik z oblasti soft computingu - evoluční výpočetní techniky (algoritmus HC12, diferenciální evoluci), fuzzy logiku a nástroj pro evoluční symbolickou regresi (gramatickou evoluci). Autor rovněž vytvořil efektivní implementaci zvolených optimalizačních algoritmů v univerzální multiplatformní aplikaci typu server – klient s využitím Matlabu na serverové straně.

Předkládaná disertační práce je členěna do 14 kapitol. Po úvodní kapitole a předložení cílů práce se autor věnuje termínům z oblasti teorie řízení, dále optimalizačním technikám s publikovanými aplikacemi z teoretického hlediska. Pátá kapitola je rozbor efektivní softwarové implementace použitých optimalizačních technik. Následující kapitola se věnuje popisu fitness funkce a sedmi testovaných soustav, nelineárních modelů vybraných pro optimalizaci regulace. Sedmá až devátá kapitola se věnuje návrhu PID regulátoru pomocí algoritmů HC12, Diferenciální evoluce a Nelder-Mead simplexové metody, fuzzy PID regulátoru pomocí HC12 algoritmu a generování vlastní struktury regulátoru pomocí gramatické evoluce. Desátá kapitola shrnuje výsledky sedmé až deváté pro čtyři modely soustav – model čtvrtého řádu, model čtvrtého řádu s nelineárním prvkem, model kuličky v obruči a model magnetické levitace. Zbývající tři nelineární soustavy, stabilizace logistické mapy, stabilizace Duffingovy rovnice a návrh Yagi-Uda antény s využitím gramatické evoluce a algoritmu HC12 jsou podrobně popsány v kapitole 11-13. Po poslední kapitole, závěru, autor uvádí v samostatné sekci souhrn svých publikací a disertační práce obsahuje také řadu příloh A-R, které obsahují diagramy týkající se vlastní aplikace, komunikace se serverovou částí, spouštění soft computingových metod, screenshoty obrazovek z aplikace, příklady nastavení a pseudokódy použitých algoritmů a další.

Struktura práce odpovídá požadavkům na disertační práci.

Úroveň zpracování

Grafická stránka předložené disertační práce je na špičkové úrovni. Je v ní zahrnuto spousta grafických a stylových „vychytávek“, které dělají disertační práci poutavější a atraktivnější. Obrázky jsou v korektní tiskové kvalitě, jen v některých případech by asi bylo lepší použít většího fontu v legendě či popiscích os.

Super dojem z grafického zpracování ale kazí kvalita jazykového zpracování. Zřejmě není odstavce, kde by nebylo několik typografických chyb, někdy i gramatických. Z typů chyb usuzuji, že zřejmě nejsou způsobeny nepečlivostí. V takovém případě je ale vhodnější dát práci k jazykové korektuře odborníkům. Je zbytečné, aby obsahově i množstvím odvedené práce byla vysoce kvalitní disertační práce poškozena špatnou jazykovou korekturou.

Použitá literatura obsahuje dostatečný počet titulů, nicméně aktuálních titulů je malé množství (poslední z roku 2014). Vzhledem k délce studia, je vždy lepší před odevzdáním udělat ještě revizi aktuálních dostupných literárních zdrojů v dané oblasti nebo komentovat, že novější literatura není dostupná. I přese všechno lze konstatovat, že práce s literaturou je v souladu s požadavky na disertační práci. V práci se objevuje ne zcela vhodné citování celým názvem příslušné reference a

jejími autory. Zaužívaný systém je používat pouze odkaz na číslo reference ze seznamu použité literatury.

Zvolené metody zpracování

Doktorand provedl srovnání soft computingových technik při řízení nelineárních komplexních soustav. Jednak provedl testy své navržené aplikace se serverovým řešením pro výpočty s využitím Matlabu. Dále pak srovnal kvalitu řešení na jednotlivých sedmi použitých nelineárních soustavách. Autor provedl rozsáhlé testy, které přinesly výsledky nejen pro samostatné optimalizační algoritmy, ale také spojení s fuzzy logikou či vlastní návrh struktury pomocí gramatické evoluce.

Zaměření disertační práce a nové poznatky, které přináší

Práce se zabývá efektivní implementací a aplikací soft computingových technik do oblasti nelineárního řízení komplexních soustav, které je vysoce složité a komplikované. Doktorand porovnává navržené řešení s řešeními používanými v praxi, přičemž autorův návrh disponuje výrazně lepší kvalitou regulačních pochodů. Student rozšířil běžnou hodnotící funkci o vícekritériální přístupy, které zohledňují variabilitu vlastností při regulaci systémů.

Autor také využil kombinaci soft computingových technik k získání kvalitnějšího návrhu regulátoru (využití fuzzy logiky v PID regulátoru a ladění parametrů pomocí algoritmů HC12, diferenciální evoluce či gramatické evoluce). Návrh postupů student ověřil na modelech i reálných zařízeních.

Připomínky a dotazy

- 1) Na str. 40 – uvádíte čas a iterace. Je tento způsob vhodný pro testování algoritmů? Obvykle se používá termín počet ohodnocení účelové funkce. Zde je naštěstí využito algoritmů, které mají pro danou iteraci (generaci) stejný počet ohodnocení.
- 2) V tab. 3.4. a 3.5. jsou iterace zprůměrované či stejné pro každého klienta zvlášť a vyšší čas je kvůli „operování“ s více klienty? Není to zcela jasné.
- 3) Co znamená lokální výpočet? Algoritmy jsou implementované jen v klientské části aplikace? Nebo nějaký lokální Matlab?
- 4) V tab. 3.2. – 3.11., případně další, není uvedena jednotka u položky čas? Jsou to sekundy?
- 5) V grafu 4.1, 4.2. jsou atypicky označené osy. Jsou v legendě obrázku místo u os. Byl k tomu nějaký speciální důvod?
- 6) U grafu 5.1. bych doporučovala lépe zvýraznit křivky. Není úplně čitelné, která křivka patří ke které fitness. Možná lepší větší graf a jiné značení, např. u b) varianty.
- 7) Jsou u grafu 5.2. c) a dalších podobného typu správně popsane osy?

8) Grafy typu 5.1. by možná bylo vhodné také srovnat napříč použitými metodami, nejen napříč různými fitness v rámci jedné metody. Bylo by možné toto srovnání připravit k prezentaci u obhajoby?

9) Na str. 78 píšete: „Při testech na reálném modelu se jednotlivé nejlepší nastavené regulátory pomocí různých algoritmů chovají velice podobně, a proto lze říci, že každý algoritmus našel optimální řešení regulátoru.“

Pro toto tvrzení lze použít některé typy statistických testů (např. Wilcoxon rank test nebo Friedman rank test), které jsou schopné říci, zda-li dva algoritmy jsou signifikantně rozdílné či na stejné úrovni.

10) Proč u gramatické evoluce používáte zrovna tyto konstanty -1, 0, 1-9 ve var?

11) Zápis ve vzorci GE výsledek 7.5. na str. 178 se objevuje $(1+1)$. Chápu to správně, že -1 je dosazeno z var, jinak by zápis byl zřejmě nesprávný?

12) V grafech 8.1 či 8.14 chybí popsané zkratky. Např. ZN je zřejmě Ziegler-Nichols? Co je HS v obr. 8.14?

13) Námět pro budoucí testy. Doladění konstant pro navrženou strukturu pomocí gramatické evoluce, používáte HC12 algoritmus, kdy všechny konstanty nahradíte $param_1$ - $param_n$. Možná by bylo zajímavé použít tohoto přístupu v celém procesu gramatické evoluce, obdobně, jako se používá metaevoluční přístup v metodě analytické programování (AP). Místo předem stanovených konstant, se do generované struktury dosazuje přímo „ $param_1$ - $param_n$ “ (v AP nazývaná konstanta K), která se ladí v každém kroku dalším evolučním algoritmem. Určitá nevýhoda je samozřejmě dlouhá doba prohledávání a nalezení vhodného tvaru.


14) Není zcela jasné, jakým způsobem se identifikují (místo čeho se nahrazují) konstanty (param) pro další ladění, např. v GE výsledek 9.8 na str. 122. Ve výrazech je jen jeden param, ale přitom v rovnici výše je více konstant?

Závěr posudku

Ve své práci prokázal Mgr. Petr Minář schopnost samostatné tvořivé vědecké práce. Práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Předloženou práci **d o p o r u č u j í** k prezentaci a obhajobě před komisí s cílem získání titulu Ph.D.

Ve Zlíně 1. března 2018


doc. Ing. Zuzana Komínková Oplatková, PhD.
Ústav umělé inteligence a informatiky
Fakulta aplikované informatiky
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Nad Stráněmi 4511
760 05 Zlín



