

Oponentní posudek

Název disertační práce:

„Nové hybridní metody pro robustní a automatizovaný odhad parametrů mechatronických systémů“

Doktorand: Ing. Jan Najman

Školitel: doc. Ing. Robert Grepl, Ph.D.

Oponent: RNDr. Vladimír Opluštil

K hodnocení byly předloženy 2 dokumenty Teze disertační práce a vlastní Disertační práce. Oba dokumenty jsou napsány v jazyce českém. Předložené Teze jsou v rozsahu 39 stran a jsou členěny do 9 kapitol. Obsahují i stručné CV autora a abstrakt v české a anglické jazykové verzi. Disertační práce v rozsahu 133 stran je členěna do 11 kapitol, které na sebe logicky navazují.

Aktuálnost disertační práce:

Téma disertační práce je aktuální. Zbývá se problematikou optimalizace parametrů, při tvorbě modelů mechatronických soustav. Je využito prostředí MATLAB a nástroje nadstavby Simulink a toolboxy Simscape, pro vytváření fyzikálních modelů soustav. Toto prostředí a nástroje jsou velmi rozšířeny, a často se používají při vývoji a návrhu složitých inženýrských úloh s využitím metod matematického modelování. Toto prostředí integruje nástroje nejen k vytváření modelů fyzikálních soustav a jejich matematických popisů, ale i nástroje pro tvorbu algoritmů pro simulaci jejich chování, odhad a nastavování parametrů, vedoucích k jejich optimalizaci.

Plnění stanoveného hlavního cíle disertace:

Hlavním cílem disertace byl návrh a implementace hybridní optimalizační funkce pro odhad parametrů vybraných modelů mechatronických soustav v prostředí MATLAB. Hlavní cíl byl naplněn prostřednictvím dosažení dílčích cílů.

Dílčími cíli disertace byly:

- Analýza a tvorba sestavy modelů vybraných mechatronických soustav s využitím Simscape .
- Analýza využití lokální a globálních metod optimalizace parametrů pro sestavy modelů vybraných mechatronických soustav s využitím optimalizačních toolboxů prostředí MATLAB.
- Analýza a návrh vhodných optimalizačních algoritmů pro odhad parametrů modelů, a metodika jejich testování a verifikace prostřednictvím hodnotící funkce.
- Návrh a implementace nového hybridního algoritmu optimalizační funkce.

Konstatuji, že definované dílčí cíle byly splněny v celém rozsahu.

Postup a metodika řešení:

Na základě poměrně rozsáhlé rešerše stavu řešené problematiky ve světě, byly stanoveny cíle a rovněž metodika, která vedla k dosažení dílčích výsledků a výstupů řešení a jejich následnému hodnocení. Bylo použito prostředí MATLAB a jeho optimalizační nástroje a standardní funkce pro odhad parametrů modelů. Standardní modely, především mechatronických soustav, byly vytvořeny pomocí nadstavby nástrojů Simscape v Simulinku.

Hodnocení výsledů a přínosu:

Dosažené výsledky lze rozdělit do dílčích skupin:

Byla analyzována a vytvořena sada 10 fyzikálních modelů mechatronických soustav s využitím toolboxu Simscape a jejich vstupních funkcí, pro následné testování odezvy dynamického chování soustavy. Dále byla provedena analýza optimalizačních algoritmů (s využitím lokálních a globálních metod

implementovaných v prostředí MATLAB), především s využitím funkcí a navrženo vlastní řešení hybridního algoritmu, jehož návrh vychází z kombinace vybraných globálních a lokálních optimalizačních metod v prostředí MATLAB/Simulink.

Byla stanovena metodika verifikace výsledků a jejich hodnocení formou hodnotící funkce. Navržený hybridní algoritmus je implementovatelný do prostředí nástrojů MATLAB a umožní jeho aktivní využití v inženýrské praxi.

Byly navrženy a realizovány základní funkce hybridního optimalizačního algoritmu, který může být následně implementován do prostředí MATLAB, jako standardní komponenta knihoven funkcí optimalizačních algoritmů. Tuto praktickou implementaci považuji za významný přínos práce doktoranda.

Význam pro praxi a rozvoj vědního oboru:

Disertační práce má význam především pro inženýrskou praxi, kdy se v čím dále větší míře uplatňují metody založené na využití matematického modelování soustav (Model Based Design Development - MBD), a s jejichž aplikačním využitím dochází k urychlení vlastního vývojového cyklu. Tato metodika kromě urychlení procesu návrhu, umožňuje automatizaci procesů vývoje od návrhu formou tvorby využití předzpracovaných matematických modelů fyzikálních soustav a jejich optimalizaci, přes simulaci jejich chování, verifikaci a testování nejen na modelu, ale následně i na reálném prototypu soustavy, atd. Uplatnění nalézá, např. v oblasti vývoje letecké techniky, při vývoji moderních řídicích systémů komplexních soustav leteckých pohonů a jejich podsystémů, atd. Právě výsledek práce umožní integraci a postupnou automatizaci procesu vytváření modelů a jejich optimalizaci v prostředí MATLAB/Simulink, což hodnotím velmi pozitivně.

Hodnocení formální a jazykové úrovně:

Disertační práce je velmi přehledně a kvalitně zpracována. Jednotlivé kapitoly jsou logicky členěny a obsahují nezbytné informace a údaje. Kladně hodnotím grafickou úroveň zpracování, za správné považuji vyhodnocení a komentování výsledků a závěrů práce.

Vyjádření oponenta k tezí disertační práce:

Teze k disertační práci obsahují veškeré požadované náležitosti. Byly jasně definované cíle a dílčí úkoly disertace. Stanovené téma disertace považuji za velmi aktuální. Je stanovena metodika aplikovaná pro dosažení cílů disertace s využitím nástrojů a procesů pro modelování a simulaci, včetně fyzikálních (mechatronických) soustav modelů, jejichž prostřednictvím se budou verifikovat a hodnotit dosažené výsledky. Stanovený postup návrhu řešení a metodika prokázání výsledků pomocí verifikačních úloh považuji za správný. Použití prostředí a nástrojů MATLAB je natolik lety a uživatelsky ověřené, že prokazované výsledky a závěry lze považovat za správné a aplikovatelné do inženýrské praxe.

Otázky oponenta:

1. V práci byly použity standardní funkce, algoritmy, modely implementované v knihovnách a toolboxech prostředí MATLAB/Simulink/Simscape. Jak by váš výstup disertace byl implementován v rámci vývojových procesů metodou Model Based Design? Můžete to popsat a okomentovat.
2. Stručně vysvětlíte výběr hodnotící funkce (z výběru MEA, MSE, MRSE, NRMSE, R, PSNR,...).

Hodnocení a doporučení oponenta:

Doktorand prokázal schopnost samostatné tvůrčí vědeckovýzkumné práce. V případě úspěšné obhajoby a zodpovězení dotazů oponentní komise doporučuji komisi udělit uchazeči akademický titul Ph.D.

V Brně, 7.10. 2022

Oponent:

RNDr. Vladimír Opluštil