

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Identifikace modelů z dat pomocí metod řídké identifikace nelineární implicitní dynamiky
Jméno autora:	Bc. Kryštof Bystřický
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav přístrojové a řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Pavel Skopec
Pracoviště oponenta práce:	Ústav přístrojové a řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání cílí na konkrétní (a relativně novou) metodu identifikace modelů. Identifikace modelů je klíčová disciplína pro obor automatického řízení, proto je zvolené téma vhodné. Vzhledem k výskytu systémových nelinearit a dalších potenciálních komplikací (šum, externí vstupy, zpětná vazba) jsou nároky zpracování tématu náročnější.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Všechny body zadání (rešerše, předzpracování signálů, volba modelů a vlastní identifikace, zhodnocení) byly plně splněny. Z práce je znát, že si autor dal s řešením práce záležet.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor postupoval systematicky. Postupně definoval použité pojmy a metody. Využíval efektivně výpočetní nástroje, zejména Matlab (včetně Symbolic Math Toolbox), Python (PySINDy) a další. Využitá identifikační metoda SINDy (a její odvozeniny) je zpopularizována a výborně vysvětlena na Youtube jedním z jejích tvůrců (Steven L. Brunton). Autor této diplomové práce tuto metodu aplikoval, navíc ji také doplnil o dílčí funkcionality. Nejprve metodu aplikoval na jednodušších, respektive méně komplikovaných problémech, které pak postupně komplikoval, aby identifikační metodu zatížil. Nakonec metodu aplikoval na datech měřených na reálné laboratorní soustavě, kde navrhl a realizoval identifikační experiment.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Autor prokázal odbornost a schopnost uchopit a analyzovat inženýrský problém, který následně dokázal vyřešit, implementovat a zhodnotit. Pochvalu si autor zaslouží za zpracování filtrace signálů. K diplomové práci je přiložen zdrojový kód, který realizuje zpracování. Tento kód je také veřejně online dostupný přes systém Git, což chválím.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psaná věcným a vysvětlujícím stylem. Styl popisu však míchá první osobu jednotného čísla, množného čísla, (občas osloví i čtenáře) a také pasivní formu. V odborném textu bych preferoval pouze tu pasivní formu. Oceňuji volbu anglického jazyka. Angličtina je celkově na velmi dobré úrovni (jen bych v odborném textu nepoužíval zkrácené tvary).	

Další pochvalu si autor zaslouží za zpracování grafických výstupů a animací simulací, které jsou také dostupné online. Vložené grafy jsou dobře popsány, ale občas se vyskytuje nekonzistence ve formátování popisků kurzívou. Matematické výrazy by mohly být lépe zakomponovány do textu skrze interpunkci (která se u nich vyskytuje pouze zřídka). Pravo-levé zarovnání elektronické verze působí při čtení rušivě. V definici analytického modelu kyvadla by bylo vhodné přidat schéma. V práci je několik málo nevýznamných formálních chyb, např.: matoucí se zdá vztah derivace v odstavci 9.3 které zároveň značí proměnnou i funkci, a jiné.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Rešerši považuji za dostatečnou a relevantní, zejména z pohledu řešení problému. Dle zadání byla rešerše zacílena na konkrétní identifikační metodu, nicméně (jako doporučení) by nebylo na škodu tuto metodu zasadit širšího rámce problematiky a pokusit je popsat i nějaké její případné alternativy. K práci s citacemi nemám výhrady.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Autor identifikační metodu rozšířil v několika dílčích funkcionalitách (práh regrese dle energie signálu, filtrace podle poměru signálu a šumu, vytvoření metody pro výběr kandidátů knihovny funkcí, aplikace metody Bootstrapping, a jiné). Autor si sobě a zkoumané metodě postupně kladl překážky, které překonával. Tím také dosáhl hlubšího pochopení problému.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Práci bych označil jako vzorovou, vzhledem a novosti metody, angličtině a online dostupnosti zdrojového kódu řešení a grafické zpracování výsledků. Práce má také vysokou odbornou úroveň. Autor se pokoušel o hluboké pochopení problematiky.

Otázky k obhajobě:

- 1) Používáte Matlab metodu *ode45*. Tato metoda pracuje s adaptivní délkou kroku. Je nějak ošetřeno, že tato metoda případně neignoruje (při delším kroku) část vysokofrekvenční externího vstupu, kterým metodu plníte?
- 2) Z jakého důvodu jste do knihovny kandidátů funkcí pro identifikaci Lorenzova systému přidal i funkce *sin* a *cos* (str.41)?
- 3) Kde vidíte největší slabiny použité metody, případně identifikace obecně? (Např. závislost na měřených datech, kde je identifikovaný systém dostatečně vybuzen?)

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 26.8.2021

Podpis: