

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Systém se strojovým učením pro detekci a analýzu anomálií dynamického systému
Jméno autora:	Bc. Vladislav Erdman
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
Oponent práce:	Ing. Petr Svoboda, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	mySCADA Technologies

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zvolená práce „Systém se strojovým učením pro detekci a analýzu anomálií dynamického systému“ se zabývá automatickou diagnostikou strojů, a dobře zapadá do konceptu prediktivní údržby a konceptu Průmyslu 4.0	

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>	
Diplomová práce svým rozsahem dostatečně pokrývá širokou oblast detekce a analýzy anomálií dynamických systémů.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení testuje nové metody založené na strojovém učení které mohou vést k přesnější detekci anomálií s minimem falešně pozitivních chyb.	

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>	
Dobře zpracovaná praktická část navazuje na teoretické seznámení s problematikou. Je kvalitně zpracována a odráží odborné znalosti autora, které je schopen aplikovat v praxi.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
V předložené diplomové práci nejsou formální chyby ani nedostatky. Po grafické stránce je práce na dobré úrovni, grafy jsou dobře čitelné a srozumitelně popsány. Rozsah práce odpovídá požadavkům. Práce místy obsahuje gramatické chyby.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<i>Vyjáďte 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.</i>	
Rozsah zdrojů i jejich výběr je adekvátní zvolenému tématu. Autor vždy uvádí relevantní zdroje a z práce je jasně odlišitelné kdy se jedná o autorovu vlastní metodiku a kdy je metodika převzatá.	

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.

Celkově práce dostatečně pokrývá zvolenou tematiku. Každá ze zvolených metod detekce anomálií je teoreticky popsána, a v praktické části statisticky vyhodnocena. Výsledky jednotlivých detekčních markerů lze vzájemně porovnat. Práce jde nad rámec zadání v implementaci prototypu SW části implementující uživatelské rozhraní systému. Celkově se jedná o zdařilou implementaci prototypu se správně aplikovanými výsledky.

Na základě výše uvedeného doporučuji práci k obhajobě a hodnotím ji klasifikačním stupněm A – výborně.

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.

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

Klíčovou částí Průmyslu 4.0 a nastupující digitalizací podniků je přechod od aktivní a reaktivní údržbě směrem k prediktivní. Součástí prediktivní údržby je diagnostika strojů a detekce a predikce anomálií. Tato práce jasnou a srozumitelnou formou popisuje teoretické požadavky na detekční algoritmy které shrnuje v 7 axiomech. Teoretický přístup ke zpracování dat, vyhodnocení a validace dat je na dobré úrovni. Práce ve výsledku implementuje a porovnává 7 příznakových markerů. Z dostupných detekčních nástrojů volí autor metodu Learning Entropy, jedná se o nový přístup v detekci anomálií a zajímavý směr výzkumu. Využití Abbottovy-Firestonovy křivky je v oblasti detekce zajímavým počinem s poměrně překvapivými výsledky.

Celkově dosažené výsledky jsou velice slibné, míra úspěšné detekce je vysoká.

Pro rutinní nasazení v praxi bude nutné systém více generalizovat tak aby byl použitelný i pro komplexnější zařízení než je analyzovaný shaker (zde se jedná o poměrně jednoduché a matematicky snadno popsatelné zařízení) a také otestovat pro více typů poruch.

Otázky:

1. V sekci 3.5.4 Drsnostní příznaky uvádíte: „Při detailnějším průzkumu jsem zjistil, že při zpracování příznaku drsnosti byl nedopatřením použit jiný princip zpracování dat“. Jak tento fakt ovlivnil prezentované výsledky?
2. Jak vzniká a jak by bylo možné eliminovat velký rozptyl hodnot u vypočítaných parametrů skew a krutosis?

28.08.2022

X 

Petr Svoboda

Podepsal(a): Ing. Petr Svoboda, Ph.D.