

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Acquisition and analysis of movement data from industrial robots
Jméno autora:	Petr Cezner
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Pavel Burget, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	ČVUT ČIIRK

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
Zpracování práce vyžaduje znalost průmyslové robotiky, základů průmyslových komunikací a především schopnost pracovat se stochastickými modely systémů. Jedná se o poměrně komplexní problematiku, a proto patří zadání k náročnějším.	
Splnění zadání	splněno
Zadání bylo splněno beze zbytku.	
Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
Pan Cezner pracoval velmi samostatně a dobře si rozvrhnul čas na řešení práce v průběhu celého semestru. Svůj postup konzultoval s vedoucím, přicházel s vlastními návrhy řešení a ty potom samostatně realizoval. Reagoval na připomínky vedoucího a jeho nápady na doplnění práce rychle dopracovával. Byl součástí širšího týmu a velice dobře v něm spolupracoval.	
Odborná úroveň	A - výborně
Zaměření práce je rozděleno mezi průmyslovou robotiku a stochastické modelování systémů. V oblasti průmyslové robotiky pan Cezner vychází ze svých zkušeností v předchozích projektech během studia, a tak byl schopen velmi profesionálně realizovat robotického programu a vytvořit komunikační rozhraní s potřebnými systémy. Tak vznikla potřebná platforma pro sběr dat, kterou využil dále v části zabývající se modelováním. Jednotlivé modely vycházejí ze souvisejících prací týkající se Markovských řetězců a jejich využití pro modelování robotů. Petr Cezner tyto modely implementoval, naučil a ověřil jejich chování na řadě případů. Porovnání se stávající metodou identifikace operací pomocí statistických momentů provedl, i když možná ne zcela zřetelně zhodnotil. Výsledný model kombinující diskrétní a spojité Markovské modely ověřil při pohybech robota s neplánovaně velkou zátěží.	
Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
Schémata a obrázky vhodně doplňují související text. Závěry některých experimentů však nejsou zcela zřetelně popsány a zhodnoceny. Úroveň angličtiny by mohla být lepší, přesto je práce poměrně dobře čitelná.	
Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
Informační zdroje jsou citovány dle citačních zvyklostí. Student aktivně vyhledával informace z externích informačních zdrojů a pracoval s nimi.	

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Pan Petr Cezner pracoval velice aktivně a samostatně. Zapojil se do širšího týmu a ukázal schopnost řešit problémy předložené, ale i ty, na které sám narazil během samotného řešení. Jím vytvořená platforma sběru dat z robotů a nasazení Markovských modelů nad touto platformou bude mít v budoucnu velký význam při řešení dalších projektů týkajících se analýzy provozu strojů. Pracoval systematicky, neznámou problematiku byl schopen nastudovat z dostupné literatury včetně konferenčních a časopiseckých článků.

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

Datum: 7.6.2019

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Acquisition and analysis of movement data from industrial robots
Jméno autora:	Bc. Petr Cezner
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Petr Kadera, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	CIIRC, ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> Obtížnost zadání hodnotím jako průměrnou.	průměrně náročné
---	-------------------------

Splnění zadání <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> Student ve své práci splnil cíle vytyčené zadáním.	splněno
---	----------------

Zvolený postup řešení <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i> Navržený postup i jeho realizace je technicky správný. Chybí exaktní srovnání s dalšími metodami.	správný
--	----------------

Odborná úroveň <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> Student prokázal, že si osvojil řadu technologií jako je programování robotů KUKA dvou řad (KR a LBR), komunikaci přes PROFINET a Ethernet KRL. Dále prokázal, že dokáže navrhnout a implementovat pokročilý klasifikační mechanismus využívající teorie skrytých markovských modelů rozšířených o prvky Bayesovského rozhodování.	B - velmi dobře
---	------------------------

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i> Práce je psána v anglickém jazyce. Práce je zatížená větším množstvím překlepů a gramatických chyb. Většinu z nich by pomohlo odstranit důsledné používání nástrojů pro kontrolu pravopisu.	C - dobře
---	------------------

Výběr zdrojů, korektnost citací <i>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.</i> Student ve své práci využívá vhodné materiály, které korektně cituje.	A - výborně
--	--------------------

Další komentáře a hodnocení <i>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.</i> Vložte komentář (nepovinné hodnocení).	
--	--

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Předložená práce představuje řešení pro klasifikaci robotických operací z dat sbíraných z řídicího systému robota. Hlavním cílem je vyvinout metodu, která umožní odhalit odchylku v chování robota a tím včas identifikovat možnou poruchu.

Práce je organizována do šesti kapitol. První poskytuje velmi stručný úvod do zkoumané oblasti. Tato část by si zasloužila detailnější zpracování. Představení metod prediktivní údržby, na kterou tato práce cílí, by mělo být věnováno výrazně více prostoru. Do úvodu by se taková část hodila výrazně více než obrázek 1.1, který ilustruje propojení použitých knihoven. Tento obrázek by se hodil více do přílohy.

Druhá část práce popisuje řešení pro sběr dat z robotů a jejich ukládání do MongoDB databáze. Tato část poměrně detailně představuje vytvořené řešení. Větší rozpracování by si zasloužil popis systému pro čtení dat z robota (str. 11, Robot Part). Autor zde uvádí, že využívané proměnné musejí být typu SIGNAL, ale z textu není zřejmé proč.

Třetí kapitola stručně představuje výsledky práce dřívějších studentů, kteří řešili podobnou problematiku. Chybí zde jasné srovnání obou metod, které by bylo provedeno nad stejnými daty. Název kapitoly dobře vystihuje problém tohoto anglického textu. Čtenář pochopí smysl, ale překlepy a nestandardní obraty jsou rušivé.

Čtvrtá kapitola poskytuje úvod do teorie Markovských modelů a následně popisuje vyvinutou metodu. Popis je poměrně detailní a dobře zpracovaný. V závěru této kapitoly je uvedeno srovnání s dříve vyvinutými metodami. Bohužel zde chybí exaktní srovnání, které by proběhlo nad stejným vzorkem dat.

Pátá kapitola se věnuje metodě Process Mining. V úvodu jsou představeny základní myšlenky tohoto přístupu a dále je nastíněno použití nástroje ProM. Na obrázku 5.1 je představen výsledek analýzy, který je však velmi triviální – jedna operace navazuje na druhou. Autor si byl tohoto problému vědom a vytvořil „Not-Ideal Process Model (str. 43)“, jehož analýza je vizualizována obrázkem 5.2. Není však jasné, jaké situace v robotickém prostředí tento „zašuměný“ proces může odpovídat a jaké praktické využití by taková analýza mohla mít.

Závěrečná část shrnuje předchozí kapitoly a rekapituluje dosažené výsledky.

Otázky:

1. V části 2.6 – *Synchronization of time* uvádíte, že čas na robotech je synchronizován. Je tato synchronizace důležitá i v případě, že pracujete jen s jedním robotem?
2. Jaké hlavní využití vidíte pro metodu „Process Mining“ v robotických systémech.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 4.6.2019

Podpis: