

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	PRŮMYSLOVÝ ROBOT S DOTYKOVOU SONDOU
Jméno autora:	BC. ŠIMON PALEČEK
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	RCMT
Oponent práce:	ING. ZDENĚK BALCÁREK
Pracoviště oponenta práce:	TOS Varnsdorf a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Diplomová práce se zabývá problematikou integrace průmyslových robotů a obráběcích strojů řízených řídicím systémem Siemens Sinumerik, zejména pak tématem měření pomocí dotykových sond. Jedná se o aktuální téma, protože průmyslové roboty se v oblasti obráběcích strojů rychle rozšiřují, a to zejména pro účely manipulace s nástroji nebo přímo pro obráběcí operace. Společný řídicí systém robotu i stroje pak přináší řadu výhod.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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>	
V práci se autor nejprve věnuje rešerši, ve které popisuje princip práce s dotykovými sondami a uvádí některé výrobce. Současně popisuje princip měření pomocí dotykových sond v řídicím systému Siemens Sinumerik a integraci tohoto řídicího systému s roboty KUKA. V další kapitole již autor popisuje vlastní implementaci dotykové sondy do robota KUKA řízeného řídicím systémem Siemens Sinumerik, a to jak z hlediska hardware, tak i parametrů. Následuje kapitola věnující se detailní analýze přesnosti měření dotykovou sondou a průmyslovým robotem v různých místech pracovního prostoru a při různých podmínkách. V závěru této kapitoly autor výsledky analýzy shrnuje. V navazující kapitole je popsána případová studie implementace měření pomocí dotykové sondy a průmyslového robota pro přesnou automatickou identifikaci pozic zásobníku nástrojů včetně integrace do správy nástrojů v řídicím systému Sinumerik. V závěru autor shrnuje dosažené cíle diplomové práce.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení dané problematiky považuji za správný. Autor nejdříve provedl rešerši dané problematiky, kde popsal základní principy měření pomocí dotykových sond, implementaci do robota a propojení s řídicím systémem Sinumerik. V návaznosti na to provedl vlastní implementaci dotykové sondy včetně analýzy přesnosti. Získané zkušenosti potom využil pro automatickou kalibraci zásobníku nástrojů. Toto je z hlediska efektivity celého pracoviště zásadní, protože ruční kalibrace zásobníku nástrojů je časově velmi náročná a musí být prováděna po jakémkoli zásahu do mechanické struktury zásobníku (rozměry zásobníku jsou vždy odlišné od nominálního modelu).	

Odborná úroveň

C - dobře

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Z práce je patrný logický přístup studenta k řešené problematice i praktická orientace práce. Zejména zde oceňuji detailní analýzu přesnosti a praktickou implementaci postupu do kalibrace nástrojového hospodářství.

V rámci diplomové práce autor vytvořil postup implementace dotykové sondy do průmyslového robota KUKA řízeného řídicím systémem Siemens Sinumerik v režimu „machining“. Provedl také podrobnou analýzu přesnosti měření dotykovou sondou nesenou robotem a implementaci na automatickou kalibraci zásobníku nástrojů. Dosažené výsledky jsou využitelné zejména jako postup a doporučení pro implementaci do dalších strojů. Zde především oceňuji doporučení z hlediska měření přesnosti a návrh postupu vlastní kalibrace zásobníku nástrojů. Naopak bych ocenil detailnější zpracování i dalších možností propojení řídicího systému Sinumerik a robota ve vztahu k automatické kalibraci zásobníku nástrojů (nejen režim „machining“, ale třeba i řízení pomocí standardní externí automatiky, která je cenově příznivější). Také by bylo zajímavé porovnat vliv přesnosti zapojení dotykové sondy přímo na řídicí jednotky Sinumerik v porovnání se zapojením do řídicí jednotky robota.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Členění práce do jednotlivých hlavních kapitol je přehledné, nicméně obsah jednotlivých kapitol je někdy trochu matoucí a zasloužil by si lepší rozdělení. Grafické zpracování práce je na dobré úrovni, avšak některé grafy jsou hůře čitelné (zejména složité legendy v kapitole věnující se analýze přesnosti). Celkově ale práce působí uceleným dojmem.

Výběr zdrojů, korektnost citací

Zvolte položku.

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.

Vložte komentář.

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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

K diplomové práci nemám zásadní připomínky. V práci chybí z mého pohledu pouze detailnější porovnání s jinými možnostmi propojení řídicího systému Sinumerik a průmyslového robota ve funkci zakladače nástrojů s možností automatické kalibrace regálového zásobníku.

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.

Diplomová práce se zabývá aktuálním tématem propojení obráběcích strojů a průmyslových robotů jak pro obráběcí operace, tak také ve formě automatického zásobníku nástrojů. Jejím řešením autor prokázal schopnost plnění komplexních inženýrských úkolů. Hlavní přínos práce vidím ve vytvoření jasného postupu implementace dotykové sondy do průmyslového robota řízeného řídicím systémem Siemens Sinumerik a postupu automatické kalibrace pozic zásobníku nástrojů.

Otázka na studenta k zodpovězení u obhajoby:

- Bylo by možné implementovat postup automatické kalibrace zásobníku nástrojů i při použití jiného způsobu propojení (standardní externí automatika). Bylo by možné případně využít i jiného výrobce robota než KUKA?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 18.8.2023

Podpis: Zdeněk Balcárek