

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Porovnání přesnosti snímacích systémů využívaných pro měření obecných tvarových ploch
Jméno autora:	Milan Kocáb
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Oponent práce:	Ing. Jiří Kotrč
Pracoviště oponenta práce:	Carl Zeiss spol. s r.o., divize Industrial Quality Solutions

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání práce je tematicky orientováno na porovnání dvou snímacích systémů, které se v praxi používají pro kontrolu znaků kvality výrobků. První z nich je taktilní snímací systém použitý na souřadnicovém měřicím stroji portálové konstrukce, který bych označil v dnešní době za konvenční a pro účely kontroly kvality geometrických specifikací v průmyslu hojně rozšířený. Druhý snímací systém, s kterým se čtenář v této práci setká je historicky mladší technologie, tzv. pruhová projekce fungující na principu triangulace. Obě zmiňované technologie mají v praxi svá uplatnění a samozřejmě každá má svá pozitiva i negativa. V budoucnu bude zajímavé pozorovat, jaká bude změna v zastoupení jednotlivých měřicích technologií v závislosti na nových výrobcích a měnících se specifikacích, např. vlivem čím dál rozšířenější elektromobility. Na tyto změny musí samozřejmě reagovat i výrobci měřicí techniky.</p> <p>Správná volba souřadnicové měřicí techniky, respektive její senzorky, je základním předpokladem pro zajištění vyhovujícího procesu pro kontrolu znaků kvality daného výrobku. Autor této práce se v praktické části zaměřoval na kontrolu obecné tvarové plochy. Zároveň aby autor podtrhl citlivost optického snímacího systému na světelné podmínky, použil v praktické části dva artefakty, lišící se ve finální úpravě povrchu.</p>	

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>	
Závěrečná práce splňuje zadání ve všech bodech.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Jak jsem již uvedl výše, autor pro řešení tématu zvolil dva artefakty lišící se v povrchové úpravě. Zároveň pro získání referenční tvarové plochy u obou artefaktů použil student metodu tzv. reverse engineeringu, kdy z reálně naměřených dat získal pomocí vhodně zvoleného postprocesingu nominální matematický model. Tento model byl pak následně použit pro porovnání se získanými náměry. Vzniklé odchylky nebo rozdíly byly rozumně okomentovány. Student rovněž zdařile popsal přípravu a proces měření.</p> <p>Práce by byla pro čtenáře ještě zajímavější, kdyby autor trochu rozvedl proces reverse engineeringu, respektive jednotlivých funkcí a vliv jednotlivých parametrů v SW, kterým byl reverse engineering proveden. Zároveň je škoda, že student nepodpořil svou volbu parametrů v kapitole 3.2 a 3.3 reálnými daty/výstupy. Rovněž bych pro ucelenost ocenil, kdyby autor alespoň trochu popsal zvolené parametry při měření na zařízení Zeiss Comet (obrázek 46). Nicméně postup řešení jako celek hodnotím kladně.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce je po odborné stránce velice dobře zpracována, autor v teoretické části rozdělil a popsal v dnešní době nejčastěji používané souřadnicové měřicí stroje, včetně snímacích systémů. Velice kladně hodnotím, že student k této části čerpal ze	

zajímavých zdrojů, byl schopen kombinovat více zdrojů a následně, dle mého názoru, informace reprodukovat vlastními slovy.

V praktické části byl autor schopen ze získaných náměrů a dat vyvodit logické závěry a případně okomentovat vzniklé rozdíly. Zároveň se ale v práci občas objevují formulace nebo termíny, které nejsou úplně vhodně použity a snižují tak úroveň předávané informace čtenáři.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Jazykové zpracování práce je na dobré úrovni. Ačkoliv se v textu občas vyskytují i nepovedené formulace, tak autor zdařile a srozumitelně popisuje jak teoretickou, tak praktickou část práce. V textu se poměrně často vyskytují i drobné překlepy, které zbytečně snižují kvalitu práce.

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.

Použité zdroje hodnotím velice kladně, protože student pro teoretickou část práce použil z velké části zajímavou a zejména cizojazyčnou literaturu. K citacím nemám výhrad.

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.

Bakalářská práce je přínosná pro obor metrologie, protože na reálné úloze demonstruje náchylnost optických snímacích systémů na optické vlastnosti povrchu měřených dílů. Zároveň autor v práci vyvozuje závěry podložené náměry, které by se měly zohlednit při výběru měřicí techniky na konkrétní aplikaci.

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.

Bakalářskou práci hodnotím jako velice dobře zpracovanou, až na drobné chyby ve formulacích a formálním zpracování, jsem nenarazil na zásadní chybu. Pro tvorbu teoretické části autor použil dostatek zajímavých zdrojů, zejména cizojazyčných. Rovněž kladně hodnotím návrh a realizaci praktické části, při které student vytvořil referenční modely dvou artefaktů pomocí reverse engineeringu a následně provedl porovnávací náměry pomocí dvou rozdílných technologií měření. Práce by byla ještě zajímavější, kdyby autor podrobněji popsal jednotlivé parametry, které zvolil při reverse engineeringu a svou volbu podpořil reálnými výstupy/daty.

Otázky k obhajobě:

1. V práci popisujete, že souřadnicový měřicí stroj získává informace o poloze bodů na součásti. Prosím, jak souřadnicový měřicí stroj s dotykovým snímacím systémem docílí toho, že souřadnice bude stejná/porovnatelná nezávisle na velikosti snímače, například při různých průměrech snímacích kuliček?
2. Jak je popsán bod v prostoru pomocí sférických souřadnic?
3. V závislosti na získaných poznatcích z praktické části Vaší práce, obecně na jaké díly a jaké tolerance byste použil technologii pruhové projekce?



POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

Datum: 20.8.2022

Podpis: