

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Realizace CMM stanice s využitím kamery
Jméno autora:	Jiří Procházka
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav přístrojové a řídicí techniky
Vedoucí práce:	Ing. Jaroslav Bušek, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Ústav přístrojové a řídicí techniky, ČVUT v Praze – Fakulta strojní

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání předložené závěrečné práce klade velký důraz na schopnost tvůrčí práce vedoucí na implementaci kombinovaného souřadnicového měřicího stroje. Při řešení je převážně nutné vhodně zkombinovat několik systémů dohromady a propojit je v koherentní celek s využitím předdefinovaných funkcí. Proto hodnotím práci jako průměrně náročnou.	

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>	
Všechny body zadání byly v základní míře splněny. Byla provedena obecná rešerše na téma souřadnicových měřicích systémů. Dále bylo upraveno zařízení pro rozměrovou kontrolu. Bylo implementováno měření základních geometrických rozměrů (nikoliv tolerancí). Do systému byla zakomponována kamera s možností detekce základních geometrických tvarů. Nakonec bylo provedeno krátké validační měření s vyhodnocením základních parametrů. Některé body zadání by si zasloužily podrobnější zpracování. Asi nejpodstatnější rozšíření by zasloužila validace, ve které bylo provedeno příliš málo kontrolních měření na to, aby data měla nějakou vypovídající hodnotu.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.</i>	
Autor práce byl při zpracování zadaných úkolů aktivní a velmi samostatný. Na zpracování pracoval průběžně. Svou činností projevuje významnou schopnost samostatné tvůrčí práce, což dokládá i praktická realizace zařízení v domácích podmínkách. Jedinou výtku k součinnosti mám k mírné absenci konzultace dílčích úvah před jejich realizací. Neimplikuje to nesprávně zvolené řešení, ale v případě potenciálního pochybení by bylo možné včas zasáhnout.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
V kapitole 3 postrádám nějaké kvantitativní zhodnocení CMM systémů či shrnutí jejich výhod a nevýhod v přehledném porovnání. Rešeršní část se vztahuje k tématu, ale pojednává o problematice značně ze široka v obecné rovině. Chybí jakékoliv kvantitativní porovnání jednotlivých systémů (např. srovnání dosažitelných přesností či třeba rychlostí skenování). Text samotný pak neodkazuje na odbornou literaturu, která by mu přidala na důvěryhodnosti. Popis kolineace na konci kapitoly je dost strohý. Chybí v něm vysvětlení terminologie (např. význam P^2 , geometrická interpretace úhlu α). Kapitola popisující geometrické tolerance není v textu práce nijak využita a její konkrétní význam pro řešení je tak sporný, opomenuli se zadání práce. Výsledný systém sice měří geometrické tvary, ale nejsou vyhodnocovány tolerance. V kapitole 7 je popisován software, který byl použit. Zde chybí alespoň zmínka o možných alternativách a jejich stručné porovnání. V kapitole 8 chybí důležitý popis konfigurace desky řízení krokových motorů. Není tak jasné, jak přesný pohyb pohonů byl nastaven. Asi popisně nejobsáhlejší kapitola je kapitola 9, kde je popsán vývoj uživatelské aplikace. Kapitola obsahuje množství vývojových a blokových diagramů, v nichž je celkem přehledně vysvětlena funkce navržené aplikace. V kapitole 10 bych očekával větší invenci. Autor použil převážně připravené funkce v OpenCV, což není na škodu, ale pak v textu chybí	

jeho přínos. V části validace bych očekával kvantifikování mechanických nepřesností. Dále by bylo vhodné provést měření na nějakém etalonu namísto vytvořených objektů a rozhodně měření opakovat více jak třikrát. V textu též chybí podrobnější popis interakce rozeznávání základních tvarů a následné měření sondou, což je na škodu.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Formátování předložené práce je na dobré úrovni. Text je ale velmi řídký a mohl být prezentován v hustější sazbě. Některé stránky kapitol nejsou ani z poloviny zaplněné. Rozsah práce se tak jeví enormní. Jazyková úroveň je dobrá. Text je psaný dobrou angličtinou a obsahuje malé množství překlepů či chyb.

Výběr zdrojů, korektnost citací

C - dobře

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.

Odkazy na zdroje by neměly být majoritně uváděny alibisticky na konci odstavců. Kapitoly 2 až 5 jsou strohé na reference. Ty jsou uvedené pouze u převzatých obrázků. V samotném textu pak až na výjimky chybí. Chybí také u převzatých rovnic (např. vady čoček), což je velkým nedostatkem. U některých obrázků (např. 8.1, 8.6) chybí zdroje, odkud byly převzaty.

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.

V předložené práci je nutné ocenit praktickou implementaci navrženého zařízení. Z dostupné fotodokumentace (obr. 7) je bohužel vidět, že autor umístil zdroj přímo na hořlavý materiál, což není vhodné. Zařízení sice slouží pouze k testování a nejedná se o komerční realizaci, přesto by mělo splňovat základní požadavky na ochranu.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Závěrečná práce popisuje realizaci kombinovaného číslicového měřicího stroje s pomocným využitím strojového vidění. Autorovi práci se podařilo v domácích podmínkách realizovat zdařilé zařízení, které principiálně spojuje dotykové a bezdotykové měření základních geometrických tvarů. K samotné realizaci lze vytknout málo, ale po odborné stránce práce strádá. Největší nedostatek lze shledat v části validace. Též citace zdrojů není provedena důsledně. Autor sice neporušil citační etiku, ale podstatná část textu by si zasloužila větší oporu v odborné literatuře, ze které autor stejně jistě čerpal.

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

Otázky k obhajobě:

- 1) Kolik bodů najednou zvládne aplikace vykreslit v 3D pohledu?
- 2) Jakou přesnost/krok má lineární posun v jednotlivých osách?

Datum: 27.1.2022

Podpis: