

Posudek diplomové práce

Student: Jiří Procházka

Název práce: Realizace CMM stanice s využitím kamery

V rámci diplomové práce měl student řešit tyto úkoly:

- 1) Proveďte rešerši na téma souřadnicových měřicích strojů.
- 2) Navrhněte a realizujte zařízení pro rozměrovou kontrolu.
- 3) Implementujte měření základních geometrických tolerancí.
- 4) Optimalizujte mechanismus měření pomocí kamery.
- 5) Proveďte vhodné validační měření a vyhodnoťte získaná data.

Práce má celkový rozsah 100 stran, bez započítání úvodní strany, abstraktu atd. 90 stran a je psaná anglicky.

Po úvodu se autor věnuje přehledu a vlastnostem jednotlivých typů konstrukce souřadnicových měřicích strojů. Dále se věnuje přehledu měřicích metod, např. kontaktní a bezkontaktní, které stroje využívají. V této kapitole postrádám jakékoliv kvantitativní porovnání vlastností měřicích metod. Např. na str. 16 je uvedeno: „the measuring is not that accurate compared to contact one.“ ovšem bez uvedení konkrétních čísel. V kapitole 3 se autor věnuje kamerovým systémům a jejich součástí opět bez nějakých číselných údajů nebo alespoň uvedení, jaké parametry asi pro své použití očekává a potřebuje.

V praktické části student popisuje stručně přestavbu 3D tiskárny Creality Ender 3 na souřadnicový měřicí stroj. Řízení využívá LinuxCNC, původní řízení tiskárny bylo tímto nahrazeno. Dále se věnuje popisu struktury programu a jednotlivým operacím s obrazem.

Práce je velice (zbytečně) dlouhá a určitě by jí bylo možné napsat stručněji a některé části zcela vynechat. Proč je například nutný popis příkazů G kódu v kapitole 11? V této kapitole jsou dále popsány jednotlivé algoritmy pro měření základních tvarů, jako např. průměr a střed díry, detekce hrany, vertikální a horizontální tvar atd. Algoritmy jsou podrobně popsány a jejich funkce ilustrovány obrázky. Na konci kapitoly 11 jsou popsány algoritmy pro měření základních geometrických tolerancí – kruhovitost, válcovitost, vzdálenost. Přestože toto je jeden z bodů zadání (č. 3), student se mu věnuje velice málo, mnohem méně než např. dříve zmíněnému měření průměru díry. V této části jsou uvedené algoritmy bez obrázků.

Následuje kapitola validace. V této části je popsáno měření dvou 3D tištěných dílů. U dílu č. 1 (str. 78) je uvedeno: „In the case of this part, we would like to measure rectangle dimensions and offsets, then the position of the cylinder on the top and its circularity.“ Čili mají být měřeny rozměry obdélníku, posuny a průměr válce a jeho kruhovitost. Vyhodnocení v tabulce 12.1 ale uvádí pouze výšku dílů a kruhovitost. Kde jsou další rozměry, které měly být vyhodnoceny? Měření je provedené pouze 3x, z matematického hlediska ano, lze spočítat směrodatnou odchylku, ale z hlediska „uvěřitelnosti“ měření je to poněkud pohybné. Díl č.2 je proměřený více. V této kapitole jsem nabyl dojmu, že student již neměl dostatek času validační měření více rozpracovat.

V práci také postrádám jakékoliv kvantitativní vyhodnocení výsledku. Např. stroj měří s přesností X, pohybuje se rychlostí Y, měření dílu trvalo Z atd.

Z formálního hlediska je práce velice pěkně strukturovaná, graficky hezky provedená, ale zbytečně dlouhá. **Student měl raději věnovat čas experimentům (které dostatečně neopakoval a nevyhodnotil) a ne psaní dlouhých, nic neříkajících textů.**

Zadané úkoly jsou splněné. Nepochybuji o tom, že student odvedl hodně práce např. s programováním aplikace. Bohužel to v práci nikde není vidět.

V práci postrádám:

- Jakýkoliv odhad přesnosti měření. Na str. 77 je uvedeno „We do not expect the accuracy to be very high since many mechanical design deficiencies affect the measurement.“. Kolik je tedy odhad přesnosti? 2mm? 1mm? 0,1mm? Nikde není uvedeno.

Otázky:

1. Jaké je opakovatelnost nastavení polohy použité 3D tiskárny? Jak byla opakovatelnost změřena (jestli vůbec byla změřena)?
2. V textu používáte „we tested“, „we designed“, „we use“, „we would like to use“, „Our goal is“ atd. Kdo je to we?
3. K měřicím metodám v kapitole 4 uveďte jejich očekávané přesnosti a opakovatelnosti
4. Jak byly vybírány body pro kalibraci na obrázku 10.2? Ručně nebo „automaticky“? Z textu na str. 67 „Below that, there are two text boxes used for initial calibration when the user inputs dimensions of the calibration rectangle after selecting its corners.“ my vyplynulo, že výběr je ruční. Jaká je potom přesnost klikání uživatelem na obrazovku?
5. Kolik je průměr dotykové sondy?

Práci doporučuji k obhajobě a hodnotím stupněm: „C“ - **dobře**

Doc. Ing. Martin Novák PhD.

Ústav přístrojové a řídicí techniky