

## Posudek oponenta

na disertační práci Ing. Petry Kocmanové

### Kalibrace snímačů pro multispektrální datovou fúzi v mobilní robotice

#### Aktuálnost tématu

Vývoj mobilních mapovacích technologií, ať systémů řízených člověkem nebo robotických systém, je v současné době aktuální problematikou.

#### Splnění cílů práce

Cílem disertační práce bylo zejména:

1. zlepšení přesnosti měření dálkoměrných snímačů použitých na robotech systému Cassandra,
2. kalibrace kamer sensorické hlavice robotu Orpheus-X3,
3. multispektrální fúze dat ze snímačů sensorické hlavice robotu Orpheus-X3.

Zlepšení přesnosti měření dálkoměrných snímačů bylo dosaženo kalibračním postupem určujícím korekční parametry snímače. Pro kalibraci kamer byl vypracován postup kalibrace včetně návrhu terče. Pro fúzi dat byl vyvinut a testován algoritmus řešící spojení různorodých obrazových dat.

Je možné konstatovat, že cíle disertační práce byly splněny.

#### Postup řešení

Ing. Kocmanová popisuje v 3. kapitole snímače a kalibrační algoritmy. Ve 4. kapitole disertační práce, podrobně analyzuje současný stav problematiky. Těžiště disertační práce se nachází v široce strukturované 5. kapitole, kde jsou popsány kalibrační postupy jednotlivých částí systémů a fúze dat. Zejména v části 5.3 jsou podrobně analyzovány výsledky experimentálních prací a zhodnocena přesnost obou skenerů Velodyne před a po kalibraci, což považuji za velmi cenné. Rovněž ověření datové fúze je podrobně analyzováno. Naopak v části 5.4 by byl užitečný rozbor variability hodnot kalibračních parametrů, zejména hodnot  $f_x$  a  $f_y$  pro jednotlivé kamery a jednotlivé konfigurace snímků. Je nutné ocenit velké množství vykonaných experimentálních prací.

#### Přínos a význam pro praxi a rozvoj vědního oboru

Dosažené výsledky přinášejí užitečné poznatky o použitých senzorech a jejich propojení, což má význam pro další vývoj mapovacích robotických systémů.

#### Formální a jazyková úprava DP

Formální a jazyková úroveň práce je na velmi dobré úrovni.

## Připomínky

Na str. 31 jsou rozděleny metody podle kalibračního objektu. Je vybrána jedna metoda bez zdůvodnění.

K části 5.2 mám tyto připomínky a dotazy:

Lineární regresní modely 1 a 2 uvedené na str. 59 by měly být uvedeny před tabulkou 2. na str. 57. Z tab. 2 není zřejmé, zda-li jsou parametry nějakým způsobem vybírány.

Přes velkou korelaci mezi parametry  $a$  a  $b$  bych model 2 neztracoval, koeficient  $a$  je zdůvodnitelný. Při měření vzdáleností se objevují i cyklické chyby, otestování složitějšího regresního modelu by užitečné.

Na str. 58 je uvedeno měření referenčních vzdáleností pomocí dálkoměru DISTO D8, není uvedeno, jak byl zprostředkován vztah mezi dálkoměrem a TOF kamerou.

S jakou přesností je známa velikost ohniskové vzdálenosti kamery TOF, která je použita pro korekci měřené vzdálenosti viz obr. 40?

K části 5.3 mám drobnou připomínku ke str. 68, kde je nepřesnost v 5. ř. odspodu: asi má být  $1\sigma$  a  $3\sigma$  nikoliv  $1,3\sigma$ . Postrádám zde však zdůvodnění, proč jsou pro eliminaci radiálního zkreslení použity je dva koeficienty, což při existenci několika typů kamer může být nedostačující.

## Závěr

Ing. Petra Kocmanová prokázala schopnost samostatné tvůrčí práce a předložená disertační práce splňuje kritéria podle § 47 zákona 111/1998 Sb.

**Doporučuji práci k obhajobě jako podklad pro udělení titulu Ph.D.**

V Brně 16.9.2015

doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.

