

# Posudek vedoucího bakalářské práce

**Autor práce:** Jaroslav Lištvan  
**Téma práce:** Kalibrace kamery pro robotické pracoviště

**Vypracoval:** Ing. Pavel Krsek, Ph.D.  
**Pracoviště:** ČVUT CIIRC, oddělení: Robotika a strojové vnímání (RMP)

Tématem této práce je navrhnout a realizovat kalibraci kamery pro robotické pracoviště. Hlavním úkolem bylo provést vzájemnou kalibraci manipulátoru a kamery. Důležitou částí práce, bylo také připravit snímání v systému ROS.

Text práce stručně popisuje robotické pracoviště a jednotlivé zvolené komponenty. Dále je krátce popsán model kamery a stručně je zmíněno, že pro kalibraci bude použito knihovny OpenCV. Následující kapitola popisuje samotné provedení kalibrace. Na závěr jsou popsány výsledky jednoho experimentu a tyto výsledky jsou porovnány s hodnotami získanými měřeními na pracovišti.

Text této práce byl očividně psán ve spěchu a nebyla provedena žádná korektura. Bohužel to se týká také faktického obsahu. Ve výkladu je použito nezvyklé terminologie, která není jasně vysvětlena (zaostřovací objektiv, deformace obrazu). Vyskytují se také některé terminologické „překlepy“ (souřadný x souřadnicový, obraz x obrazec). K textu zprávy mám dále tyto připomínky:

1. Orientace soustavy souřadnic na obrázku 2.1 není zřejmá. Vektory jsou zakryty tělem manipulátoru. Navíc není jasný vztah barev vektorů k soustavě souřadnic.
2. Obrázek 2.2 a 2.3 nejsou obrázky, ale tabulky.
3. Na obrázku 2.2 je uvedeno rozlišení fotoaparátu chybně.
4. Na straně 4 je uvedena výška stolu odlišně od obrázku 2.5 na téže straně.
5. Na straně 4 je chybně provedena reference na obrázek.
6. V rovnici 4.1 na straně 6 není vysvětlen význam symbolů  $sm'$  a  $M'$ .
7. Kód programu a způsobu kompilace nepatří do výkladu metod.
8. Citace [12] je prázdná (strana 14).

Po obsahové stránce je text bohužel také neúplný. Problémem je zejména nedostatečný popis provedených experimentů. Pro kalibraci kamery je uvedeno, že bylo použito 103 snímků kalibračního obrazce. Není však uvedeno v jakých polohách a jak mají být voleny. Podobně při kalibraci kamera-robot není uvedeno, do jakého počtu a jakých poloh má být umístěno rameno manipulátoru, ani jak je k němu připevněna kalibrační značka a ani velikost značky. Není také diskutován způsob získání referenčních bodů značky. V kapitole 6 (strana 11, rovnice 6.1) je zřejmé, že pro výpočet kalibračních parametrů bylo použito algoritmu s omezeními. Tato omezení nejsou ovšem uvedena. Vyhodnocení přesnosti kalibraci je sice správné ale nedostatečně popsáno pro nezasvěceného čtenáře.

V práci jsou citovány relevantní zdroje. Až na výjimku (citace 12) jsou použité zdroje v textu správně citovány. Velmi vhodné by však bylo doplnit zdroje přímo k jednotlivým převzatým obrázkům.

Podle mého názoru bylo zadání bakalářské práce splněno pouze částečně. Musím konstatovat, že nás práce neseznamuje s metodami kalibrace kamer implementovanými v knihovně OpenCV. Nepodařilo se také realizovat snímání přímo v prostředí ROS. To je úkol poněkud časově náročný a jeho vyřešení náhradní variantou je akceptovatelné, pokud je kompenzováno větším rozsahem prací v jiné části zadání. Kalibraci kamery a kalibrace kamera-robot se podařilo realizovat v jediném provedeném experimentu. Popis reprezentovaný předloženou prací však nemohu považovat za dostačující. Experimenty podle něj není možné opakovat a tudíž ani nijak ověřit.

Pan Lištvan pracoval spíše nárazově s ohledem na své další studijní povinnosti. Na přelomu roku se dařilo dodržovat pravidelné konzultace, které však postupně ustaly. Práci na projektu ze strany pana Lištvana jsem zaznamenal až přibližně měsíc před termínem odevzdání bakalářské práce. Nelze si však nevšimnout, že pan Lištvan je schopen samostatně pracovat a řešit problémy vyplývající ze zadání bakalářské práce. Obávám se, že hlavním omezujícím prvkem byl v tomto případě čas. Větší část textu práce byla k dispozici až těsně před odevzdáním.

Dle mého názoru zejména text této práce nesplňuje nároky kladené na bakalářskou práci. Na základě výše uvedených skutečností hodnotím předloženou práci známkou **F (nedostatečně)**.

V Praze dne 12. 6. 2017

.....  
Ing. Pavel Krsek, Ph.D.  
vedoucí BP