

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Konstrukce laserového hloubkového snímače (LPRF)
Jméno autora:	Jakub Cmíral
Typ práce:	
Fakulta/ústav:	
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Mgr. Jan Heller, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Magik-Eye s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadáním práce byla konstrukce a programová implementace laserového hloubkového snímače (LPRF). LPRF zkonstruovaný v této práci se skládá z laserové diody emitující laserovou rovinu, digitální kamery pozorující tuto rovinu pod úhlem a otočným stolem dovolujícím automatické snímání objektů z různých úhlů. Součástí zadání také byla implementace celkového software, od ovládání otočného stolu a akvizice obrazových dat, přes zpracování dat metodami počítačového vidění, až po validaci kvality získaných 3D modelů. Pro úspěšné splnění zadání této práce bylo nutné uplatnit znalosti z několika teoretických (lineární algebra, geometrie, počítačové vidění) a praktických (programování v jazyce Python, práce s laserem, ovládání otočného stolu) oblastí. Zadání tak více než naplňuje rozsah bakalářské práce.	

Splnění zadání	
<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>	
Samotná práce je rozdělena do 6 kapitol. Kapitoly 1 a 2 obsahují úvod do problematiky a přehled souvisejících, již existujících řešení. Kapitola 3 obsahuje matematický popis problému (kalibrace kamery, kalibrace pozice laseru, kalibrace otočného stolu, triangulace výsledné scény). Kapitola 4 pak obsahuje popis hardwarových komponent LPRF systému a stručný popis jednotlivých modulů implementace metody i se specifikací autorství. Kapitola 5 uvádí výčet experimentů provedených pomocí implementovaného systému a popis metody evaluace přesnosti prezentovaného řešení. Závěrečná kapitola 6 pak obsahuje závěr a návrh na budoucí vylepšení LPRF systému. Druhou částí práce je pak úspěšná implementace popsané metody v jazyce Python.	

Zvolený postup řešení	
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor pracoval se součástkami běžně dostupnými ve školní laboratoři. Při použití těchto součástí autor pro implementaci LPRF zvolil správný postup. Svým řešením autor ukázal, že kvalitní a přesný LPRF lze sestavit i za řádově nižší částky, než kolik stojí profesionální řešení zavedených výrobců.	

Odborná úroveň	
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Zvolený postup je zcela v souladu se State-of-the-Art metodami počítačového vidění.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Jazyková kvalita práce je na velmi vysoké úrovni. Autor text zpracoval v typografickém systému TeX a ukázal velmi dobrý cit	

pro kvalitní matematickou sazbu.

Výběr zdrojů, korektnost citací

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.

Prameny použité v práci jsou citovány zcela korektně a dostatečně.

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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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.

Prosím autora o zodpovězení následujících otázek:

3.2 *Laser trace detection*. Detekce laserového paprsku je plně implementována autorem. Uveďte, prosím, příklady vstupních obrázků metody (Předpokládám, že obrázky 5.1a, 5.2.a jsou ilustrativní a pro samotnou detekci jsou použity obrázky bez expozice bleskem). Dále pro ilustraci uveďte příklady průběhu intenzit v jednotlivých detekčních řádcích a současně inicializační a fitovaný gausián/parabolu detekce.

3.3 *Camera-Plane Triangulation*. Rovnice 3.4 nezohledňuje radiální a tangenciální zkreslení kamery. Jsou tato zkreslení zohledněna v samotné implementaci?

3.4 *Calibration of the laser projector position*. „We can estimate parameters of the laser plane as the approximation of the points if the points are not on a single line. This is satisfied by placing the calibration pattern properly (as shown in Figures 3.3).“ Z tohoto krátkého popisu není zcela zřejmé, co autor myslí správným umístěním kalibračního obrazce. Vysvětlete, prosím, tuto myšlenku detailněji. Z obrázků 3.3a-b se zdá, že laserový paprsek je záměrně mířen na bílá pole kalibračního obrazce. Je to tak, a pokud ano, proč? Je paprsek v černých polích špatně detekován, nebo dokonce přechod bílá-černá ovlivní pozici detekce laseru a následnou kalibraci?

5. *Experiments*. Experimentální výsledky jsou veskrze charakterizovány pomocí standardní odchylky. Bylo by zajímavé vidět i další statistiky průběhu chyby (max, percentile, ...). Pokusil se autor o kvalitativní měření přesnosti podle materiálu pozorovaného objektu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Datum:

Podpis: