

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Robotická manipulace s objekty ve virtuálním a fyzickém prostředí
Jméno autora:	Bc. Ondřej Švec
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Martin Baumruk, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Siemens Digital Industries Software

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce vyžaduje schopnost porozumět a integrovat různé disciplíny a obory vědění a prokázat teoretické, vývojové i praktické dovednosti.	

Splnění zadání	splněno
<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>	
Student úspěšně splnil zadání DP. Na základě teoretické rešerše vybral vhodný algoritmus pro 6D odhad polohy objektů v prostoru pomocí kamery RGB. Vytvořil digitální model robotické buňky a připravil offline program robota v simulačním sw. Nakonfiguroval prostředí pro realistickou vizualizaci digitálního modelu v NVIDIA Omniverse. Vygeneroval a úspěšně natrénoval model kamerového systému na syntetických datech ve virtuálním a následně v reálném světě. Vyvinul skripty a propojil všechny dílčí softwarové systémy. Navrhl modulární architekturu umožňující současnou práci více vývojářů. Po provedení experimentů ve virtuálním prostředí i reálné robotické buňce vyhodnotil a porovnal úspěšnost trénování kamerového systému syntetickými daty pro navádění a uchopování objektů robotem se strojovým viděním.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Celkově je práce dobře strukturovaná, s jasným cílem a metodologií.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Student prokázal schopnost získat a využít odborných znalostí z různých oblastí kybernetiky a vývoje softwaru. Pracuje v disciplínách jako učení kamerových systémů pomocí syntetizovaných modelů ve virtuálním světě, integruje různé dosud nepropojené řešení. DP se proto jeví jako velmi inovativní a posouvá technologické hranice oboru.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Na DP práci oceňuji anglický jazyk, vzhledem k mezinárodnímu přesahu zpracovaného tématu. Grafická úprava práce je pěkná. Vytknout mohu jen občasné nelogické umístění obrázků a ukázek algoritmů, které jsou zobrazeny v jiných kapitolách, než příslušný text. To vede, i přes možnost prokliku hyperlinkem, ke zhoršení přehlednosti a občasnému zmatení čtenáře.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

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.

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.

Student dle mého názoru prokázal schopnost výborně si poradit se složitým inženýrským úkolem, včetně vývoje nových a integrace stávajících aplikací.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Doplňující otázky:

- Na základě Vaší zkušenosti při zpracování DP, má virtualizace trénování strojového vidění potenciál výrazně zkrátit a zjednodušit proces učení kamerového systému, v porovnání s klasickým způsobem tj. ruční labelling pomocí množství fotek z fyzického světa?
- Dovedete si představit aplikace Vaší DP i na jiné scénáře než uchopování robotem a bin picking, např. pro kontrolu kvality a rozlišení OK, NOK dílů?
- Předpokládáte nějaké potíže / výzvy při automatizovaném uchopování gripperem robota v reálné průmyslové praxi?
- V DP naznačujete další možné zlepšení jako použití jiné kamery nebo přepracování buňky s kamerou nesenou robotem. Jaké oblasti by jste doporučil pro další zlepšování, rozvoj a další výzkum, který by dál posouval téma Vaší DP?

Datum: 30.5.2024

Podpis: