

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Visuo-Haptic Uncertainty-Driven Object Shape Completion
Jméno autora:	Bc. Lukáš Rustler
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Vedoucí práce:	Mgr. Matěj Hoffmann, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce zahrnovala vývoj a práci se simulátorem, s reálným robotem, práci s několika algoritmy na 3D rekonstrukci / shape completion, včetně trénování hlubokých neuronových sítí, práci s vizuálními a silovými daty, uchopování (grasping).	

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>	
Zadání bylo beze zbytku splněno.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
Student pracoval velmi svědomitě a samostatně. Samostatně řešil celou řadu netriviálních problémů. DP předcházela letní brigáda a projekt, díky čemuž bylo možné rozsáhlé penzum experimentů stihnout. Text práce byl hotový s dostatečným předstihem.	

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>	
Práce je na výborné odborné úrovni a představuje příspěvek přesahující stav poznání v dané oblasti. První část práce je v recenzním řízení do časopisu Robotics and Automation Letters (RA-L) a na konferenci ICRA 2022. Druhá část práce s aktivním sběrem pohledů z kamery bude po rozšíření a integraci s aktivním haptickým průzkumem rovněž připravena k publikaci. Student využil znalosti z celé řady oblastí jako např. kalibrace kamery a kamery vůči robotovi, registrace snímků z různých pohledů, odhad externích momentů síly s pomocí dynamického modelu robotu, Robot Operating System (ROS), trénování hlubokých neuronových sítí atd.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je rozsáhlá a vhodně kombinuje formální zápisy, pseudokód, schémata a obrázky. Angličtina je na dobré úrovni.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<i>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.</i>	

Práce obsahuje 70 citací. Velkou část z nich student sám našel a správně citoval. Kromě literatury student pracoval i s odpovídajícími kódy, které bylo potřeba použít jako baseline pro srovnání s metodami použitými zde. Převzaté prvky jsou odlišeny.

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.

Práce posouvá hranice poznání a svým obsahem vydá na dva vědecké články, jeden z nichž již je v recenzním řízení.

Student projevil velkou experimentální zručnost, samostatnost, a vytrvalost – vytvořil a naběhal velkou sadu experimentů jak v simulaci tak na reálném robotu.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Předložená práce je excelentní. Student v praxi aplikoval všestranné znalosti a schopnosti z robotiky, strojového učení a počítačového vidění. Práci spoluvedl Jens Lundell z Aalto University, Helsinky (Prof. Ville Kyrki). Lukáš Rustler se aktivně zapojil do spolupráce v rámci probíhajícího evropského projektu Interactive Perception-Action-Learning for Modelling Objects (IPALM, <https://sites.google.com/view/ipalm>). Práce bude použita jako výstup projektu.

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

Datum: 17.1.2022

Podpis:

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Visuo-Haptic Uncertainty-Driven Object Shape Completion
Jméno autora:	Lukáš Rustler
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Klepněte sem a zadejte text.
Oponent práce:	Jiří Matas
Pracoviště oponenta práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
The assignment required the student to handle a large number of components and address many problems. Even the creation of the initial 3D shape is technically non-trivial. To complete the experiments, the student had to handle camera and robot calibration, integration with robot control software, train a neural net, and to handle various 3D shape representations, grasping and contact detection. The latter problems might themselves be a topic of a master thesis.	
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>	
The assignment was completed in all aspects.	
Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
The implemented method is operational and was properly evaluated.	
Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
In many parts, the thesis relies on well-chosen state-of-the-art methods, relying on literature survey. Given the breath of the thesis, there is no other way. The core contribution is in Section 5. Some of the choices made, which are in fact "one out of many possibilities" are presented as "obvious solutions" that do not have to be discussed. For instance, the shape uncertainty is modelled with variance (Eq. 5.4) which is then minimized (greedily) by shape completion method. Variance is non-robust, and might not be optimal. I did not see a discussion about reachability of some points – the thesis mentions in 5.1 that there could be points on the surface with highly uncertain shape but unreachable, but it is not clear to me how this is reflected in Alg. 5. Also, the individual touch points seems to be considered independently, in practice a path, say "a haptic" scan, could be planned.	
Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
The text describes what has been done well. However, the structure is not fully satisfactory. First, some of the paragraphs, e.g. on page 36, are massive, more than page long, which makes reading difficult. Second, I missed the "big picture", describing why certain choices were made, what the alternatives were, etc.	
Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<i>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</i>	

zvyklostmi a normami.

The literature is cited as is common in scientific work.

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.

Overall, the amount of work done is impressive, and I suggest grade **A - výborně.** (excellent)

Datum: 23.1.2022

Podpis: