

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Reinforcement learning for manipulation of collections of objects using physical force fields
Jméno autora:	Dominik Hodan
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky
Vedoucí práce:	Doc. Ing. Zdeněk Hurák, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra řídicí techniky FEL ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání bylo skutečně mimořádně náročné – jde o výzkumný problém náročností jistě splňující i požadavky na diplomovou či dokonce dizertační práci (samozřejmě to pak při větším požadovaném rozsahu i hloubce).	

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>	
Cílem bylo prozkoumat problém, jehož přímočaré řešení bylo dopředu naprosto neznámé nejen pro studenta a jeho vedoucího, ale i pro mezinárodní odbornou komunitu. Je pak samozřejmé, že jakkoliv nejsou studentem dosažená řešení plně uspokojivá pro reálné použití, z pohledu bakalářské práce bylo zadání perfektně splněno. Práce představuje první a velmi užitečný krok pro další iterace.	

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>	
Omezení v důsledku pandemie Covid-19 kladla na studentovu samostatnost ještě větší nároky než jindy a můžu prohlásit, že jeho schopnost samostatně systematicky pracovat je mimořádná. Zároveň využíval možnosti svou práci průběžně na dálku konzultovat. Stylem práce je pro mě vysloveně jedním z nejvíce inspirativních studentů, se kterými jsem mohl v poslední době spolupracovat.	

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 prokazuje schopnost využívat znalosti a dovednosti získané ve formálním studiu, ale je i velmi iniciativní při nastudování si dalších potřebných znalostí, a to i z výzkumné literatury. Ke správnému použití jím z literatury použitých technik se sice sám nedokážu vyjádřit (nejsem specialistou na tyto metody posilovaného učení), ale sám jsem vnímal jako z inženýrského hlediska klíčovou spíše správnou formulaci optimalizačních problému (těch způsobů řešení pak může být více), a tady si student poradil velmi dobře.	

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 psána mimořádně kvalitní angličtinou. Slovní zásoba studenta je zjevně vysoce nadstandardní. Jen velmi málo čtené chyby (například používání slova different v situacích, kde by se možná více hodilo another/other) prozrazují, že autor není rodilým mluvčím. Nepochybně je však pro něj angličtina plnohodnotným druhým jazykem a úroveň angličtiny mnoha profesionálních odborných prací se ke studentově ani neblíží. Práce je vysázena v systému LaTeX s dodržím všech základních konvencí. Snad jen některé popisky os grafů mohli být větší.	

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.

Svým zaměřením na strojové učení použité pro netradiční úlohu tato práce vyloženě vyžadovala studium nejnovější odborné literatury. Student prokazatelně zvládl zorientovat se v té obrovské masě literatury na toto téma a vyhledal si adekvátní zdroje, jakkoliv úplnost takového výběru (celkově 16 položek v seznamu literatury) jistě nelze proklamovat. Však v tom by se lišila diplomová či spíše dokonce dizertační práce.

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.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Předložená práce Dominika Hodana dokumentuje jeho pokusy o využití metod posilovaného strojového učení pro současnou manipulaci s více objekty ve fyzikálních silových polích, s možností simulačního (a nebyť omezení v důsledku pandemie Covid-19 i experimentálního) ověřování na jedné konkrétní výzkumné platformě pro planární manipulaci pomocí magnetického pole.

Problém je nepochybně velmi náročný pro studenta bakalářského studia, protože vyžadoval současně velký přehled i dokonalé zvládnutí konceptů posilovaného strojového učení, včetně těch teprve nedávno publikovaných. Jakkoliv dosažené výsledky zatím nejsou z hlediska praktického použití uspokojivé – problém se ukázal náročnější, než bylo původně očekáváno, a časová dotace na bakalářskou práci byla omezená. Vždyť jádro zadaného problému – volbu kriteriálních funkcí pro některé ze zadaných manipulačních problémů (řízení rozložení populace objektů, promíchávání dvou populací objektů) – začíná student diskutovat až v sekci 4.4 na straně 38. Předchozí kroky, tedy tvorbu simulátoru i zkoušení metod posilovaného učení na jednodušších úlohách, které už jsou dnes vyřešeny jinými způsoby zpětnovazebního řízení, zjevně přeskočit nebylo možné. Přesto však práce Dominika Hodana představuje dobrý začátek pro další zkoumání.

Při obhajobě bakalářské práce bych rád místo popisu technikalit použitých metod spíše od studenta slyšel právě detailnější diskuzi volby kriteriálních funkcí pro jednotlivé řešené úlohy, a jaké by mohly být alternativy. Dále bych pak rád znal doporučení na pokračování výzkumu v této oblasti. Co budou největší výzvy?

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

Datum: 12.6.2020

Podpis: