

Došlo: 30 -01- 2020

doc. Dr. Ing. Ján Vaščák
Katedra kybernetiky a umelej inteligencie
Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach
Letná 9, 042 00 Košice, E-mail: jan.vascak@tuke.sk

Č. záz. : KOR/669/2020 Pril.:
Č. spisu: Vyb:

Oponentský posudok habilitačnej práce

Autor habilitačnej práce: Ing. Michal Gregor, PhD.

Názov habilitačnej práce: Towards Intelligent Agents using Deep Reinforcement Learning

Pracovisko: Katedra riadiacich a informačných systémov, Fakulta elektrotechniky a informačných technológií, Žilinská univerzita v Žiline

Odbor: 5.2.14 Automatizácia

Tento oponentský posudok bol vypracovaný na základe menovania dekanom Fakulty elektrotechniky a informačných technológií, Žilinskej univerzity v Žiline, prof. Ing. Pavlom Špánikom, za oponenta habilitačnej práce listom KOR/7968/2019 zo dňa 30.10. 2019 v zmysle Vyhlášky MŠVVaŠ SR č. 246/2019 Z. z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov a umelecko-pedagogických titulov docent a profesor. Okrem samotnej habilitačnej práce boli pre potreby vypracovania posudku predložené nasledovné dokumenty: Protokol o kontrole originality, Životopis, Prehľad pedagogickej činnosti a dosiahnutých výsledkov, Prehľad riešených výskumných úloh, realizovaných projektov, patentov a pod. a Plnenie kritérií pre habilitácie docentov.

1. Charakteristika habilitačnej práce

V oblasti automatizácie vystupuje do popredia stále viac potreba tvorby flexibilných systémov, ktoré by sa skladali z autonómnych agentov schopných sa samostatne prispôbovať meniacim podmienkam a požiadavkám. Nevyhnutnou podmienkou týchto agentov je pritom schopnosť sa učiť. Jadro práce sa preto zaoberá hlavne prepojením dvoch v súčasnosti veľmi populárnych prostriedkov učenia, a to učenia s odmenou (jednoznačný preklad pôvodného pojmu reinforcement learning do slovenčiny neexistuje) a hlbokého učenia. Takto zameraný cieľ záujmu z hľadiska výskumu a jeho implementácie do výučby je pre rozvoj odboru automatizácie veľmi aktuálny a prínosný a téma práce plne zodpovedá danému odboru habilitácie.

Predložená práca je napísaná v anglickom jazyku a má monografický charakter, kde sa v rámci úvodných troch kapitol habilitant venuje popisu kontextu, v ktorom je osadené jadro práce, pričom zdôvodňuje výber daných prostriedkov učenia a dokladuje to aj svojimi vedeckými publikáciami. Zároveň stručne popisuje aj svoje pedagogické aktivity súvisiace s uvedenou problematikou v podobe predmetov, ktoré vyučoval a učebníc, na tvorbe ktorých

spolupracoval. Týmto habilitant jasne preukazuje svoje znalosti a skúsenosti získané z vlastnej vedeckej ako aj pedagogickej činnosti. V nasledujúcich kapitolách a prílohách sa venuje popisu dvoch základných použitých prostriedkov, a to učenia s odmenou a hlbokého učenia neurónových sietí, ktoré sú základom pre tzv. hlboké učenie s odmenou. Svoju prácu završuje dvomi prípadovými štúdiami, kde ukazuje spôsob a výsledky využitia hlbokého učenia s odmenou. Konkrétne sa jedná o abstrakciu informácií s použitím tzv. operátora vizuálnej pozornosti, ktorá je ukázaná na tzv. hre Pac-Man a druhá štúdia je z oblasti spracovania dát od viacerých senzorov pre potreby minimalizácie psychoakustického rušenia vodiča motorového vozidla, na ktorej sa aj on sám spolupodieľal.

Habilitant si predsavzal za úlohu zhrnúť svoje dosiahnuté znalosti a skúsenosti, čo viedlo k dvesto stranovej práci, ktorá značne presahuje zvyčajný rozsah prác tohto typu. Zrejme si sám uvedomil túto skutočnosť a preto časť teoretického popisu presunul do príloh. Napriek tomu je práca kvalitne a logicky štruktúrovaná. Snáď nemusel byť teoretický popis ináč veľmi rozsiahlej problematiky učenia s odmenou tak rozsiahly. Stačilo sa sústrediť iba na tie časti, ktoré sa využívajú v spomenutých prípadových štúdiách a vtedy by sa mohli prílohy priamo zakomponovať do jadra habilitačnej práce. Avšak nijakým spôsobom to neznižuje úroveň čitateľnosti práce, iba potvrdzuje rozsiahle znalosti habilitanta v danej oblasti. Práca je písaná na vysokej odbornej, jazykovej ako aj grafickej úrovni. Pôvodnosť práce potvrdzuje aj výsledok kontroly originality s 0,75% zhodou, čo je úplne zanedbateľná hodnota. Samotné jadro práce sa člení na 10 kapitol, obsahuje 127 odkazov na použitú literatúru a má 161 strán. Súčasťou habilitačnej práce sú aj tri prílohy, vrátane slovenského resumé (17 strán), o celkovom rozsahu 39 strán.

Súhrnne hodnotiac, uvedená habilitačná práca plne odráža znalosti a výskumné výsledky habilitanta, pričom vzhľadom na záber jeho odborných záujmov predstavuje iba časť jeho znalostí. Preto táto práca je dobrým základom a prísľubom pre ďalšie pokračovanie vo vedeckých ako aj pedagogických aktivitách habilitanta a v celkovom formovaní jeho odbornej osobnosti.

2. Otázky k habilitačnej práci

1. V čom konkrétne má habilitant na mysli súčasný úpadok, resp. pokles, (decline) metód založených na explicitnej reprezentácii znalostí, spomínaný na str. 20? Je možné uviesť nejaké hodnotiace práce zaoberajúce sa danou problematikou a uviesť možné príčiny tohto stavu?
2. Čo je výstupom abstrakcie v tzv. hre Pac-Man? Ako sa uplatňuje operátor vizuálnej pozornosti pri abstrakcii?
3. Detailnejšie ozrejmite pojem tzv. „vzorkovej efektívnosti“ (sample efficiency) v súvislosti s učením s odmenou.
4. Dá sa načrtnúť metóda, ktorá by zabezpečila vhodné spájanie (reťazenie) vstupov od viacerých senzorov? Bližšie popíšte Vami chápané tzv. naivné reťazenie a načrtnite pravdepodobné dôvody, prečo tento typ reťazenia môže spôsobovať horšie výsledky, konkrétne v štúdiu minimalizácie psychoakustického rušenia.

3. Komplexné hodnotenie vedeckej a pedagogickej úrovne habilitanta

Téma vedecko-výskumnej a pedagogickej práce habilitanta spadá do študijného odboru 5.2.14 Automatizácia, nakoľko využitie inteligentných agentov so schopnosťou sa učiť je jedným z najviac sledovaných smerov výskumu a s vysokým potenciálom budúceho využitia v rôznych oblastiach automatizácie, napr. riadenie dopravných systémov, či robotika.

Napriek krátkej dobe od ukončenia PhD. v 2014 štúdia dokázal habilitant celú radu kritérií prekročiť v násobkoch. Je autorom alebo spoluautorom 37 publikácií, z toho 4 sú v kategórii A. Kvalitu publikácií potvrdzuje aj vysoká miera ich citovania (46), väčšinou aj v sledovaných citačných databázach, čo predstavuje skoro štvornásobok požadovaného počtu citácií. Obraz odbornej úrovne a ambícií habilitanta dokresľuje aj niekoľko významných študijných pobytov a pozvaných prednášok v zahraničí na renomovaných konferenciách a pracoviskách (Grécko, USA, Fínsko, či Čína). Za obzvlášť veľmi dôležitý počin habilitanta považujem jeho vklad pri založení Laboratória umelej inteligencie Žilinskej univerzity (LUIZA). Rovnako je veľmi aktívny v účasti na vedeckých projektoch, kde by som chcel vyzdvihnúť jeho úlohu ako zodpovedného riešiteľa za Žilinskú univerzitu v jednom projekte APVV.

Habilitant sa významne angažuje aj v pedagogickej oblasti, konkrétne v oblasti umelej inteligencie a strojového učenia, kde vedie cvičenia a vybrané prednášky. Je spoluautorom štyroch učebníc a skript, čo tiež dvojnásobne prevyšuje požadované kritériá. Je taktiež organizátorom Letnej školy strojového učenia.

4. Záverečné hodnotenie

Na základe vyššie uvedených faktov konštatujem, že:

1. Téma práce zodpovedá odboru habilitácie 5.2.14 Automatizácia.
2. Práca je vysoko aktuálna z hľadiska súčasného stavu vedného odboru.
3. Jadro práce bolo publikované na potrebnej úrovni.
4. Práca svojou formou preukazuje dobré didaktické schopnosti habilitanta.
5. Zoznam publikovaných prác svedčí o vysokej vedeckej erudícii habilitanta.

Na základe vyššie uvedeného konštatujem, že predložená habilitačná práca Ing. Michala Gregora, PhD. ako aj jeho vedecko-pedagogická činnosť zodpovedajú všetkým požiadavkám habilitačného konania v zmysle Vyhlášky MŠVVaŠ SR č. 246/2019 Z. z. a preto túto habilitačnú prácu **odporúčam** na obhajobu pred vedeckou radou fakulty.

V Košiciach, 27.1. 2020

doc. Dr. Ing. Ján Vaščák