

Posudok na dizertačnú prácu

Autor: **Ing. Roman Parák**

Title: **DESIGN OF ADVANCED METHODS IN THE FIELD OF INDUSTRIAL ROBOTICS FITTING INTO THE CONCEPT OF INDUSTRY 4.0.**

Téma: **NÁVRH POKROČILÝCH METOD V OBLASTI PRŮMYSLOVÉ ROBOTIKY ZAPADAJÍCÍCH DO KONCEPTU PRŮMYSLU 4.0.**

1. Aktuálnosť témy

Téma dizertačnej práce je veľmi aktuálna, nakoľko problematika Priemyslu 4.0 patrí v súčasnosti medzi ťažiskové prístupy rozvoja v priemysle aj v iných súvisiacich odvetviach praxe.

2. Význam pre rozvoj vedného odboru

Dizertačnou prácou adresované vedné oblasti, ktorými sú robotika a strojové učenie dnes predstavujú hlavný prúd v automatizácii priemyslu aj iných oblastí praxe. Metodám umelej inteligencie a strojového učenia sa dnes venuje maximálna pozornosť a ich význam neustále narastá a aj bude narastať.

3. Formálna a jazyková úroveň práce

Práca je na veľmi dobrej grafickej úrovni. Text je prehľadný, zrozumiteľný, obrázky, grafy, tabuľky aj použitý matematický formalizmus sú tiež na veľmi dobrej úrovni. Všetky autorom formulované myšlienky sú zrozumiteľné. Práca môže slúžiť ako študijný materiál pre návrh robotických pracovísk po stránke ideového aj matematického konceptu opisu a návrhu kinematiky, návrhu technickej infraštruktúry, simulácie robotických systémov, programátorského riešenia aj realizácie metód strojového učenia robotických systémov.

4. Postup riešenia problému a naplnenie cieľov

Hlavným cieľom tejto dizertačnej práce je: “návrh a vývoj pokročilých metód v oblasti priemyselnej robotiky v súlade s koncepciou Priemysel 4.0. Ide o vývoj komplexného prístupu ku kinematickým riešeniam a plánovaniu pohybu v rôznych robotických manipulátoroch. Zahŕňa aj vývoj štruktúr na predchádzanie kolíziám s vonkajšími objektmi alebo autokolíziám a to všetko pri zabezpečení výpočtovej efektívnosti.”

V rámci plánovania pohybu sa výskumný cieľ zameriava na: “inovatívne a neprebádané metódy využívajúce učenie s posilňovaním.”

Ďalším výskumným cieľom dizertačnej práce je: “návrh univerzálneho robotického pracoviska v súlade s koncepciou Priemysel 4.0. Ide o začlenenie vertikálnej systémovej integrácie na zabezpečenie bezproblémovej interoperability a optimálneho prepojenia rôznych typov systémov v rámci pracovnej stanice. Zahŕňa aj vývoj používateľského rozhrania a simulačného nástroja založeného na Unity3D.”

Z prečítania práce som nadobudol presvedčenie, že všetky ciele dizertačnej práce boli splnené. Autor navrhol koncept robotického pracoviska, zrealizoval ho, navrhol SW riešenie, HMI, navrhol algoritmy simulácie pohybu, algoritmy učenia pre plánovanie pohybu, zrealizoval ich a experimentálne overil. Napriek tomuto konštatovaniu chcem autorovi položiť nasledovné **otázky**:

1. Aký podiel na tvorbe celého robotického pracoviska (konceptia, robotická infraštruktúra, HW, SW) má autor dizertačnej práce.
2. Čo považuje autor dizertačnej práce za svoje hlavné vedecké prínosy?
3. Pri niektorých výsledkoch (Appendix 2) sú prezentované výsledky učenia pohybu pomocou DRL metód. Pri niektorých robotických manipulátoroch bola dosiahnutá chyba polohovania na úrovni 4 až 8 mm. Sú tieto hodnoty akceptovateľné? Je možné výsledky porovnať s inými „klasickými“ metódami riadenia pohybu?
4. Aký má autor názor na aplikáciu metód na báze neuroevolúcie pre riešenie úloh plánovania pohybu robotických ramien?

K práci mám ešte jednu **poznámku**:

Autor použil a experimentálne overil viaceré metódy DRL (DDPG, SAC, TD3). Ale nebola spomenutá metóda Proximal policy optimization (PPO) (Schulman, 2017), ktorá je novšia a je efektívna. V prípade budúceho výskumu odporúčam venovať pozornosť aj tejto metóde.

5. Publikačná činnosť autora

Autor uvádza 4 časopisecké publikácie, z toho jedna kategórie Q2 a dve z kategórie Q3 a tiež jednu publikáciu na medzinárodnej konferencii (EvoStar).

6. Záver

Na základe všetkého vyššie uvedeného môžem konštatovať, že doktorand preukázal schopnosti tvorivo a vedecky pracovať, prezentuje hodnotné konštrukčné aj vedecké výsledky a po úspešnej obhajobe a po zodpovedaní otázok navrhujem:

odporučiť dizertačnú prácu Ing. Romana Paráka k obhajobe a doktorandovi Ing. Romanovi Parákovi odporúčam udeliť titul PhD – philosophiae doctor.