



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Strojnícka fakulta
Katedra aplikovanej mechaniky

OPONENSKÝ POSUDOK HABILITAČNEJ PRÁCE

Vypracoval: prof. Dr. Ing. Milan SÁGA
Habilitant: Ing. Ivan ZAJAČKO, PhD.
Téma práce: IMPLEMENTÁCIA METÓD UMELEJ INTELIGENCIE
PRI VÝVOJI AUTOMATIZOVANÝCH SYSTÉMOV
Pracovisko: SJF Žilinská univerzita v Žiline
Odbor HaIK: Strojárstvo

Na základe žiadosti prodekanke Strojníckej fakulty ŽU v Žiline som vypracoval posudok na habilitačnú prácu pána Ing. Ivana Zajačka, PhD., ktorú habilitant podal v odbore habilitačného a inauguračného konania Strojárstvo.

Aktuálnosť problematiky

Rozvoj umelej inteligencie a vysoká úspešnosť jej aplikácií v rôznych odvetviach priemyslu významne napomáha pri automatizácii rozmanitých činností. Dlhodobým cieľom strojárskych podnikov je zabezpečenie maximálnej efektivity výroby, eliminácia procesných a výrobných defektov a v neposlednej miere optimalizácia nákladov a eliminácia enviromentálnych dopadov výroby na prostredie. Práve úspešná implementácia prostriedkov umelej inteligencie v strojárstve významne napomáha pri dosahovaní požadovaných cieľov.

Ďalší výskum v tejto oblasti zvyšuje pravdepodobnosť zlepšenia súčasných výsledkov a zároveň vytvára nový potenciál pre automatizáciu aj najnáročnejších procesov a úloh v strojárskej praxi (hovoríme o Industry 4.0, 4.1). Kombinácia teórie kinematiky a navrhovania mechanizmov automatizovaných výrobných systémov je najmodernejší spôsob riešenia komplikovaných pohybových aktivít robotov, robotických centier, resp. iných automatizačných uzlov. Spolu s najnovšími výpočtovými prostriedkami v prepojení na reálne aplikácie patrí riešená vedecká téma do oblasti aktuálneho výskumu viacerých technicky orientovaných vedných odborov, ale najmä Strojárstva.

Treba vyzdvihnúť snahu autora zosumarizovať poznatky z danej oblasti a na základe teoretických, ako aj vlastných (empirických) skúseností vyjadriť fundované závery, čo môže habilitant aj demonštrovať na množstve riešených úloh priemyselnej praxe. Zaujímavou sa javí aj časť zameraná na stručné sumarizovanie výskumných aktivít v danej oblasti na významných univerzitách Slovenska i ČR a tiež na univerzitách a výskumných centrách EÚ, Číny, USA a Kanade.

Cieľ práce

Predložená habilitačná práca reflektuje na aktuálnu problematiku uplatnenia umelej inteligencie v strojárskom priemysle v kontexte Industry 4.0. Práca predstavuje určité

zosumarizovanie vedeckej práce a aplikačných úloh riešených habilitantom z oblasti uplatnenia prostriedkov umelej inteligencie v rôznych segmentoch strojárskoho odvetvia. Obsah a zameranie habilitačnej práce má význam pre rozvoj teoretických poznatkov odboru strojárstva a zároveň aj pre strojársku prax. Niektoré prezentované myšlienky boli na pracovisku habilitanta rozpracované, zrealizované a aplikované do prototypových modelov, resp. projektov priemyselného výskumu so spoločnosťami ako VIPO a.s., KOVAL SYSTEM a.s., ECCO Slovakia a.s. a ďalšie. Preto môžem skonštatovať, že zámer práce bol splnený a vhodne prezentovaný.

Obsah práce

Habilitačná práca je rozdelená do siedmych kapitol. Kapitoly sú tematicky zamerané, ich štruktúra je logická a prehľadná. V úvodných kapitolách sú spracované základné poznatky z riešenej oblasti. Následne sú v práci predstavené úspešné aplikácie prostriedkov umelej inteligencie z rôznych oblastí priemyslu, ale aj spoločenského života. V štvrtej kapitole habilitant spracoval prehľad súčasného stavu výskumu a vývoja z oblasti aplikácií umelej inteligencie na univerzitných pracoviskách. Úroveň spracovaného prehľadu hodnotím ako nepostačujúci pre tento druh práce, ale absencia detailnejšieho spracovania prehľadu nemá významný vplyv na celkovú kvalitu habilitačnej práce. V ďalších kapitolách je detailne predstavená oblasť výskumu a dosiahnuté výsledky v riešených úlohách habilitantom. Veľmi pozitívne hodnotím záverečné kapitoly, v ktorých je erudovane zhodnotený súčasný stav riešenej problematiky a predstavený smer ďalšieho výskumu a vývoja v riešenej oblasti. Habilitačná práca má ucelený, metodický charakter, je členená logicky, obsahovo uspokojivo vyvážená.

Použité metódy a prístupy

Vybrané vedecké prístupy a ich aplikovanie boli správne zvolené. To si vyžadovalo výborné znalosti z oblasti ako sú matematika, teória mechanizmov, programovanie, konštruovanie a technológie. Habilitant použité postupy opísal odborne i pedagogicky erudovane a predložil kvalitný pohľad na teóriu i aplikácie, čo je veľmi pozitívne, najmä z pohľadu študijného odboru Strojárstvo.

Význam práce pre prax

Význam predloženej habilitačnej práce pre technickú prax je opodstatnený najmä z pohľadu predstavenia moderných prístupov aplikovania princípov UI pri analýze, navrhovaní a syntéze robotických štruktúr používaných pri implementácii špecifických automatizačných systémov ako významného elementu pokrokovej automatizácie a robotizácie priemyselného prostredia. V práci sú podrobnejšie uvedené tieto oblasti aplikácie:

- vývoj prototypu zariadenia na kontrolu kvality produkcie pätkových lán a aplikácia prvkov umelej inteligencie,
- detekcia objektov a stanovenie rozmeru objektov v 3D,
- analýza rekonfigurovateľnosti v procese výroby ložísk s valivými telieskami,
- využitie UI pri optimalizácii výroby.

Otázky a pripomienky k práci

1. V kapitole 5.3 predstavujete návrh riešenia pre automatickú detekciu a identifikáciu anomálií na mračne bodov interpretujúcich merané pätkové lano. V práci neuvádzate dosiahnuté výsledky Vami navrhnutými prostriedkami. Môžete nás so získanými výsledkami oboznámiť?

2. Je možné na detekciu a identifikáciu anomálií na pätkovom lane použiť aj iné prostriedky z oblasti umelej inteligencie, resp. využiť iné princípy a technológie na získavanie informácií z povrchu meraného pätkového lana?
3. Aké je rozlíšenie získaného mračna bodov? Aké najmenšie anomálie je možné odhaliť a identifikovať?
4. V kapitole 5.4.3 uvádzate, že ste využili prostriedky umelej inteligencie pri optimalizácii výroby. Môžete nám prezentovať dosiahnuté výsledky?

Formálna úroveň habilitačnej práce

Habilitačná práca je spracovaná po formálnej stránke na dobrej úrovni. V texte sa vyskytujú drobné preklepy a drobné chyby formulácie resp. kontextu. Niektoré pasáže práce sú formulované veľmi obštrukčne a komplikovane. Zoznamy skratiek, obrázkov a tabuliek sú spracované v požadovanom formáte a kvalite.

Pozitívne hodnotím grafickú úpravu habilitačnej práce, ktorá je na veľmi dobrej úrovni. Habilitant pri spracovaní práce použil 77 literárnych zdrojov, čo je pre daný typ práce vyhovujúce. Použité literárne zdroje sú aktuálne, avšak pri niektorých zdrojoch nie sú uvedené všetky informácie vyhovujúce v plnom rozsahu citačným štandardom. Spomenuté pripomienky neznižujú odbornú kvalitu práce.

Záverečné zhodnotenie práce

V predloženej habilitačnej práci habilitant spracoval problematiku uplatnenia prostriedkov umelej inteligencie v strojárskych praxi. Práca v úvode svojim obsahom oboznamuje čitateľa so základnými teoretickými poznatkami podstatnými pre pochopenie riešenej problematiky. Následne prezentuje stav riešenia problematiky uplatnenia prvkov umelej inteligencie v rôznych odboroch. Detailne predstavuje výskumné úlohy, ktoré riešil habilitant a v závere sumarizuje dosiahnuté výsledky a zároveň interpretuje myšlienky a názory habilitanta s budúcim vývojom v skúmanej oblasti.

Habilitačná práca rieši aktuálnu problematiku, prezentované výsledky sú v plnom rozsahu aplikovateľné v praxi a vytvárajú nové nástroje a prostriedky umožňujúce dosiahnuť významné zlepšenia v riešených oblastiach. Prácou boli preukázané schopnosti habilitanta efektívne participovať na výskume a vývoji uplatnenia metód umelej inteligencie v strojárstve a zároveň rozsah a forma prezentovaných informácií predikuje úspešnú disemináciu poznatkov v edukačnom procese.

Napriek niektorým pripomienkam, ktoré sú uvedené v posudku, konštatujem, že posudzovaná habilitačná práca pána *Ing. Ivana Zajačka, PhD.* spĺňa obsahové a vecné podmienky kladené na práce takéhoto typu.

Zhodnotenie osobnosti uchádzača

- Habilitant predkladá žiadosť v odbore HaIK Strojárstvo, čo je v súlade s prezentovanými výsledkami a to hlavne z pohľadu témy ako aj vedeckej orientácie.
- Predložená práca nie je opakovaním dizertačnej práce.
- Vedecké jadro práce zodpovedá profilu odboru HaIK Strojárstvo a vybrané výsledky práce boli prezentované v renomovanej vedeckej tlači a na akceptovateľnej úrovni.
- Práca dokazuje vysokú pedagogickú erudíciu a didaktické schopnosti uchádzača.

- Zoznam prác uchádzača dokazuje jeho vysokú vedeckú erudíciu a verím, že po získaní titulu docent získa pracovisko fundovaného odborníka.
- Citačný ohlas habilitanta preukazuje uznanie vedeckou komunitou nielen doma, ale aj v zahraničí.
- Menovaný spĺňa kritéria pre menovacie konanie za docenta na SJF ŽU v Žiline.

Predloženú habilitačnú prácu na základe predchádzajúceho hodnotenia
ODPORÚČAM
prijat' k obhajobe a po úspešnom obhájení navrhujem udeliť akademický titul
docent v odbore habilitácie a inaugurácie **Strojárstvo**.

V Žiline, 16. 8. 2021

.....
prof. Dr. Ing. Milan Sága