



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Strojnícka fakulta
Katedra aplikovanej mechaniky

OPONENSKÝ POSUDOK HABILITAČNEJ PRÁCE

Vypracoval:	prof. Dr. Ing. Milan SÁGA
Habilitant:	Ing. Vladimír BULEJ, PhD.
Téma práce:	Trendy vo výskume, vývoji a aplikáciách mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou
Št. odbor:	5.02.01 Strojárstvo
Pracovisko:	SjF Žilinská univerzita v Žiline

Na základe žiadosti dekana Strojníckej fakulty ŽU v Žiline som vypracoval posudok na habilitačnú prácu pána Ing. Vladimíra Buleja, PhD., ktorú habilitant podal v študijnom odbore 5.02.01 strojárstvo.

Aktuálnosť problematiky

Kombinácia teórie kinematiky a navrhovania mechanizmov robotických štruktúr, najmä paralelných sa ukazuje ako vydarený 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, Strojárstvo nevynímajúc. Moderné konštrukčné návrhy paralelných robotov častokrát aj s netradičnými riešeniami musia byť podrobené zodpovednej analýze. Preto treba vyzdvihnúť snahu autora zosumarizovať poznatky z oblasti analýzy paralelných kinematických štruktúr a na základe teoretických, ako aj vlastných (empirických) skúseností vyjadriť fundované závery, čo habilitant aj demonštroval na množstve príkladov existujúcich mechanizmov, ich aplikácií v strojárskych aj nestrojárskych oblastiach a predovšetkým prehľadom ich rozsiahleho výskumu v posledných rokoch (čo bolo doložené aj množstvom odkazov predovšetkým články uverejnené v zahraničných indexovaných časopisoch).

Cieľ práce

Habilitant si dal za cieľ predložiť teoretický, ale najmä realizačný pohľad na paralelné kinematické mechanizmy navrhnuté doma a vo svete, aplikácie v robotických schémach rôzneho určenia a praktického využitia, ako napríklad v konštrukcii obrábacích, tvárniacich strojov, v meracích, kalibračných, či medicínskych zariadeniach a pod.

Niektoré prezentované myšlienky boli na pracovisku habilitanta rozpracované a aj zrealizované a aplikované do prototypových modelov. Preto môžem skonštatovať, že zámer práce bol naplnený a presvedčivý.

Obsah práce

Predložená práca obsahuje celkovo 150 strán (138 obrázkov, 216 literárnych zdrojov), je členená do 4 kapitol plus Predhovor, Úvod a Záver, čo prezentuje vhodne zvolený prístup autora pri jej zostavovaní a písaní.

V Predhovore autor oboznamuje čitateľa s jeho pôsobením v danej oblasti, ale aj motiváciou, medzinárodnou spoluprácou a tiež ozrejmuje spôsob kategorizácie informácií a ich delenie na oblasť výskumu, vývoja a aplikácií mechanizmov s PKŠ. V Úvode je následne stručne charakterizovaná oblasť vývoja mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou od ich prvopočiatkov, ich najúspešnejší predstavitelia a aktuálne vývojové trendy. Taktiež v krátkosti informuje čitateľa o štruktúre a obsahu jednotlivých kapitol.

Kapitola 1 prináša čitateľovi prehľad najdôležitejších informácií o paralelných mechanizmoch, definuje a charakterizuje základné pojmy z oblasti PKŠ, štruktúru mechanizmov a používané typy kinematických väzieb, ako aj krátky pohľad do histórie a na jednotlivé vývojové etapy až po súčasnosť.

V kapitole 2 sa habilitant venuje predovšetkým trendom vo vývoji nových mechanizmov a zariadení s inovovanou štruktúrou na báze PKŠ, ako aj novým, zaujímavým a inovatívnym aplikáciám týchto mechanizmov. Prepojenie vývoja mechanizmov a aplikácií a ich zaradenie do jednej kapitoly je možné považovať za logické, čo zdôvodnil aj samotný autor práce. Aplikácie sú rozčlenené do 4 základných oblastí – robotika a manipulačná technika, výrobné stroje a zariadenia, simulátory a testovacie stavy a ostatné aplikácie. Prehľad je doložený ako textovo, tak aj adekvátnym počtom obrázkov a odkazov na zdroje.

Nosnými témami kapitoly 3 sú aktuálne trendy výskumu v oblasti PKŠ, zoznam renomovaných odborníkov v danej oblasti výskumu, ich vedecký prínos a orientácia, riešené projekty, obsah ich publikačných výstupov a prehľad poznatkov z najnovších vedeckých článkov publikovaných v renomovaných časopisoch, zborníkoch z konferencií a monografiách.

Kapitola 4 prináša pohľad na výskum a vývoj v oblasti PKŠ na pracovisku autora v posledných rokoch, prehľad riešených projektov, prototypov a funkčných modelov vyvinutých na pracovisku, pričom je tiež uvedený prínos a profesijné zameranie habilitanta. Časť venovaná prínosu autora obsahuje aj čiastkové výstupy diplomových prác, ktoré boli realizované pod jeho vedením, čo dokladá pripravenosť viesť študentov. V závere kapitoly je tiež zaradená časť venovaná ohlasom v renomovaných časopisoch na práce autorského kolektívu, kde habilitant figuroval ako spoluautor. Treba však povedať, že táto časť je vlastne jadrom celej práce, čo považujem za trochu nešťastné riešenie pri štrukturovaní práce. Očakával by som hlbšie popísanie práce autora, predsa ide o jeho aktivity a nie aktivity katedry. Chýbajú zovšeobecňujúce zhodnotenia výsledkov (pohľad na prínosy pre odbor) a podrobnejšia prezentácia jeho ďalšieho výskumu v predmetnej problematike.

Použité metódy a prístupy

Vybrané prístupy hodnotenia kinematiky a efektívnosti paralelných mechanizmov vhodných pre priemyselné aplikácie i participácia pri realizácii prototypov vychádzali z charakteru práce. To si vyžadovalo výborné znalosti z oblasti ako sú matematika, kinematika 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. Škoda, že v závere podrobnejšie nezosumarizoval svoj osobný pohľad na prezentovanú vedeckú problematiku.

Význam práce pre prax

Význam predloženej habilitačnej práce pre technickú prax je opodstatnený najmä z pohľadu predstavenia moderných prístupov pri dizajnovaní a syntéze robotických štruktúr založených na paralelných kinematických reťazcoch ako významného elementu ďalšej automatizácie a robotizácie priemyselného prostredia.

Otázky a pripomienky k práci

Otázky:

1. Prosím, aby habilitant pri obhajobe krátko odprezentoval svoj prínos pri riešení uvedenej problematiky, keďže v práci sa dosť sústreďí na vedecké dielo odborníkov zo zahraničia. Pozabudol vyzdvihnúť vlastný prínos, ktorý je významný, avšak málo zvýraznený.
2. Ktorými aktivitami ste prispeli k budovaniu robotického centra na pracovisku? V práci ste o tom informovali, avšak podľa mňa úsporne.
3. Prosím o vyjadrenie habilitanta, ktoré výsledky vlastného výskumu považuje z pohľadu svojho odborného rastu za najvýznamnejšie (karenty, patenty, laboratória,...?), a tiež o podrobnejšiu prezentáciu – víziu ďalšieho výskumu v predmetnej oblasti.
4. Prosím, aby sa habilitant vyjadril aj k modelovaniu kinematických štruktúr v Matlabe. Robí sa na katedre výskum aj v tejto oblasti? Existuje podrobný matematický model paralelnej robotickej štruktúry?

Niektoré poznámky a pripomienky:

1. Prvých takmer 100 strán práce malo byť zosumarizovaných na maximálne 30 -35 stranách a ďalej sa bolo potrebné sústreďiť na vlastnú prácu a pochváliť sa tým, čo sa podarilo vyriešiť. Najpodstatnejšiu časť – vlastné riešenia autor spracoval až v závere. Tam už prezentuje svoje výsledky. Myslím si, že štruktúra tejto ináč hodnotnej práce nebola zvolená optimálne.
2. Na druhej strane treba vyzdvihnúť snahu autora o sumarizáciu danej vedeckej problematiky v intenciách celosvetového poznania, čo považujem za unikátny počin. S tak podrobným rozborom súčasného stavu som sa v prácach podobného typu ešte nestretol. To treba skutočne oceniť.
3. Zoznam skratiek, značiek a symbolov odporúčam zoradiť podľa abecedy alebo podľa určitého logického sledu. Pri niektorých veličinách chýba jednotka (napr. g), v skratke „SK - sériová kinematika (angl. PK - Parallel Kinematic)“ – správne by malo byť (angl. SK – Serial Kinematics), čo však autor pravdepodobne po kopírovaní z predošlého riadku zabudol prepísať.
4. V Úvode sa vyskytuje dvakrát takmer identická veta „Hlavnými problémami sú geometrické limity, prítomnosť singulárnych polôh v pracovnom priestore, trenie v kĺboch a heterogénne rozloženie vlastností v pracovnom priestore.“ (na str. 6, koniec odseku „Mechanizmy s PKŠ predstavujú ...“; na str. 7, stred odseku „Mechanizmy s PKŠ sú teoreticky schopné ...“).

5. V práci sa nachádza viaceré gramatických chýb a chybičiek, ktorým sa do budúca treba vyhnúť.

Celkové spracovanie práce je na veľmi dobrej úrovni s vynikajúcim prehľadom, čo sa vo svete v danej oblasti deje. K jazykovej a terminologickej stránke práce treba povedať, že autor bol pri písaní trochu nepozorný, zaznamenal som viaceré preklepy, ktoré však neznižujú jej obsahovú úroveň.

Záverečné zhodnotenie práce

Napriek niektorým pripomienkam, ktoré sú uvedené v posudku, konštatujem, že posudzovaná habilitačná práca pána *Ing. Vladimíra Buleja, PhD.* spĺňa obsahové a vecné podmienky kladené na práce takéhoto typu. Preto prácu odporúčam k obhajobe a po úspešnej prezentácii a pozitívnom vyjadrení habilitačnej komisie navrhujem pokračovať v menovacom konaní za docenta vo vednom odbore 5.02.01 strojárstvo.

Zhodnotenie osobnosti uchádzača

- Habilitant predkladá žiadosť v odbore 5.02.01 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 5.02.01 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 prijať k obhajobe
a po jej obhájení navrhujem udeliť akademický titul
"docent (doc.) v odbore 5.02.01 strojárstvo".

V Žiline, 18. 4. 2019


.....
prof. Dr. Ing. Milan Sága