



OPONENTNÍ POSUDEK

habilitační práce k habilitačnímu řízení v oboru 5.2.50: „Výrobní technika“

Habilitant: **Ing. Rudolf Jánoš, Ph.D.**

Název práce:

„Hybridné mobilné servisné roboty“

Vysoká škola: Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta

Pracoviště: Ústav automatizácie, mechatroniky, robotiky a výrobnjej techniky
Katedra robotiky

Predložená habilitační práce se zabývá problematikou mobility servisních robotů s hybridní platformou kolo - noha.

K samotné habilitační práci mi byl jako oponentovi předložen v písemné formě Protokol o kontrole originality s minimálním nulovým procentem podílu textu, který má překrytí s indexem prací korpusu CRZP a v elektronické formě mi byly předloženy autorovy citace, citace v SCOPUSu, citace ve WOS, autorova pedagogická činnost, plnění kritérií, autorovy publikace, publikace ve SCOPUSu, publikace ve WOS, vědecko-výzkumná činnost, žádost a životopis. Následně mi byla poskytnuta v písemné formě habilitantova doktorská disertační práce z roku 2009: „*Návrh manipulačnej nadstavby servisného robota pre paletizačno-depaletizačné a montážne pracoviská*“ a soubor písemných podkladů: Profesní životopis, přehled pedagogické činnosti, přehled řešených výzkumných úloh, seznam publikační činnosti, seznam citací, přehled plnění minimálních kritérií fakulty pro začátek habilitačního řízení.

Habilitační práce je rozdělena do následujících kapitol:

Abstrakty a klíčová slova ve slovenštině a angličtině

Obsah

Seznam obrázků

Seznam tabulek

Seznam symbolů a zkratk

Úvod

1. Současný stav hybridních kolově-kráčejících platforem
2. Konstruování servisních robotů
3. Metodika navrhování hybridních kolově-nohových robotických systémů
4. Ověření dynamických vlastností hybridních podvozků robotů
5. Závěr

6. Vědecko-výzkumné aktivity
 7. Pedagogické aktivity
 8. Spolupráce s praxí
- Seznam použité literatury
Přílohy

V úvodu práce autor osobitým způsobem horuje pro vývoj lokomočních servisních robotů, schopných se vyrovnat, nebo dokonce předběhnout člověka v mobilitě v člověku přirozeném prostředí. Autor konstatuje, že ani po mnoholetém vývoji, kdy vzniklo nespočetné množství kolových, pásových platform stále nedosahují tyto stroje mobilitu lidí nebo zvířat. Složitost nohy, spojená s velkou hmotností jednotlivých pohonů omezuje lokomoční schopnosti robotu. Na dosažení vyšších rychlostí byly vyvinuty krácející roboty schopné dynamického pohybu. Pohyb pomocí noh může obsahovat fázi letu bez ztráty stability, kdy žádná noha není ve styku se zemí, což umožňuje i skákat, takže menší robot s dynamickými schopnostmi může využít kinetickou energii na zvýšení efektivní velikosti a schopnost překonávat větší překážky. Dynamické roboty napodobují chování zvířat více, mají lepší pohyblivost. To však vyžaduje vydání většího množství energie, což ztěžuje realizaci s nezávislým zdrojem energie.

Zaměřením práce proto bylo vyvinout podvozek pro hybridní platformy kolo-noha na realizaci dynamických manévrů, jako též navrhnout zkušební zařízení, které by dokázalo demonstrovat tyto vysoko energeticky náročné požadavky.

První kapitola je přehledem současného stavu hybridních kolově-krácejících platform

V druhé kapitole autor na základě mnohých citací zobecňuje konstrukční proces jako transformaci požadavků do funkcí a vlastností technického objektu (TO), řídicího se obecným modelem života TO. Jde o sestavení optimálního návrhu řešení technického objektu pro zadané podmínky v co nejkratším čase a s minimálními náklady. Postupně se autor dostává k analýze navrhování a konstruování MSR, což lze chápat jako zkratku pojmu Mobilní servisní roboty. Metodologii mechatronického návrhu pokládá autor za odlišnou od ostatních metodologií, protože se v ní prolíná několik inženýrských oblastí. Je zde vysoké riziko, že při návrhu výrobku se navrhne mechaniky na takové úrovni, že ani aplikací elektroniky a informatiky nebude možné dosáhnout cílené funkce výrobku. Tento problém má vyřešit systémový přístup paralelního vývoje jednotlivých podsestav už v přípravném procesu návrhu. Autor mj. konstatuje, že rozmanitost a různorodost a neustálý vývoj mechatronických výrobků způsobují to, že je jen velmi těžké stanovit jednotnou a univerzální metodologii navrhování výrobků, ale navzdory tomu existují všeobecní unifikované metodologie návrhu mechatronických výrobků, definovaných pomocí standardů VDI, z nichž dva autor dále popisuje. Závěrem kapitoly autor cituje, že pouze ztotožněním se s charakteristikou a vlastnostmi mechatronickými systémy je možné navrhnout vhodnou metodologii, která zahrnuje činnosti potřebné pro jejich vývoj, jinak navržená metodologie nebude prospěšná.

Třetí kapitola má být metodikou navrhování hybridních koleso-nohových robotických systémů, která podle autora není v současnosti všeobecně prezentovaná. Autor ji prezentuje s pomocí mnoha citací z literatury a převzatých obrázků a to především na skupině živočichů, které představují člověk, pes a kůň. Zmiňuje potřebu zaměřit pozornost při realizaci pohybu na mechanické gyroskopy, případně na inverzní kyvadla. Závěrem kapitoly uvádí autor, že problematikou inverzních kyvadel se ve světě zabývá mnoho lidí z významných laboratoří a že jedním z významných představitelů je Japonec Tomomichi Sugihara, který je autorem metody,

kteřá umožňuje řídít polohu těžiště celého těla robotu souběžnou kontrolou pohybu inverzního kyvadla.

Z textu čtvrté kapitoly lze usuzovat na to, že autor uskutečnil ověření dynamických vlastností hybridních podvozků robotů v simulačním prostředí CAX SW Creo. Toto simulační prostředí bylo použito na prozkoumání uskutečnitelnosti různých dynamických chování. SW byl použitý k odvození optimální mechanické konfigurace konvergence na konstrukční parametry. Přes popis pohybu nohou savců se autor dostává v odstavci 4.1 k (v práci v podstatě hypotetickému) návrhu a experimentálnímu ověření hybridní platformy, jejíž úspěšná realizace je vzhledem ke složitosti principu a předpokládaných provozních podmínkách podmíněna poznáním zdrojů provozních procesů, vstupujících do všech teoreticko-experimentálních postupů navrhování hybridních podvozků servisních robotů. V odstavci 4.2 se autor odvolává opět na hypotetický program a podmínky experimentu. Z něj extrahuje výhody hybridních koleso-noha platform a popisuje výsledky zřejmě v PC programu uskutečněného experimentu.

Ze závěru práce vyplývá, že zřejmě na PC modelu autor úspěšně simuloval různá dynamická chování hybridní platformy a tedy jakoby skutečně provedl příslušné experimenty, na jejichž výsledcích lze konstatovat, že zvolená kinematika pohybových mechanismů umožňuje vhodným úhlovým natočením jeho jednotlivých kloubů vykonávat složité pohybové manévry, čímž je potvrzeno, že zvolená koncepce hybridního podvozku se může ve velké míře etablovat při činnostech, které vyžadují vysokou míru pohyblivosti v různém aplikačním prostředí. Rozsah různých dynamických manévřů je široký, při čemž mezi nejdůležitější patří salta, která umožňují robotu překonávat překážky větší, než samotná platforma.

Za další krok autor považuje zkonstruování prototypu mobilní hybridní platformy, schopné dynamického chování. Zvládnutí takové etapy posune současné roboty do nové sféry a umožní překonávat větší překážky, dosahovat větších rychlostí, avšak stále při akceptovatelných energetických požadavcích.

Zařazení šesté kapitoly: „Vědecko-výzkumné aktivity“, sedmé kapitoly: „Pedagogické aktivity“ a osmé kapitoly: „Spolupráce s praxí“ do textu habilitační práce je poněkud neobvyklé, nicméně právě na základě těchto kapitol, v kontextu s bohatou habilitantovou publikační činností, lze detailněji posoudit habilitantovy bohaté vědecko-pedagogické aktivity a jejich praktické přínosy.

Otázky a připomínky oponenta do diskuze:

1. Bylo by dobré terminologicky ujednotit pojmy kolově-kráčeji a kolo-noha;
2. Proč odkaz na Japonce Sugiharu není jako obvykle uveden číselným odkazem na seznam literatury, ale je citován jeho jménem přímo v textu?
3. Obrázky v práci jsou vesměs bez uvedení jejich původu, některé jsou velmi primitivní;
4. Obrázek č.36 na str. 52: „*Statická stabilita podvozku*“, obrázek č.58 na str.76: „*Síly na podvozku při pohybu po nakloněné rovině*“, podobně jako obrázek č.59 na str.77: „*Pohyb po nakloněné rovině*“ jsou obrázky s úrovní, odpovídající středoškolské fyzice;
5. Proč se text u obrázku č.65 na str.83“ „*Pracoviště inteligentní manipulace s neorientovanými 3D objekty pomocí přemyselného robota SCARA*“ odvolává na takový robot, když tento robot na obrázku vůbec není a navíc obrázek představuje pouze

mobilní robot bez jakékoliv vazby na nějaké pracoviště? Autor nechť popíše architekturu robotu (robotického manipulačního ramene mobilního robotu) na daném obrázku a vysvětlí rozdíly ve vztahu k robotu typu SCARA;

6. V čem autor spatřuje svůj hlavní vědecký přínos v kontextu současných (2017) téměř fantastických experimentálních výsledků laboratoře Boston Dynamics s humanoidními a animálními roboty?

Závěrečné hodnocení:

1. Téma habilitační práce odpovídá oboru habilitace a je velmi aktuální z hlediska současného stavu poznání v této problematice;
2. Po prostudování předložené disertační práce: „*Návrh manipulačnej nadstavby servisného robota pre paletizačno-depaletizačné a montážne pracoviská*“ mohu jednoznačně prohlásit, že předložená habilitační práce není opakováním disertační práce;
3. Z bohatého seznamu publikací habilitanta je zřejmé, že jádro jeho habilitační práce bylo dostatečně presentováno na domácí i mezinárodní úrovni;
4. Na základě celkového přehledu o vědecko-pedagogických aktivitách habilitanta lze usuzovat na jeho dobré didaktické schopnosti;
5. Z publikační činnosti habilitanta lze usoudit, že se jedná o pracovníka s výraznou vědeckou erudicí;
6. Habilitantovy práce jsou v dostatečné míře publikovány v renomovaném vědeckém tisku, řada citací je i ve vědecké bázi SCOPUS a WOS;
7. Činnost habilitanta má nepochybnou odezvu a uznání vědeckou komunitou.

Na základě tohoto celkového hodnocení konstatuji, že dosavadní výsledky habilitanta Ing. Rudolfa Jánoše, Ph.D. a ohlasy na ně odpovídají požadavkům habilitačního řízení k udělení vědecko-pedagogického titulu „docent“.

V Brně, dne 25.6.2019

Prof. Ing. Zdeněk Kolíbal, CSc.