

Využitie modularity v konštrukcii kolesa podvozku servisného robota

Nárast aplikácií servisných robotov na kolesovom podvozku okrem iného otvára otázky riešenia modularity v konštrukcii kolesa ako ústredného prvku lokomócie týchto robotov. Súčasná teória a prax prinášajú rad pohľadov a prístupov k riešeniu tohto problému. Príspevok predkladá prístup k riešeniu modularity kolesa založenej na vzťahu zaručenia všetkých jeho funkcií a súvisiacej zložitosti jeho konštrukcie s prihliadnutím na kritický stav funkčných závislostí servisného robotického systému. Predstavuje modul kolesa založený na platforme, ktorá umožňuje zostavenie kolies pre všetky varianty jeho možných funkcií v zostave kolesových podvozkov servisných robotov.

Charakteristickým znakom servisnej robotiky v súčasnosti je jej dynamický rozvoj a jej aplikačne výrazná expanzia do širokého spektra všetkých oblastí servisných činností. Tento trend v reálnom konkurenčnom prostredí súčasnej praxe vyvoláva intenzívny tlak na zvyšovanie tempa inovácií v riešeních servisných robotoch (SR) a tiež na aplikačnú pružnosť SR pri dodržaní tvrdých požiadaviek svetového trhu na skracovanie času prípravy a realizácie takýchto riešení.

Jednou z ciest naplnenia naznačených podmienok tohto trendu je vývoj flexibilných modulárnych konštrukcií SR zostavených z unifikovaných modulárnych funkčných skupín, ktoré sú schopné pokryť požiadavky širšieho rozsahu aplikačných oblastí SR. Takýto vývojový zámer možno realizovať systémovým prístupom k modulárnej koncepcii SR, ktorý zohľadňuje systémovú stavbu, funkčnosť, usporiadanie a hierarchiu vnútornej štruktúry SR.

Modulárna štruktúra servisného robota

Modularita SR v duchu všeobecnej definície má viacero výkladov, z hľadiska koncepcie stavby a konštrukcie SR je praktický výklad, ktorý vychádza zo systémového modelu SR. Modularita vychádza z funkcie hlavných subsystémov SR (subsystém akčnej nadstavby – servisná úloha; subsystém mobility – dopravná úloha), t. j. vstupom na zostavenie modulárnej štruktúry SR je princíp funkčnej modularity. Modularita subsystému akčnej nadstavby je vzhľadom na rozsah a šírku servisných úloh náročná úloha a nie je predmetom tohto príspevku.

Modularita subsystému mobility je koncipovaná na princípoch funkčnej, typorozmerovej a komponentovej modularity. Táto koncepcia dovoľuje vytvárať z funkčných skupín subsystému mobility autonómne funkčné moduly a následne ich typorozmerové rady; ide o tzv. vonkajšiu modularitu, ktorá zaručuje prispôbenie sa požiadavkám vyvolaným zmenou dopravnej úlohy a dá sa plnohodnotne využiť pri zostavovaní mobilných platforiem – čo z najmenšieho počtu modulov zostaviť čo najväčší počet variantov platforiem. Takto zostavené moduly funkčných skupín majú vo svojej vnútornej štruktúre zachovaný princíp komponentovej modularity; ide o tzv. vnútornú modularitu, ktorá zaručuje prispôbenie sa požiadavkám aplikácie na zabudovanie požadovaných hlavných agregátov (zámena komponentov, údržba, servis...). Kľúčovým modulom v zostave subsystému mobility kolesového SR je modul kolesa.

Funkcia modulu kolesa

Modul „kolesa“ plní funkciu výkonného prvku princípu lokomócie kolesového SR, je kontaktným prvkom SR s povrchom terénu, po ktorom sa SR pohybuje. Realizuje prenos potrebného energetického výkonu na pohyb a riadenie smeru pohybu SR. Trakčné, bezpečnostné a prevádzkové (ekonomické) vlastnosti modulu „kolesa“ významne ovplyvňujú vlastnosti podvozku SR. Prostredníctvom modulu „kolesa“ sa SR pohybuje a riadi sa smer jeho pohybu, cez modul „kolesa“ sa prenáša vonkajšie zaťaženie z pohybu SR v teréne na jeho podvozok a súčasne sa prenáša zaťaženie z hmotnosti SR na podložku. Modul „kolesa“ v zostave nápravy SR má tieto funkcie:

- nosného prvku tiaže SR,
- tlmiaceho prvku, tlmenie vibrácií vznikajúcich pri pohybe SR,

- transformátora mechanickej energie rotačného pohybu pohonového agregátu na posuvný pohyb podvozku SR, je prvkom pohonu a brzdenia,
- prvkom riadenia smeru pohybu SR.

Z hľadiska realizácie energie, resp. prenosu energetického výkonu na vykonanie pohybu SR môže byť modul „kolesa“ vo funkcii:

- hnacieho kolesa – koleso je priamo prepojené na pohonové ústrojenstvo (vplyv riešenia rozvodu trakčnej energie), prenáša výkon pohonu na podložku pri realizácii pohybu podvozku SR,
- hnaného kolesa – koleso nie je prepojené na pohonové ústrojenstvo, jeho pohyb iniciuje energia hnacej nápravy.

Z hľadiska realizácie riadenia smeru pohybu SR môže byť modul „kolesa“ vo funkcii:

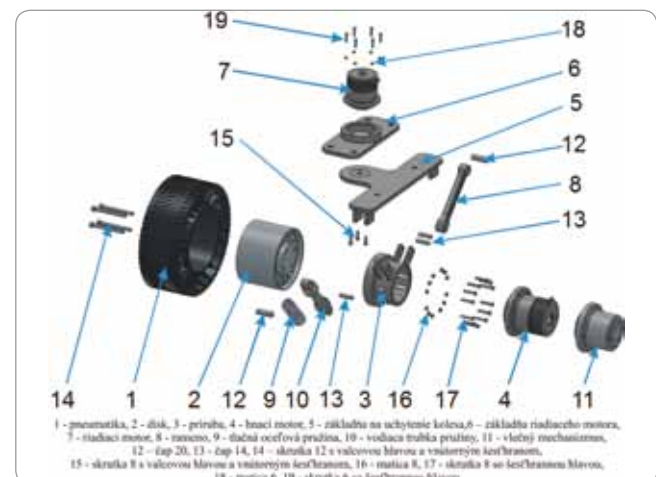
- riadeného kolesa – koleso je priamo, resp. nepriamo prepojené na mechanizmus riadenia smeru pohybu podvozku SR,
- neriadené koleso – koleso nie je prepojené na mechanizmus riadenia, smer jeho pohybu iniciuje energia hnacej a riadenej nápravy, resp. je vlečené mechanikou riadenia smeru pohybu SR.

Konštrukčne je modul „kolesa“ v zostave funkčných skupín subsystému mobility SR viazaný systémom zavesenia na funkčnú podskupinu „náprava podvozku“, „rám podvozku“ a systémom rozvodu trakčnej energie na „pohonové ústrojenstvo“ na pohon kolies a riadenie náprav.

Uvedené detaily a ich súvislosti treba zohľadniť pri riešení modulu „kolesa“ v koncepte riešenia príslušnej nápravy kolesového podvozku SR. Naznačené dáva obraz o zložitosti a šírke problematiky navrhovania a konštrukcie funkčných skupín a podskupín kolesového podvozku SR.

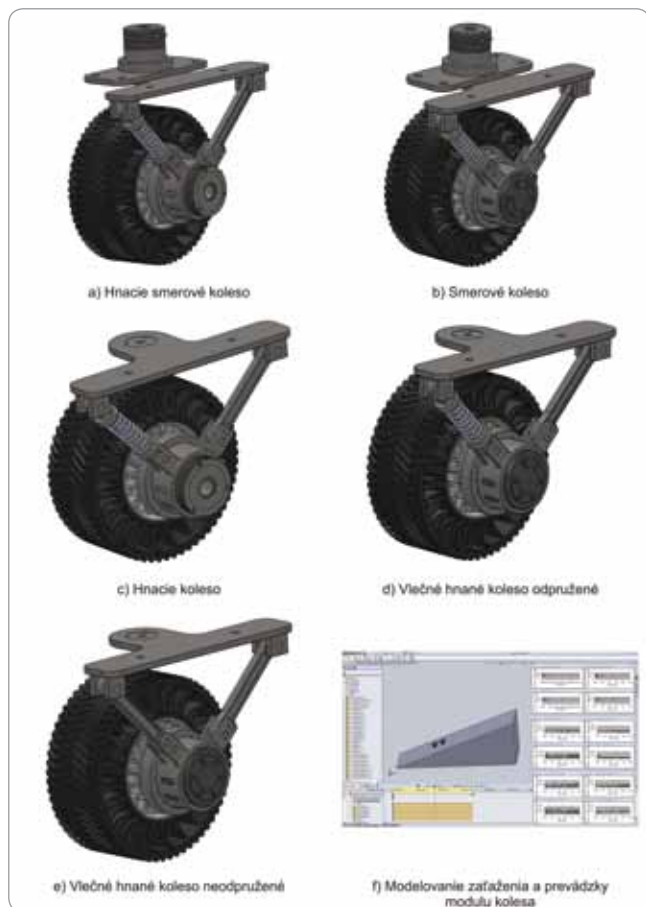
Konštrukcia modulu kolesa

Cieľ dodržania princípu modularnosti v konštrukcii podvozku kolesového SR pri zohľadnení uvedených podmieňujúcich vstupov a ich závislostí viedol k návrhu a konštrukcii modulu „kolesa“, obr. 1. Návrh zodpovedá zákonitostiam a pravidlám platformy, menovite Modules of Platform.



Obr. 1 Modul kolesa, báza prvkovej a komponentovej základne

Báza vytvorenej súčiastkovej základne a funkčne súvisiacich komponentov tohto modelu riešenia modulu „kolesa“ dovoľuje zostaviť viacero variantov a modifikácií „kolesa“, obr. 2, t. j. „kolesa“ na všetky jeho funkcie v zostave podvozku kolesového SR. Návrh naplňuje realizácia vlastností Multimachine Modules v riešení prvkovej a komponentovej základne návrhu modulu „kolesa“.



Obr. 2 Varianty kolies zo stavebnice riešeného modulu „kolesa“

Vykonané modelovanie a nadväzná simulácia vytvorených variantov predstaveného modulu „kolesa“ v základných prevádzkových podmienkach (stabilne pevný povrch terénu – betón, asfalt; nestabilne pevný povrch terénu – tráva, piesok, poľný terén; nestabilný povrch terénu – bahno; profil terénu 0°, 5°, 15°) potvrdili, že zvolená koncepcia jeho riešenia, ako aj dosiahnutý rozsah jeho funkcií a parametrov má vhodné a efektívne postavenie v konštrukcii kolesového SR.

Záver

Problematika modulárnosti kolesových SR s nárastom ich expanzie do širokých oblastí aplikácií zvyčajne zvyšuje aktuálnosť a potrebu jeho riešenia. Naznačený prístup k riešeniu tohto problému dáva záruku komplexnosti so zohľadnením rozhodujúcich systémových a funkčných závislostí. Vlastný návrh modulu „kolesa“ je reálnym technickým riešením, ktorého modelové a simulované overenie potvrdilo jeho využiteľnosť a aplikačnú hodnotu.

Báza týchto výsledkov súčasne prispela k formulovaniu ďalších čiastkových problémov a rozvíjajúcich cieľov, ktoré je vhodné riešiť a rozvíjať v tematicky naslednom vývoji.

Podakovanie

Tento článok vznikol vďaka projektu Centrum výskumu riadenia technických environmentálnych a humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve (ITMS: 26220120060) na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a s podporou vedeckej

grantovej agentúry VEGA MŠ SR projektu č. 1/0265/10 a grantového projektu VEGA MŠ SR č. 1/0289/11 a ako súčasť riešenia projektu OP VaV 2.2.05 Výskum modulov pre inteligentné robotické systémy (ITMS kód 26220220141), Aktivita 1.3 Inteligentné polohovacie moduly pre spoluprácu s robotom.

Literatúra

- [1] BOBOVSKÝ, Z.: Štúdiá metamorfických kinematických štruktúr pre aplikáciu v robotikej technike. Projekt dizertačnej práce. SjF TU Košice, Košice 2007.
- [2] FRIGA, P.: Špeciálny kolesový podvozok pre mobilné servisné roboty. Dizertačná práca. Sjf TU Košice, Košice 2009.
- [3] HRICKO, P. – BOBOVSKÝ, Z. – SMRČEK, J.: Návrh modulu hnacieho kolesa pre kolesový podvozok servisného robota. Technická správa DP-02/2009. Sjf TU Košice, Košice 2009.
- [4] RIBERIO, M. I. – LIMA, P.: Kinematics models of mobile robots. IFTLisboa, Lisboa 2002.
- [5] SIEGWART, R. – NOURBAKHSH, I. R.: Autonomous Mobile Robots. MIT Press Cambridge, Massachusetts London, London 2004.
- [6] SKAŘUPA, J. – MOSTÝN, V.: Metody a prostředky návrhu průmyslových a servisních robotů. Edícia ved. a odb. literatúry Sjf TU Košice, Viena Košice, Košice 2002.
- [7] SMRČEK, J. – PALKO, A. – NEMEC, M.: Niektoré problémy navrhovania kolesového podvozku mobilného robota. Acta Mechanica Slovaca, roč. 7, č. 3/2003, Sjf TU Košice, Košice 2003, s. 129 – 136. ISSN 1335-2393.
- [8] SMRČEK, J. – NEMEC, M.: Vybrané problémy kinematiky kolesových servisných robotov. In: Zborník vedeckých prác Sjf TU Košice „ROBTEP‘2004 – Automatizácia/Robotika v teórii a praxi“, TU Sjf Košice – Ploskon AT Prešov, Vyšné Ružbachy 2004, s. 421 – 426. ISBN 80-8073-134-9.
- [9] SMRČEK, J. – NEMEC, M. – HRICIŠIN, J.: Prístup k navrhovaniu kolesového podvozku servisných robotov. In: Automatizace, roč. 48, č. 5/2005, Automatizace Praha (Česko), s. 332 – 335. ISSN 0005-125X.
- [10] SMRČEK, J. – RIGA, P.: Non-Standard Service Robots Wheel for Multiple In: Proceedings Int. Sien. Conf. „55th anniversary of foundation of the Faculty of Mechanical Engineering – Session 5 - Robotics“, VŠB-TU FS Ostrava, Ostrava (Česko) 2005, pp. 93 – 100. ISBN 80-248-0905-2.
- [11] SMRČEK, J. – KÁRNIK, L.: Robotika – Servisné roboty. Navrhovanie, konštrukcia, riešenia. Edícia ved. a odb. literatúry Sjf TU Košice, Tlačiareň Kušnír Prešov, Košice 2008. ISBN 80-7165-713-2.
- [12] SVOBODA, J.: Teorie dopravních prostředků. Vydavatelství ČVUT Praha, Praha 2004.
- [13] TOLNAY, M. – ČERVENAN, A. – ŠUNDERLÍK, R.: Systémový prístup k riešeniu lokomočného subsystému servisného robota. In: Zborník medz. sem. „Servisní robotika“, VŠB-TU Ostrava, Ostrava 2003, s. 23/1 – 23/6.

Ing. Zdenko Bobovský, PhD.
TU Košice, Strojnícka fakulta
Katedra technickej mechaniky a mechatroniky
Letná 9, 040 01 Košice
zdenko.bobovsky@tuke.sk

prof. Ing. Juraj Smrček, PhD.
TU Košice, Strojnícka fakulta
Katedra výrobnjej techniky a robotiky
Němcovej 32, 042 00 Košice
juraj.smrcek@tuke.sk