

Riešenie pohybovej integrácie modulov robotickej techniky

Štefan Valenčík

Abstrakt

Príspevok prezentuje základnú bázu znalosti z oblasti rozvoja modulov výrobnéj a manipulačnej techniky vrátane jej formovania do špecifických robotických komplexov v súlade so stratégiou vývoja. Jadro príspevku tvoria nové riešiteľské prístupy, vyúsťujúce v technický netradičné automatizované štruktúry schopné náročnejších úloh v určitom mieste.

Kľúčové slová: robotická technika, pohybový modul, integrované pohybové osi, koncentrácia funkcií a činnosti

Úvod

Modernizácia v oblasti robotických systémov je ovplyvňovaná požiadavkami technologických procesov, úrovňou špecializácie ich výroby a neustálym tlakom na znižovanie nákladov a zlepšovanie pomerov medzi nákladmi a úžitkovou hodnotou. Úsilím je zintenzívniť využitie ich funkčnosti, výkonu a časového fondu. Rozhodujúcim kritériom ich profilácie sa stáva efektivita poskytovanej funkčnosti k vynaloženým realizačným nákladom. Odpovedá to aj orientácii výrobcov na inovačnú zmenu stratégie a reštrukturalizácie firemných programov s ohľadom na trhovú adaptabilitu, efektívnosť výroby a servisnú činnosť.

1. Špecifiká problému

1.1 Zameranie riešenia

Súčasný trendy zamerané na rozvoj a využívanie základných prostriedkov vedú k tomu, že je nutné hľadať riešenia s novým a vyšším účinkom. Tieto riešenia sú prevažne spojené s úsilím o komplexné, koncentrované riešenie funkcií v rámci kompletu stroja, zariadenia a systému tzn. s rozširovaním funkčnosti stavebných modulov a integrovaných zostáv robotických systémov.

Multifunkčné prvky a moduly nachádzajú významné uplatnenie u prevažnej časti moderných strojov a zariadení. Ich použitie umožňuje rozvíjať nové koncepcie strojov a zariadení s dostatočnými prevádzkovými parametrami, s vyššou účinnosťou, nižšou hmotnosťou, s väčším regulačným rozsahom a vyššou prevádzkovou spoľahlivosťou. Prispievajú k rastu koncentrovaných výrob, kombinácií viacerých metód, zvyšovaniu výkonových parametrov a zjednodušeniu štruktúry technologického pracoviska.

1.2 Charakteristika pohybového modulu

Pohybový modul (PM) z konštrukčného hľadiska predstavuje polohovací a orientačný uzol robotického systému, ktorý je tvorený pohonnou jednotkou, jednotkou transformácie a prenosu. Pri rozbere riešení sa vychádza z princípov generovania energie, spôsobu jej transformácie na mechanický pohyb a na silové pôsobenie prenosových prvkov, čo je väčšinou spojené s pomerne komplikovanou štruktúrou. V tejto súvislosti sa sledujú konštrukcie postavené na integro-

rácií jednotlivých funkčných blokov, ale za zaujímavé sa považujú pripravované riešenia integrujúce viacero pohybových osí v kompaktný celok s bezprostrednou adaptabilitou na zmenu technologických režimov robota príznačnou pre nové technológie.

2. Aspekty vývoja pohybovej integrácie

2.1 Predstava vývoja

Realizácia nových technológií v robotických systémoch prechádza rôznymi podobami odpovedajúcim požiadavkám aplikovaných oblastí a technickým možnostiam komponentov, ktoré sú zatiaľ k dispozícii. Spájame ju predovšetkým s vývojom prvkov a modulov umožňujúcich:

- koncentráciu funkcií a činnosti,
- zámenu funkcií stavebných modulov a ich integrovaných zostav,
- činnosť v závislých a nezávislých režimoch,
- zintenzívnenie ich výkonu a časového fondu.

Vysokovýkonné integrované prvky a moduly umožňujú dosiahnuť požadované vlastnosti, no praktické využitie týchto vlastností je obmedzované limitovanými možnosťami konštrukcie robota a jeho štruktúrneho rozvoja. Konvenčná robotická technika s klasickými typmi prenosových a transformačných mechanizmov a nízkymi vlastnými frekvenciami je vážnym konštrukčným problémom.

Strategickým cieľom vývoja sa tak stáva rozširovanie pohybových funkcií a dosiahnutie synergických väzieb medzi jednotlivými modulmi robotického systému, na základe ktorých možno zostavovať širokospektrálne manipulačné (technologické) reťazce. Nepostrádateľné pre pohybové moduly pri týchto cieľoch je rýchly rozvoj ich funkčných znakov (kinematika, pohony, riadenie, špeciálne vybavenie, konštrukčné a prevádzkové charakteristiky). Celkovo možno znaky vývoja pohybového modulu vo vzťahu ku koncepciám manipulačných (technologických, servisných) robotov zhrnúť do nasledovných bodov:

- zdokonaľovanie kinematickej štruktúry (prechod od jednoparametrických k viacparametrickým),
- rozširovanie vlastností kinematiky (z priamych na reverzibilné režimy činnosti),
- kompaktnosť (modifikovateľnosť, integrovateľnosť),
- modularita (technologická, funkčná),
- kompatibilita (informačná, fyzická),

- zvyšovanie prevádzkových parametrov (presnosť polohovania, výkon, rýchlosť, spoľahlivosť),
- konštrukčný vývoj (redukcia hmotnosti, znižovanie spotreby a realizačných nákladov),
- technologický vývoj (adaptabilita, variabilita funkcií).

Výsledkom môžu byť modifikované riešenia predstavujúce vyššiu variabilnosť a flexibilitu pri realizácii technologických (manipulačných) úloh za pomerne nižších technických a realizačných nárokov.

2.2 Analýza účinkov

Úsilie o komplexnú činnosť na jednom stroji vedie k vývoju a využitiu nových štruktúr pre technologické a manipulačné systémy a zároveň vyvoláva potrebu po nových koncepciách prvkov a modulov v nich uplatniteľných ako aj strojového príslušenstva. V robotickom systéme tento handicap možno sčasti eliminovať riešeniami koncentrujúcich funkcie a činnosť do jedného miesta. Rozšírenie funkcií zároveň rozširuje oblasť ich aplikácií z doterajších procesov do netradičných pracovných prostredí, kde je dominantnou koncentrácia funkcií a činnosti. Využiteľné sú najmä pre stavbu polohovacích a pracovných modulov, od ktorých sa vyžaduje zabezpečiť zložitejšie operácie. Sú to najmä pracovné činnosti koncentrovaných výrobných pozostávajúcich z celého radu pohybových aktivít (zmena polohy a orientácie), pre ktoré sú potrebné súčasné pohyby a vysoká manévrovateľnosť v určitom mieste. Pohybové aktivity sú pomerne zložité, zaberajú mnoho času a často vyžadujú rozšírenie geometrickej (pohybovej) základne stroja (roboťa), čo znižuje efektivitu využitia strojových systémov vo väčšine výrobných procesoch.

Dosiahnuť redukciu zmien polohy a orientácie v robotickej technike je možné iba na základe rozvoja jeho pohybových možností, tzn. vývoj prvkov (pohonov) a modulov (polohovacie, pracovné mechanizmy), ktoré by umožňovali koncentrovať aktivity do jedného miesta, v dôsledku čoho sa zjednoduší polohovanie a orientácia s pracovnými a výrobnými predmetmi a ich technologická realizácia.

3. Koncepcia riešenia

3.1 Možnosti riešenia

V doterajšej praxi koncentrácie funkcií a činnosti sa pohybové funkcie zabezpečujú jednotkami navzájom usporiadaných do série. Toto si vyžaduje zvýšené nároky na priestorové usporiadanie, prvkovú základňu a realizáciu (koncepciu) kinematického reťazca ako aj na realizačné náklady. Technická prax preto čoraz viac siahla po nových riešeniach predstavujúcich integráciu funkcií priamo premietajúcu sa do integrovanej konštrukcie. Táto integrácia je postavená na týchto princípoch:

- viacosového pohybového modulu koncentrujúceho pohyby mechanizmu,
- viacnásobného pohybového modulu agregujúceho pohyby mechanizmu,
- adaptabilného pohybového modulu regulujúceho pohybovú silu (rýchlosť) mechanizmu.

Uvedeným princípom odpovedajú špecifické koncepcie riešenia. V našom prípade je ďalej rozpracovaný viacosý pohybový modul.

3.2 Konštrukcia modulu

Koncepcia viacosového pohybového modulu je postavená na združovaní (konštrukčnom zjednotení) monofunkčných

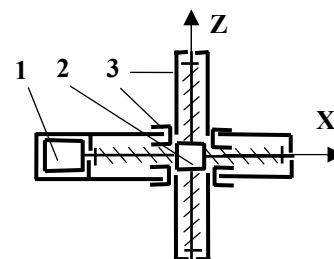
prvkov (prenosových a transformačných mechanizmov) do integrovaného celku. Pri tomto riešení sa vychádza z požiadavky zabezpečiť rotačné, posuvné a obecné pohyby, ktorými sa realizujú operácie zamerané na zmenu miesta, polohy a orientácie objektu (nástroja), bez zmeny polohy počiatku lokálnych súradnicových systémov. Splnenie týchto požiadaviek si vyžaduje špeciálnu konštrukciu pohybového modulu umožňujúceho pohybovú integráciu vo viacerých súradnicových osiach. Črtajú sa tieto podoby realizácie modulu:

- modul ako pohonný, prenosový a transformačný člen v podobe paralelného systému,
- modul ako pohonný, prenosový a transformačný člen v podobe integrovaného sériového systému.

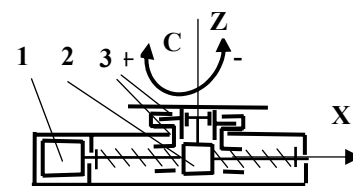
Prvú podobu predstavuje paralelná kinematika, ktorú tvorí niekoľko paralelných, dĺžkovo prestaviteľných mechanických prútov, u ktorých dĺžka je menená motoricky alebo automaticky. Prúty predstavuje sústava integrovaných pohybových osí, ktoré sú spojené s rámom a pracovnou jednotkou pomocou guľových alebo kardanových kĺbov. Hlavnou výhodou paralelnej kinematiky je realizácia čiastkových pohybov v zhode so spoločným súradnicovým systémom.

V druhom prípade sa jedná o neštandardnú integráciu dvoch sériovo usporiadaných pohybových uzlov do podoby modulu s integrovanými pohybmi- obr. 1.. Podstatou riešenia je transformácia sériovej kinematiky do kompaktného celku s rekonfigurovateľnými účinkami generovania a transformácie pohybovej sily. Modelové riešenie je tu predstavené v troch modifikáciách, a to:

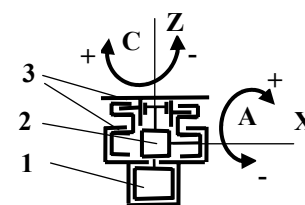
- posuvná- posuvná- obr. 1.a.,
- posuvná- rotačná- obr. 1.b.,
- sklopná- rotačná- obr. 1.c..



a. Posuvná v osi x a z



b. Posuvná v osi x a rotačná okolo osi z



c. Rotačná okolo osi x a z

- 1- Energetický blok
- 2- Transformačný a distribučný blok
- 3- Prenosové bloky

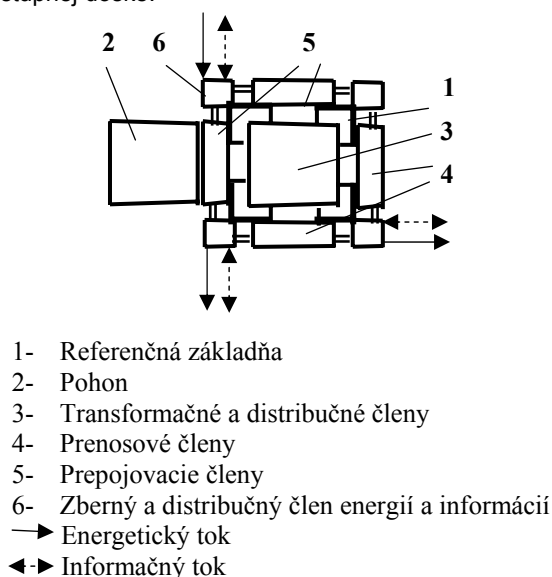
Obr.1 Modifikácie modulu s integrovanými pohybmi
Fig.1 Modification of modul with integrated motion

Modifikácie odpovedajú dosiahnutým výsledným pohybom a ich spoločným znakom je, že sú tvorené energetickým, transformačno- distribučným a prenosovým blokom. Dajú sa rozlíšiť podľa transformačno- distribučného a prenosového bloku, pričom špecifickejší je tu transformačno- distribučný blok. Tento je oproti tradičným riešeniam schopný združiť a vetviť pohyb v automatizovanom režime podľa požiadaviek na funkciu polohovania v jednej alebo v dvoch súradnicových osiach. Predstavené moduly umožňujú realizovať zložitejšie úkony v technologických a manipulačne zložitejších operáciách vyžadujúcich špeciálne režimy polohovania a orientácie a optimálne rozdelenie pohybov medzi nástroj a predmet. Typickými aplikačnými oblasťami viacosiach pohybových modulov sú pracovné osi obrábacích strojov, robotov a periférnych zariadení.

3.3 Funkčná a technologická modulárnosť

Vývojové trendy stavebných prvkov, modulov a ich integrovaných zostáv tak, ako je to tu dokumentované, stále širšie vyžadujú prvky a mechanizmy s vyšším stupňom funkčnej a technologickej modularity. Pod funkčnou modularitou je potrebné rozumieť agregáciu funkcií jednotlivých konštrukčných prvkov modulového reťazca, ktorý v prípade pohybového modulu vychádza z tohoto systémového prístupu. Pod technologickou modularitou je potrebné rozumieť prevedenie jednotlivých konštrukčných prvkov agregovaných v pohybovom module kompatibilných s technologickými požiadavkami príslušného robotického systému. Spravidla ide o úroveň technických parametrov, požiadaviek vyplývajúcich z technologickej dispozície, prívodu energetických, signálnych a riadiacich médií a signálov cez konštrukčné prvky modulu, vrátane požiadaviek na uzavretie modulu.

Definované požiadavky vedú k zostave kompatibilného viacosového pohybového modulu - obr. 2., ktorý predstavuje kompaktné mechatronické riešenie spájajúce motor, transformačný a prenosový člen, fixáciu pracovnej polohy dosky na výstupnej prírubě a snímača polohy buď na motore alebo na výstupnej doske.



Obr.2 Kompatibilný pohybový modul

Fig.2 Compatible motion modul

Z hľadiska interface medzi mechanickými, elektrickými a riadiacimi funkciami pohybového modulu sú tu rozhodujúce spôsoby spojenia, či už cez príruby, spojky alebo cez spoločnú zbernú a distribučnú základňu prívodu energie, merania a riadiacich signálov. Pri vyššej integrácii môže dôjsť až k zjednoteniu súčiastkovej základni, akými sú spoločný výstupný - prepojovací prvok (točňa, sane), spoločné

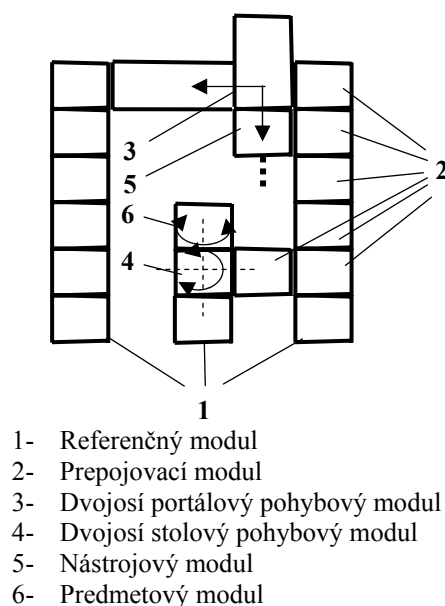
riešenie brzdy a merania polohy v celom module a ďalšie integrácie jednotlivých komponentov.

Z užívateľského hľadiska je dôležité rozlíšiť stupeň kompaktnosti jednotlivých komponentov a technologickú kompatibilitnosť, tzn. ako daný modul je konštrukčne, funkčné, schopný interfrovať energetické, chladiace, meracie káblové a potrubné prepojenia potrebné pre finálny technologický (manipulačný) proces na stroji a aký stupeň krytia riešenie predstavuje.

Modulová zostava je často odvádzaná od referenčnej základni (modulu), ktorá je síce v mnohých prípadoch pasívnym prvkom strojového systému, ale bez ktorej nevieme vytvoriť kompaktnú zostavu. Preto od pohybového modulu sa ďalej očakáva konštrukčná a technologická kompatibilita s referenčnou základňou robotického systému. V tomto prípade sú jeho technické charakteristiky úzko viazané na požadované činnosti, pre ktoré je postavené technologické (manipulačné) zariadenie.

3.4 Modulová zostava robotickéj techniky

Celá rada pracovných činností v koncentrovaných výrobách je postavená na relatívnom vzťahu medzi pracovným nástrojom a pracovným predmetom. Základňou pre realizáciu tohto vzťahu je architektúra strojového systému, ktorú tvorí súbor aktívnych a pasívnych modulov viazaných na základňovú konštrukciu stroja. Jej technická podoba je postavená na mechanických systémoch realizujúcich prenos pohybov a síl s konečným efektom ustavenia a upnutia (predmet, nástroj), vedenia pracovného člena (nástroj) pre priame alebo transponované vykonávanie výrobných operácií, zmeny pozície (miesto, poloha, orientácia) predmetu v priebehu výrobných operácie a uvoľnenia predmetu resp. výmena nástroja pre iné výrobné operácie. Skladajú sa z uzavretého počtu vzájomne pevne resp. pohyblivo spojených modulov, z ktorých jeden sa nepohybuje a tvorí referenčnú základňu. Zostava viacerých navzájom spojených modulov vytvára stavebný reťazec, napr. v podobe technologicky kompatibilných aktívnych a pasívnych modulov - obr. 3.



Obr.3 Modulová zostava robotickéj techniky

Fig.3 Modul assembly of robotic technical

Funkcia strojového systému je bezprostredne realizovaná aktívnymi modulmi s koncentrovanými pohybmi, ktoré boli už predtým definované. V aktívnej časti systému sú využité tieto moduly:

- portálový modul, schopný realizovať horizontálny a vertikálny pohyb technologického resp. manipulačného nástroja,
- stolový modul, schopný realizovať otočné (rotácia, naklopenie) pohyby predmetu.

Pasívne moduly dopĺňajú systém (predstavujú buď referenčnú základňu alebo slúžia na rozšírenie vlastností aktívnych modulov) a dovoľujú úlohám prispôsobenú kombináciu a montáž stavebných modulov v rôznych konfiguráciách a veľkostiach.

Systém predstavuje maximálny stupeň stavebnicovosti a optimálnej voľby technických parametrov vo vzťahu k realizačným nákladom. Charakteristický je tým, že je prispôsobený úlohám a možno ho ľahko dopĺňať a pri zmene úlohy aj ľahko prestať. Využitím týchto možností možno získať netradičné koncepcie poskytujúce nielen koncentráciu pohybov v rámci jednotlivých pracovných uzlov (nástrojový, predmetový), ale aj koncentráciu funkcií a činností v rámci integrovanej konštrukcie strojového systému. Završíme tak úsilie o komplexné zreťazenie všetkých činností už na úrovni základných výrobných sústav, napr. multifunkčným robotickým systémom, hlavným poslaním ktorého je zlepšenie adaptability, rekonfigurovateľnosti a rozšírenie integrácie vo výrobných sústavách.

Záver

Predložený príspevok definuje ako objekt riešenia modul s integrovanými pohybmi. Ukazuje sa, že realizácia takýchto modulov napomôže technologickým a manipulačným činnostiam vyžadujúcim špeciálne režimy polohovania a orientácie pri obmedzujúcich priestorových možnostiach. Najmä v špeciálnych činnostiach môžu účinne zvyšovať efektívnosť a na základe univerzálnosti a pružnosti rýchlo reagovať na meniace sa podmienky a pozície funkčnosti.

Programovo vyúsťujú síce v technicky zložitejšie kinematické štruktúry schopné redukcie a vzájomnej premeny funkcií členov kinematického reťazca. Výsledkom sú však nové možnosti konfigurácie manipulačnej a výrobné techniky, jej zoštiehľenie a vytváranie invenčných kombinácií s novým a vyšším technicko-ekonomickým účinkom.

Tento príspevok bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou MŠ a SAV, VEGA projekt č. 1/3227/06.

Literatúra

- [1] ČOP, V.: Projekty rozvoja výrobné techniky a technológií. SPINEA s r.o., Prešov, 2005.
- [2] LIPSON, H., POLLACK, J.B.: Automatic design and manufacture of robotics lifeforms. Nature 406, pp. 974-978.
- [3] VALENČÍK, Š.: Princípy a prípustné riešenia modulových konštrukcií manipulačných zariadení. Strojárstvo 12/2000, MEDIA-ST s.r.o. Bratislava, 2000, s. 38-39.
- [4] VALENČÍK, Š.: Návrh a uplatnenie multifunkčného hydraulického pohonného systému. AUTOMA 1/2004, FCC PUBLIC, Praha, 2004, s. 12-14.

Abstract

The paper presents the base of knowledge from the field of development modules of producing and operating technique, including their formation to robotic system in accordance with strategy of evolution. The heart of paper is new approaches to solutions, which results to technical new conceptions of automatic structures, that are able to work in specific place

doc. Ing. Štefan Valenčík, CSc.,

Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Katedra výrobné techniky a robotiky
Boženy Němcovej 32
041 87 Košice
e-mail: stefan.valencik@tuke.sk