

Integrovaná manipulácia s využitím modulárnej manipulačnej techniky

AI&PJOURNAL 9/2001

Štefan Valenčík

Úvod

Manipulácia s materiálom je v súčasnosti dôležitým činiteľom zvyšovania efektívnosti výroby, ktorá podmieňuje rozvoj hospodárstva. Je neoddeliteľnou a objektívne potrebnou súčasťou každého výrobného procesu. Jej funkciou je včas a v potrebnom množstve zabezpečiť proces alebo pracovisko materiálom, výrobnými pomôckami, ako aj vyrovnáť časové rozdiely a nerovnosti, ktoré v ňom vznikajú, čiže integrovať technologické operácie do uceleného procesu.

Ciele a efekty integrovanej manipulácie

Rozvoj komplexnej automatizácie sa vo všetkých priemyselne vyspelých krajinách sveta považuje za objektívnu vývojovú tendenciu smerujúcu k zabezpečeniu moderných výrobných procesov. Strategickým cieľom je dosiahnuť širšie uplatnenie komplexnej automatizácie strojárkej výroby až do úrovne závodu v takom rozsahu, aby sa zabezpečila ich činnosť v nepretržitej prevádzke. Tento trend podmieňuje nasadenie progresívnych koncepcií dopravnoskladovacích a manipulačných systémov, ktoré zaisťujú vysoký stupeň stavebnicovitosti a automatizácie. Cestou k týmto cieľom je zavedenie perspektívnych, vysoko produktívnych, energeticky nenáročných a ekologicky nezávadných strojárskych technológií. Prezborenie výrobného základne strojárstva na základe moderných technológií musí byť sprevádzané aj adekvátnymi technickými a programovými prostriedkami pre automatizovanú výrobu.

Manipulačná, dopravná a skladovacia technika je pri týchto cieľoch nepostrádateľná, no zďaleka netvorí integrovaný systém. Rovnako dôležitý je aj dobre organizovaný tok materiálu. Platí pritom zásada usporiadania objektov, aby sa predišlo zbytočným manipulačným operáciám, resp. aby boli ľahko automatizovateľné. Na racionálnu automatizáciu prevádzky je potrebná taká úroveň usporiadania, aby boli zabezpečené požadované manipulačné funkcie a aby nedochádzalo k duplicitám, a tým aj neusporiadanosť v výrobe.

Vytvorenie integrovaného manipulačného systému, a tým aj zrealizovanie integrovanej výroby je, bezpochyby, kreatívnou otázkou systémovej povahy. Vedie k hľadaniu odpovedí na to, ako tvoriť zložité technické systémy, ktoré si v súčasnosti vyžadujú nielen výrazné zvýšenie úrovne automatizácie, ale aj návrh vhodných prostriedkov tvoriacich systém. V tejto súvislosti sa sledujú konštrukcie manipulačnej techniky postavené na integrácii jednotlivých funkcií, no nezastupiteľný podiel majú riešenia založené na substitúcii funkcií, ktoré vychádzajú z relácií ekvivalentnosti v hraničných a špecifických oblastiach. O funkčný prístup ide preto, lebo vychádza z tvrdenia, že vydeliteľným podielom každého celku je taká časť, ktorej prvky v celku naplňujú funkciu vyššej úrovne. Na projektovanie integrovaných manipulačných systémov je tento prístup veľmi príťažlivý, pretože je ľahké predstaviť si relatívne uzavreté časti – moduly, komplety a systémy. Výhodou uvedeného prístupu je, že možno jednoducho vytvoriť modulárnu zostavu, priaznivo ovplyvňovať jednotkové náklady, zjednodušovať štruktúru, a tým aj logistický výrobný reťazec.

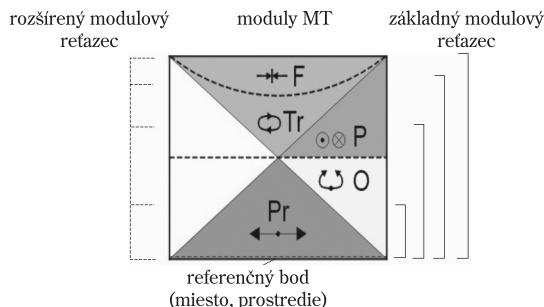
Integrovaný model manipulačnej techniky

Princípy vývoja manipulačnej techniky naznačujú technicko-ekonomickú účelnosť vývoja stavebnicových systémov, ktoré sú zložené zo štandardných modulov. Integrácia vychádza zo všeobecných znakov manipulačnej techniky (MT). Tieto znaky reprezentujú mnohokomponentové hierarchické štruktúry s rôznorodými nadväznosťami jednotlivých komponentov, ktoré sa vzťahujú k účelovým aplikáciám. Odhliadnuc od ich rôznorodosti, ktorá vyplýva z plnených funkcií, ako aj zo stavby a rozmerov, spája ich jedna spoločná vlastnosť. Táto umožňuje nazerať na nich ako na systém pozostávajúci z množstva usporiadaných a tokovo (organizačne) viazaných zariadení, nachádzajúcich sa v určitých funkčných závislostiach.

Pri návrhu integrovaného modelu MT vychádzame z analýzy funkcií [6], pričom sa rešpektuje všeobecný názor, že funkciou MT je sprostredkovať zmenu miesta, a polohy, umožňovať orientáciu

a určovať pozíciu objektu, resp. skupiny objektov manipulácie. Táto zmena vyžaduje manipulačné funkcie:

- premiestňovanie objektu (Pr),
- polohovanie a orientáciu objektu (PaO),
- fixáciu a zásobu objektu (F),
- transformáciu toku (Tr).



Obr.1 Integrovaný model manipulačnej techniky

Uvedený súbor manipulačných funkcií nám v abstraktnej podobe na obr. 1 predstavuje integrovaný model MT, pričom jednotlivé funkcie sú prezentované modulmi, ktorých vzájomné usporiadanie rešpektuje princíp kompatibility. Ide o moduly:

1. Modul Pr – premiestňovanie objektov, ktorého základné vyhotovenie je horizontálne v podobe pojazdu a rozšírené v podobe viacsmerového vozíka.
2. Modul O – orientácia objektu, je to v podstate otočná doska, ktorá sa upína na modul premiestňovania a do ktorej sa upína modul polohovania.
3. Modul P – polohovanie objektov, ktorého činnosť je zladená s činnosťou orientácie a môžeme ho využiť na:
 - polohovanie objektov,
 - transformáciu tokov objektov.
4. Modul Tr – transformácia toku objektov je založený na module polohovania a môže byť v aktívnej alebo v pasívnej verzii, čo je v podstate základňa modulu fixácie.
5. Modul F – fixácia objektov je interakčná časť stavebnice manipulačnej techniky. Integrovaný model bližšie vysvetľuje podstatu abstrakcie, ktorá je založená na tom, že jednotlivé manipulačné moduly možno spájať do podoby základného, resp. rozšíreného modulového reťazca. Tieto moduly sa vzťahujú určitému referenčnému bodu, miestu alebo prostrediu (výrobné zariadenie, výrobná bunka, výrobný systém). Svojou štruktúrou a vzájomnými väzbami sa neuzatvárajú, takže umožňujú stavbu širokospektrálnych manipulačných systémov, ktoré sa prispôbujú používateľským požiadavkám.

Princípy integrovanej manipulácie

Pre manipulačnú techniku, rovnako ako pre iné prvky výrobného reťazca, platí nekompromisný tlak na znižovanie nákladov a zlepšovanie pomeru medzi nákladmi a úžitkovou hodnotou. Nákladné manipulačné systémy účelovo viazané na konkrétny výrobný systém strácajú na význame (ak odhliadneme od niekoľkých investične veľmi náročných riešení) v porovnaní so široko uplatniteľnými manipulačnými zariadeniami. Rozhodujúcim kritériom je skrátenie celkového výrobného času v rámci výroby určitého výrobku a v zjednodušení štruktúry výrobného pracoviska.

Manipulačná technika je v súčasnosti reprezentovaná širokou škálou manipulačných zariadení vyznačujúcich sa rôznym stupňom funkčnosti a inými špecifickými vlastnosťami. Majú predpoklady na integráciu jednotlivých úrovní štruktúr výrobných systémov, čím sú splnené podmienky racionalizácie logistických reťazcov. Racionalizácia logistických reťazcov je postavená na uplatnení týchto princípov integrácie:

- na zjednotení manipulačných funkcií,
- na substitúcii manipulačných funkcií.

Na zjednotenie manipulačných funkcií možno použiť manipulačné zariadenie s aktívnou, resp. multifunkčnou nadstavbou (interakčnou časťou). Znamená to, že také zariadenie je schopné koncentrovať viacero funkcií a v prípade kompatibilných zariadení aj niektoré funkcie substituovať.

Proces zjednocovania manipulačných funkcií jednoduchým zlúčením sa neuzatvára, je možné ďalej ho rozvíjať, a to takým spôsobom, že redukovujeme počet a zvyšujeme funkčnosť manipulačných zariadení na základe:

- viacčlenných kinematických štruktúr s prijateľnými režimami činnosti v reálnom čase,
- reštrukturalizáciou pohonov z jednofunkčných na viacfunkčné s dostatočnými prevádzkovými parametrami.

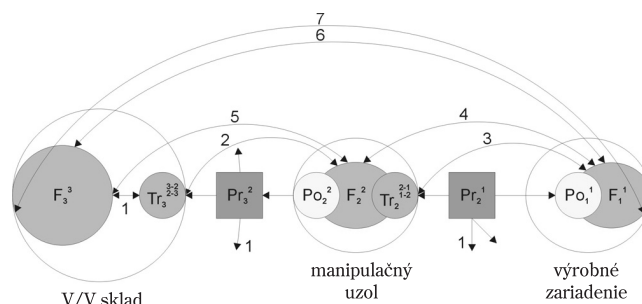
V prípade substitúcie manipulačných funkcií využívame niektoré zvláštnosti zariadení, výrobného systému a systémového okolia, ako napr.:

- integrovateľnosť a kompatibilitu,
- manévrovaciu schopnosť,
- kinematické obrátenia.

Ako príklad môžu slúžiť manipulačné zariadenia (rozvážací vozík), ktoré sú schopné priamej interakcie s inými zariadeniami (regálový zakladač a manipulačný uzol), čím sa vylúčia niektoré funkcie (transformácie toku, polohovania a orientácie) z požadovaného súboru. Iné príklady substitúcie manipulačných funkcií sú, keď sa využije manévrovaciu schopnosť manipulačného zariadenia (rozvážacieho vozíka) na zabezpečenie funkcie polohovania a orientácie objektu, resp. opačnú funkciu polohovania a orientácie využijeme na manévrovanie rozvážacieho vozíka v druhej a tretej osi. Substitúciou manipulačných funkcií dosiahneme nielen zníženie ich počtu, ale zároveň treba počítať so zvýšenými nárokmi na realizáciu zostávajúcich funkcií.

Infiltrácia princípov pri zostavovaní logistických reťazcov

Využitím uvedených princípov integrácie možno dosiahnuť rôzne podoby štruktúrálnej skladby logistických reťazcov výrobných systémov, čím dostávame množinu variantov s rôznymi možnými kombináciami zlučovania funkcií. Typický príklad zostavovania logistických reťazcov materiálových tokov [5] pre nepriamu väzbu medzi V/V skladoom a výrobnými jednotkami je znázornený na obr. 2. V grafe sú jednotlivé manipulačné funkcie reprezentované súborom 9 kódov, ktoré v konkrétnej realizácii predstavujú manipulačné moduly zodpovedajúce modulom z integrovaného modelu manipulačnej techniky, ale s rôznym vzťahom k zóne činnosti a objektu manipulácie $[F]_i^j$. Zvláštnosťou daného prístupu je, že jednotlivé funkčné moduly možno prepájať v ľubovoľných kombináciách a poradí, čím vznikne veľký počet možných riešení (obr. 2: cesta 1 – 7), avšak niektoré z nich sa javia ako nereálne a technicky nerealizovateľné.



Obr.2 Možné varianty materiálového toku

Redukovanú štruktúru zostavenú iba zo vzťažných a prepájacích funkcií – fixácie a premiestňovania (obr. 2: cesta 4, 5) dostávame pomocou integrovaných manipulačných systémov. Ďalšia redukcia je technicky náročná, nakoľko vylúčí funkciu fixácie a násled-

ne ju zjednotiť s funkciou premiestňovania je možné iba v určitých prípadoch, napr. v manipulačných uzloch (obr. 2: cesta 6) a pri no-vokoncipovaných kombinovaných výrobnoprenosových systémoch (obr. 2: cesta 7).

Algoritmizácia riešenia

Východiskom pre prácu priradovacieho algoritmu konfigurujúceho integrovaný manipulačný systém je množina nasledovných parametrov:

- opis skladby výrobného systému,
- opis materiálového toku v systéme,
- databáza manipulačných zariadení a systémov,
- zadanie doplnkových parametrov.

Opis zloženia výrobného systému [5] vychádza z jeho dekompozície, ako napríklad skladovací uzol, manipulačný uzol, výrobná jednotka s vlastným manipulačným zariadením. Komponenty systému sú priradované z databázy komponentov, ktorá je voľne editovateľná a obsahuje ich opis na základe manipulačných funkcií.

Opis materiálového toku v systéme sa realizuje parametricky. Program na základe zadanej skladby výrobného systému určí, či ide o priamu alebo nepriamu väzbu medzi skladovacím uzlom a výrobnými jednotkami. Rozhodujúcim kritériom je prítomnosť manipulačného uzla medzi komponentmi výrobného systému.

Databáza manipulačných zariadení [7] a systémov vychádza z manipulačných, dopravných a skladovacích zariadení určených pre operačnú, medzioperačnú a strediskovú úroveň. Databázu je možné modifikovať a dopĺňať pomocou editačného formulára.

Zadanie dopĺňajúcich parametrov systému sa využíva na výpočet optimálneho množstva dopravných jednotiek v systéme, počtu možných výrobných buniek a ich integrujúcich manipulačných jednotiek.

Pri konfigurácii integrovaného manipulačného systému sú využité vopred analyzované princípy integrácie v postupnosti krokov, ktoré sú algoritmizované na obr. 3. Jednotlivé manipulačné zariadenia v databáze majú priradený opis vykonávaných manipulačných funkcií. Na základe toho algoritmus pre generovanie variantov konfigurácie materiálového toku vygeneruje pri variačnom a integračnom princípe všetky varianty manipulačných prostriedkov k reťazcu manipulačných funkcií výrobného systému. Z vygenero-

vaných variantov konfigurácie manipulačného systému je ďalej potrebné podľa určitých kritérií vylúčiť varianty, ktoré nezodpovedajú svojimi technickými parametrami, resp. uprednostniť varianty, ktoré parametrami najlepšie zodpovedajú požiadavkám materiálového toku v systéme. Tieto kritériá sa vzťahujú predovšetkým na nosnosť, operačný dosah a kapacitu manipulačného zariadenia. Po zohľadnení týchto kritérií sa množina manipulačných zariadení vygenerovaných variačným algoritmom zúži na podmnožinu zariadení, ktoré vyhovujú z hľadiska svojich technických charakteristík. Z tejto podmnožiny sa vyberá optimálny variant na základe týchto kritérií:

- realizačné náklady,
- vnútorná a vonkajšia kompatibilita prvkov, modulov a komplexov,
- otvorenosť a modifikovateľnosť systému.

Takýmto výberom môžeme nielen dospieť k optimálnemu riešeniu, ale môžeme dosiahnuť aj inovačné koncepty kombinácie manipulačných prostriedkov.

Záver

Význam riešenia spočíva v rozvíjaní a zdokonaľovaní integrovaných riešení modulárnych manipulačných zariadení a systémov. Modulárne riešenia v tejto oblasti prinášajú ďalšie možnosti konfigurácie manipulačných zariadení vo výrobnom systéme, ich nové inovačné kombinácie, ako aj optimalizáciu z hľadiska realizačných nákladov. Modelované riešenia zostavené prostredníctvom počítačových aplikácií sa vyznačujú novým technicko-ekonomickým efektom, ktorý podporuje rozvoj integrovanej manipulácie v automatizovaných výrobných.

Literatúra

[1] CISÁR, P.: Optimalizácia materiálových tokov na základe funkčnej analýzy. SjF TU Košice 1995.

[2] DONG, S. Y., BARTA, T. A.: A Petri Net-Based Simulation Tool for the Design and Analysis of Flexible Manufacturing Systems. Journal of Manufacturing Systems, 4, 1996.

[3] KALANIN, B.: Výber a tvorba optimalizovaných štruktúr manipulačných zariadení. SjF TU Košice, 1998.

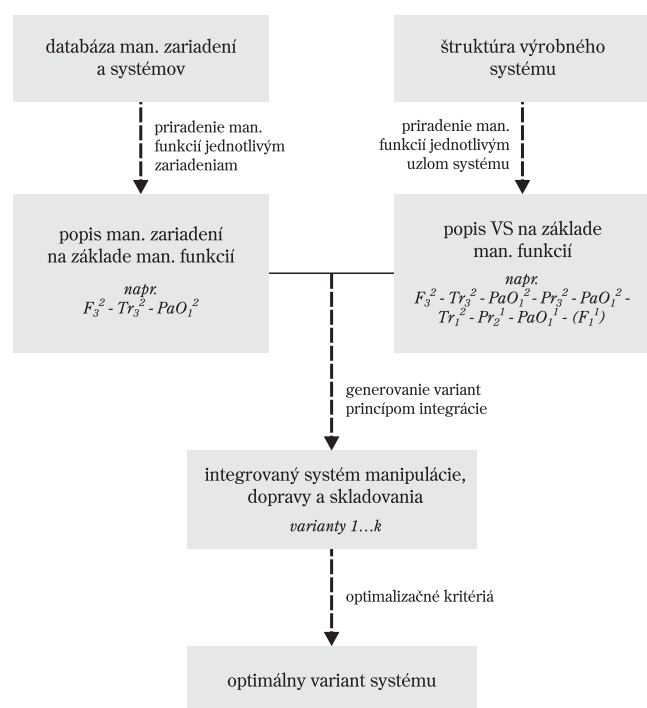
[4] MALINDŽÁK, D.: Výrobná logistika I. Košice, Štofek 1997.

[5] VALEŇČÍK, Š.: Modelovanie materiálových tokov. Acta Mechanica Slovaca, 1, 2000. SjF TU Košice 2000, s. 103 - 108.

[6] VALEŇČÍK, Š.: Profilácia štruktúr manipulačných zariadení. Acta Mechanica Slovaca, 2, 2000. SjF TU Košice, 2000, s. 129 - 133.

[7] VRLÍK, M.: Využitie modulárnych manipulačných systémov pre riešenie integrovanej manipulácie. SjF TU Košice, 2003.

[8] TALÁCKO, J.: Pneumatické a hydraulické systémy pre automatizáciu. Automa, 1, 2002, s. 5 - 7.



Obr.3 Algoritmus zostavovania integrovanej manipulácie

doc. Ing. Štefan Valenčík, CSc.

**KVTaR SjF
Technická univerzita v Košiciach
Boženy Němcovej 32
041 87 Košice
Tel.: 055/602 21 91
e-mail: stefan.valencik@tuke.sk**