

# Razvoj inteligentnega večosnega manipulacijskega sistema

Ivan VENGUST, Krištof DEBELJAK, Francelj TRDIČ

## ■ Uvod

Izkušnje iz dosedanjih industrijskih projektov kažejo, da obstaja potreba po razvoju fleksibilnega manipulacijskega sistema, ki ga bo mogoče v kratkem času prilagoditi raznovrstnim zahtevam [1]. Zato sta se podjetji PS, d. o. o., iz Logatca in SMC, d. o. o., iz Trebnjega združili pri razvoju in izdelavi univerzalnega večosnega manipulatorja. Cilj projekta je bil omogočiti gradnjo različnih strežnih naprav, ki bi bile sestavljene iz enakih gradnikov. Ti gradniki so standardne elektromehanske komponente, linearne ali rotacijske enote, inteligentni servopogoni, univerzalni pozicijski krmilniki, sistemi za podporo robotskega vida, fleksibilne pnevmatične komponente ter prikazovalne in upravljalne enote. Programska oprema mora biti zgrajena tako, da omogoča enoten standardiziran programski vmesnik, ki ga je mogoče prilagajati dejanskim zahtevam s parametriranjem. Tak sistem omogoča gradnjo različnih konfiguracij, kot so polarni, SCARA in kartezični roboti ter različni fleksibilni manipulatorji. Za programiranje teh naprav je na voljo razmeroma enostaven način določanja zaporedja gibov in delovnih operacij z učenjem. Alternativa temu pa je programiranje v višjem programskem jeziku, ki pa zahteva bolj poglobljeno izobraževanje uporabnikov. Takšne sisteme lahko uporabljamo za primere, ki jih razvijamo znotraj lastnih podjetij, za industrijske

Dr. Ivan Vengust, univ. dipl. inž., PS, d. o. o., Logatec, Krištof Debeljak, inž., SMC, d. o. o., Trebnje, dr. Francelj Trdič, univ. dipl. inž., FDS Research, d. o. o., Trzin

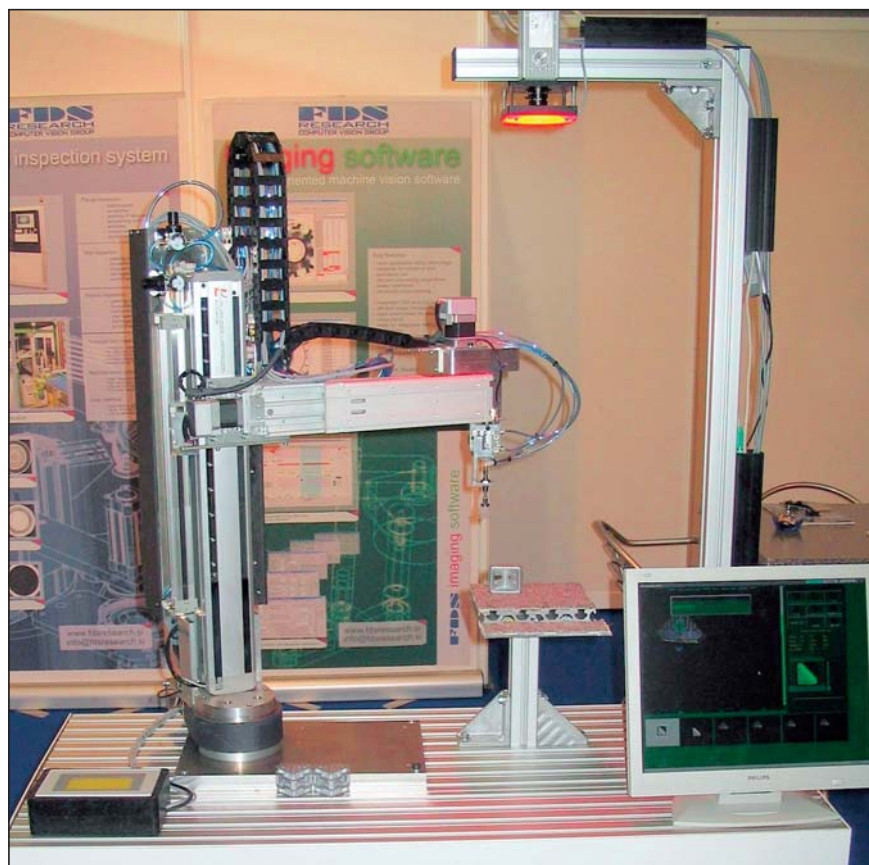
naročnike, lahko pa so namenjeni samogradnji, kjer industrijski razvijalci sistem sami uporabijo v svojem tehnološkem procesu. Prvi rezultat je izdelava polarnega strežnega robota, ki je predstavljen v nadaljevanju.

## ■ Zgradba polarnega mehanizma robota

Robote danes srečujemo v avtomatizaciji številnih industrijskih procesov in so že uveljavljeni velikoserijski izdelki. Številni proizvajalci izdelujejo različne tipe robotskih mehanizmov [2], konkurenca na tem področju pa

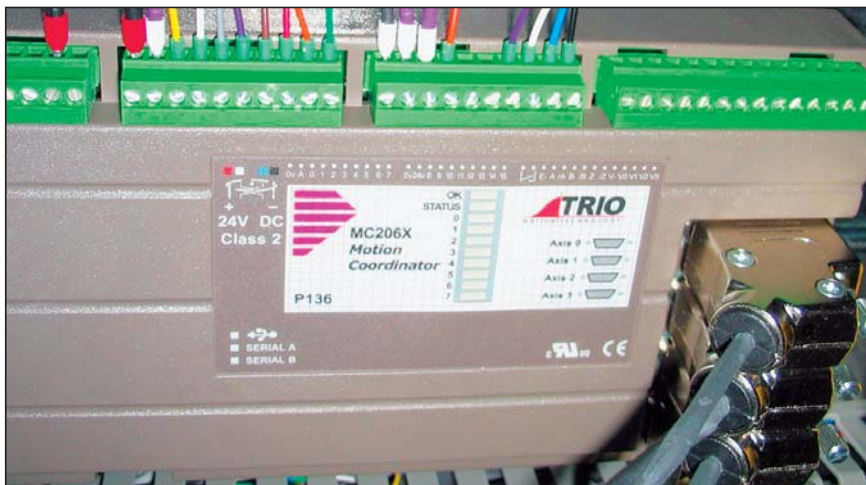
je zelo ostra. Razviti polarni robot je namenjen enostavnejšim primerom uporabe robotov v montažnih linijah ali pa kot manipulator ob delovnih napravah, kjer nadomešča človeka in ga tako razbremeni monotonega ali nevarnega dela.

Polarni robot SMC-PS P4.5 je majhen robot, sestavljen iz standardnih komponent, ki so cenovno dostopne in tudi enostavne za vzdrževanje. Krmilje je integrirano v ogrodje, zato je robot nezahteven za montažo, prestavitev na novo delovno lokacijo pa je enostavna. Polarni robot ima



**Slika 1.** Polarni robot SMC-PS P4.5 z vključenim robotskim vidom za prepoznavanje objektov (predstavljen na sejmu IFAM 2008 v Celju)

v osnovni strukturi dve linearni osi ( $r$  in  $z$ ), rotacijsko os ( $\theta$ ) in rotacijo prijemala ( $g$ ). Dodan je lahko še horizontalno/vertikalni zasuk prijemala (slika 1). Za povezavo kartezičnega delovnega prostora in notranjih robotskih osi je uporabljena polarna transformacija koordinat.



Slika 2. Kompaktni večosni pozicijski krmilnik Trio MC206X

## ■ Krmilje robota

Krmilnik robota je štiriosni pozicijski krmilnik Trio MC206X (slika 2). To je univerzalni krmilnik za večosne pozicijske aplikacije, v katerih so potrebna povezana gibanja osi. Programira se v višjenivojskem večopravilnem jeziku, izpeljanem iz Basica, dopolnjenem z ukazi za kompleksne gibalne operacije. Za povezana gibanja med osmi ima poleg standardnih linearnih in cirkularnih interpolacij tudi SCARA in polarno transformacijo koordinat ter številne druge ukaze. Z dodatnim modulom CAN I/O lahko standardnim 16 vhodno/izhodnim linijam dodamo še 32 digitalnih signalov. Krmilnik je član obsežne družine krmilnikov gibanja podjetja Trio Motion Technology ([www.triomotion.com](http://www.triomotion.com)). Poleg palete krmilnikov so v družini še dodatni vhodno/izhodni moduli, razširitvene kartice, komunikacijske rešitve in zunanji upravljalni prikazovalniki ter tipkovnice.

Za upravljanje robota je uporabljen upravljalni panel z ekranom, občutljivim na dotik, ki za komunikacijo s krmilnikom uporablja serijsko povezavo Modbus (slika 3). Z upra-

vljalnim panelom izbiramo osnovne načine delovanja robota, izvajamo programiranje z učenjem, pa tudi parametrisiranje robotske aplikacije.

## ■ Pogoni

Za pogon robota so uporabljeni in-

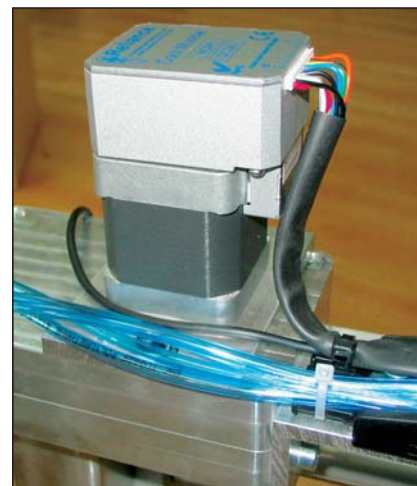
teligentni motorji Reliance RCM1. Motorji imajo vgrajeno močnostno elektroniko, 32-bitni krmilnik RISC in magnetni inkrementalni merilni sistem (slika 4). Delujejo v zaprtizančnem krmilnem načinu. Od zunaj jih lahko krmilimo z ukazi, ki jih pošiljamo preko serijske komunikacije ali pa preko digitalnih I/O-signalov. V robotski aplikaciji so uporabljeni signali 'korak/smer'. Motorje je mogoče uporabiti tudi samostojno, če krmilni program zapišemo v spomin motorja. V tem primeru ne potrebujejo zunanega krmilnika. Več motorjev je mogoče s komunikacijskimi adapterji povezati v mrežo ([www.coolmuscle.com](http://www.coolmuscle.com); [www.rpmechatronics.co.uk](http://www.rpmechatronics.co.uk)).



Slika 3. Upravljalna konzola robota z ekranom, občutljivim na dotik

## ■ Programska oprema

Programska oprema robota teče na krmilniku Trio. Zaradi univerzalnosti je grajena modularno in uporablja poenoten programski vmesnik. Sestavljena je iz programskih gradnikov, ki jih dodajamo glede na zahteve uporabe. Konfiguracijo krmilnika je mogoče nastavljati s parametri. Programski gradniki polarnega robota omogočajo tudi programiranje gibanja robota z učenjem, polarno transformacijo koordinat, povezavo z inteligentno kamero, povezavo z upravljalnim panelom ter osnovne načine delovanja, kot je določanje izhodiščne lege robota, ročno vodenje in avtomatsko izvajanje programov. Ker je programsko okolje krmilnika Trio odprto, je mogoče dodajati nove gradnike, s katerimi lahko realiziramo kompleksne primere uporabe robota. Zaradi odprte narave krmilnika je polarni robot zelo primeren tudi za uporabo v izobraževalnih institucijah, ker je mogoče študirati in demonstrirati principe krmiljenja robotov.



Slika 4. Inteligentni pogonski motorji robota

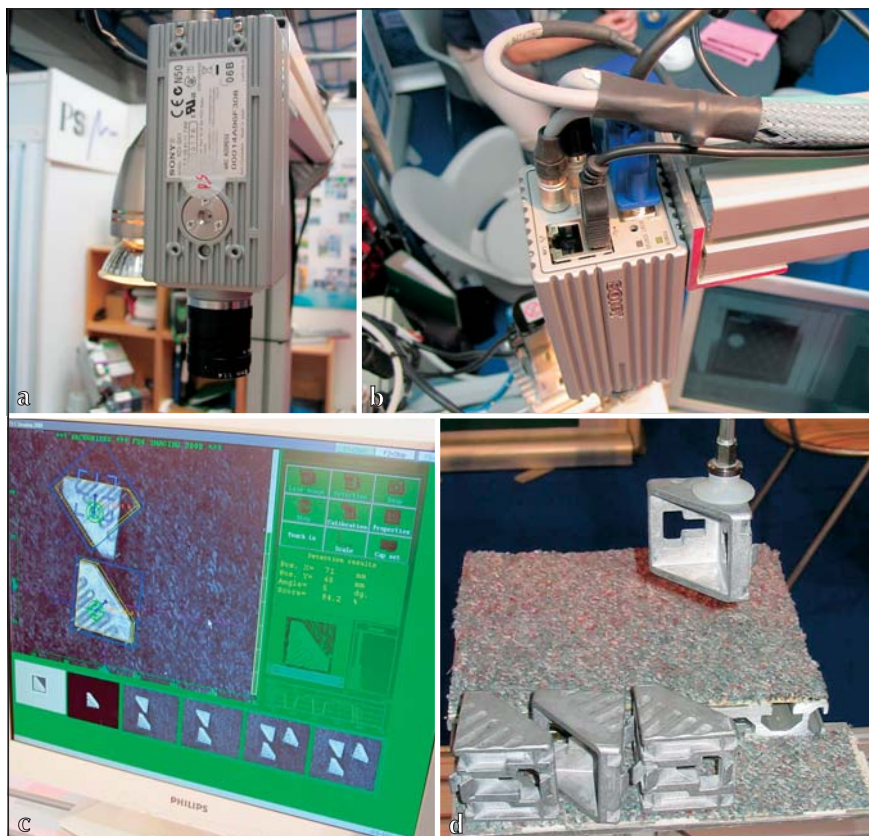
## ■ Robotski vid

Robotsko aplikacijo lahko dopolnimo z robotskim vidom, kar močno razširi uporabnost takšnega sistema. Robotski vid je razvilo podjetje FDS Research iz Trzina ([www.fdsresearch.si](http://www.fdsresearch.si)) [3]. Celotna aplikacija prepoznavanja slike je pri prikazanem primeru vgrajena v inteligentno kamero Sony SX1. V kameri je miniaturni PC-

računalnik z operacijskim sistemom Windows XP embedded (slika 5a).

Sony in FDS Research. Aplikacija za prepoznavanje slike teče na novi

navanje lokacije in orientacije različnih objektov (slika 5 c). Uporabniški vmesnik robotskega vida ima minimiziran nabor menuev in uporabniku omogoča prilagoditev dejanskemu stanju s parametriziranjem. Komunikacija z robotskim krmilnikom poteka preko enega od komunikacijskih kanalov. Komunikacijski protokol za krmilnik Trio je že vgrajen v kamero. Krmilnik od kamere zahteva prepoznavo objekta, kamera vrne status meritve, koordinate in orientacijo objekta (slika 5 d).



Slika 5. Sistem za umetni vid podjetja FDS Research

Na kamero lahko neposredno priključimo VGA-ekran, tipkovnico in miško (slika 5 b). Kamera ima USB, ethernet in RS232 vmesnike. Ta kamera je rezultat skupnega razvoja podjetij

verziji standiziranega programskega okolja FDS Imaging 2008. V aplikaciji so uporabljeni samoučljivi modeli objektno orientiranega razpoznavanja, ki omogočajo zelo zanesljivo prepoz-

## Sklep

Polarni robot je prvi v seriji večosnih strežnih sistemov, ki se načrtujejo. Utira si pot na zahtevno tržišče robotov, pri tem pa izkorišča sodobne tehnološke rešitve s področja mehatronike in krmilne tehnike ter omogoča cenovno dostopno posodobitev – avtomatizacijo proizvodnih procesov na številnih področjih.

## Literatura

- [1] T. Perme, B. Kirn, I. Skok, Prenova robotov za strego in montažo, Ventil dec. 11, 2005, 4.
- [2] Wikipedia, Industrial robot, [http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial\\_robot](http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_robot) (marec 2008).
- [3] F. Trdič, Robotski vid v industrijskih procesih, Avtomatika 73, 2007.

 **CONTROL TECHNIQUES**  
www.controltechniques.com



**Frekvenčni regulator Commander SK**

- Za moči od 0,25 kW do 132 kW
- Vgrajen filter
- Možnost prigradnje internega PLK (Logic Stick)
- Smart Stick za kloniranje parametrov
- Vgrajen PID regulator
- Na zalogi
- Ugodna cena



**Družba za projektiranje in izdelavo strojev, d.o.o.**

Kalce 38b, 1370 Logatec  
Tel: 01/750-85-10 E-mail: ps-log@ps-log.si  
Fax: 01/750-85-29 www.ps-log.si

**Izvajamo:**

- konstrukcije in izvedbe specialnih strojev
- predelava strojev
- regulacija vrtenja motorjev
- krmiljenje strojev

**Dobavljamo:**

- servo pogone
- frekvenčne in vektorske regulatorje
- merilne sisteme s prikazovalniki
- pozicijske krmilnike
- planetne reduktorje





**Prikazovalnik pozicije Z-58**

- Univerzalni pozicijski prikazovalnik za inkrementalne in absolutne merilne sisteme
- 5 dekadni LED prikazovalnik, višina 14 mm
- Vmesnik RS232 in RS422
- Dva relejna izhoda
- Analogni vhod in izhod 0-10V ali 0-24mA