



VANJSKI NADZOR PRECIZNOSTI ROBOTA ZA ZAVARIVANJE

EXTERNAL CONTROL OF WELDING ROBOT PRECISION

Todor ERGIĆ¹⁾, Tomislav BAŠKARIĆ¹⁾, Marko BIRTIĆ¹⁾, Štefanija KLARIĆ¹⁾

Ključne riječi: zavarivanje, robot, kontrola točnosti pozicioniranja

Key words: welding, robot, positioning accuracy control

Sažetak: Poznato je da pri dugotrajnom radu robota dolazi do trošenja njegovih pojedinih dijelova što uzrokuje netočnosti pozicioniranja robotske ruke. Upravo zbog toga se razvila ideja razvoja sustava za nadzor točnosti pozicioniranja robotske ruke, te je u radu je prezentiran početak njegovog razvoja na Strojarskom fakultetu u Slavonskom Brodu. Ovakav sustav bi omogućio vlastito praćenje stanja robota te bi alarmirao kada točnost pozicioniranja bude izvan dopuštenih granica. Primjer početnih aktivnosti, odnosno mjerenja i nadzora softverom za analizu podataka prikazan je u ovom radu.

Abstract: It is known fact that at long time operation of robot there is a wearing of its parts and it can cause inaccuracies of robot arm positioning. Due to that fact an idea of developing robot arm accuracy control monitoring system appeared, and in this paper the initial development of this system at Mechanical engineering faculty in Slavonski Brod is described. This system would allow own monitoring of robot condition and alarm if positioning accuracy is beyond allowed limits. The example of start activities, measuring and monitoring with data analyzing software is shown in this paper.

¹⁾ Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Trg I. B. Mažuranić 2, 35000 Slavonski Brod, HR

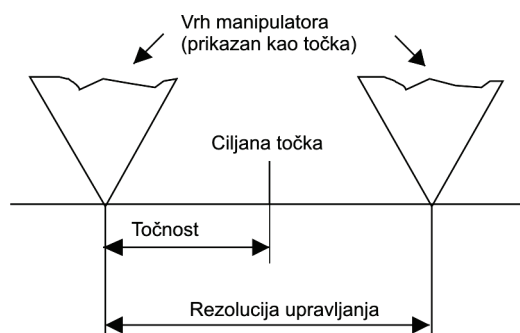
1. UVOD

Pri dugotrajnom radu robota dolazi do trošenja njegovih pojedinih dijelova (povećanje zračnosti na kliznim površinama i u ležajima). Posljedica ovog trošenja se očituje u netočnosti pozicioniranja robotske ruke. Zbog toga je u ovom radu prikazan početak osmišljavanja vlastitog vanjskog sustava za nadzor točnosti pozicioniranja robotske ruke kako bi se na vrijeme ustanovile greške pri radu robota i pristupilo potrebnom servisiranju. Sustav bi se u početku sastojao od već postojeće opreme na Zavodu za strojarske konstrukcije, te su u radu ispitivane mogućnosti njene primjene.

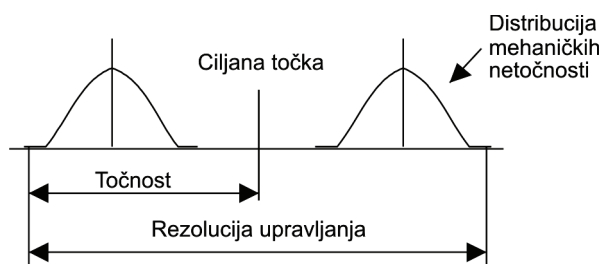
2. TOČNOST ROBOTA

Točnost robota se može opisati kao mogućnost pozicioniranja njegovih zglobova u željenu točku unutar ranog prostora. Dakako da točnost robota ovisi prvenstveno o tehnologiji i kvaliteti izrade robota te kako se precizno može kontrolirati za svaki pokretni dio. [1]

Točnost robota se definirala ili kao polovina upravljačke rezolucije (slika 1), uzimajući u obzir najgori slučaj kada je ciljana točka točno između dvije upravljačke točke, ili su se u razmatranje uzimale i mehaničke netočnosti sa statističkom distribucijom (slika 2) te se u tom slučaju točnost definirala kao jedna polovina prostorne rezolucije. [1]



Slika 1: Dijagram točnosti u dvodimenzionalnom prostoru, kada nisu uzete u obzir mehaničke netočnosti [1]



Slika 2: Dijagram točnosti i prostorne rezolucije u kojemu su mehaničke netočnosti predstavljene statističkom distribucijom [1]

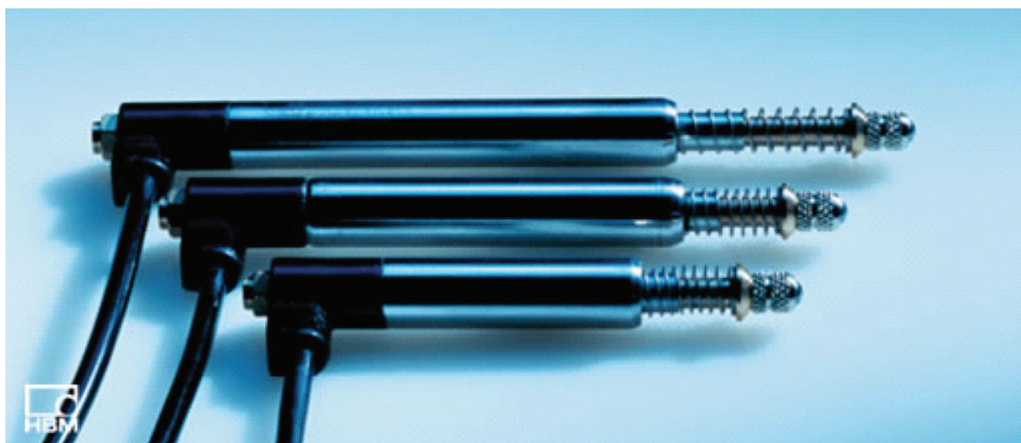
Jasno je da točnost robota osim o mehaničkim netočnostima ovisi i o upravljačkom algoritmu i rezoluciji sustava. Mehaničke netočnosti mogu uzrokovati zazor (trošenje) u pokretnim dijelovima, te točnost robota značajno opada ako je robot značajnije opterećen. Isto tako, točnost je bolja ako je ciklus kretanja robota ograničen na limitirani radni prostor.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

Kako je osnovna ideja za razvoj sustava za mjerenje točnosti bila primjena postojeće opreme na Zavodu za strojarne konstrukcije, Strojarskog fakulteta u Slavonskom Brodu, za početak određivanja točnosti robota odabrani su senzori za mjerenje pomaka i to induktivni pretvarači pomaka.

Ovi uređaji se sve češće koriste u industrijskom sektoru, dijelom i zbog svoje izuzetne mehaničke izdržljivosti i neosjetljivosti na prljave uvjete, u kombinaciji s njihovom sposobnosti da izdrže visoke temperature i niske cijene. Kod njih gotovo nema mehaničkog trošenja, a sila reakcije na mjerne objekte je zanemariva [2]. Na slici 2 prikazan je korišten i davač pomaka proizvođača HBM. Za ispitivanje mogućnosti mjerenja točnosti korišten je robot Motoman HP 6 s okretnim stolom i svom pratećom opremom za MIG/MAG zavarivanje. Na ovom robotu se provodi edukacija studenata, a moguća je i obuka radnika/operatora za rad s robotom te testiranje i simulacija pojedinih postupaka pri zavarivanju s robotom.

Uz spomenute davače pomaka, korišteno je mjerno pojačalo radi prikupljanja izmjerene vrijednosti iz davača pomaka i prosljeđivanja u računalo. Za ova mjerenja je upotrijebljeno mjerno pojačalo MGC Plus proizvođača HBM i softver za obradu podataka GlyphXE 3 [4].



Slika 3. Davači pomaka HBM W1-WI/10 mm [3]



Slika 4. Mjerenje pomaka po x osi

U početnoj fazi sustav za vanjsku kontrolu točnosti pozicioniranja se sastoji od tri davača pomaka smještenih u radnom djelokrugu robota i mjernog pojačala (slika 4). Davači pomaka su raspoređeni u smjerovima koordinatnih osi robota. Nakon svakih nekoliko odradenih operacija robot dolazi do točno definirane točke u prostoru te na taj način aktivira davač pomaka koji izmjeri na kojem se položaju nalazi robotska ruka. Ovaj postupak se ponovi za sva tri davača pomaka, odnosno izvrši se mjerenje u smjeru svih triju koordinatnih osi. Na slici 4 prikazano je mjerenje pomaka u smjeru x – osi robota.

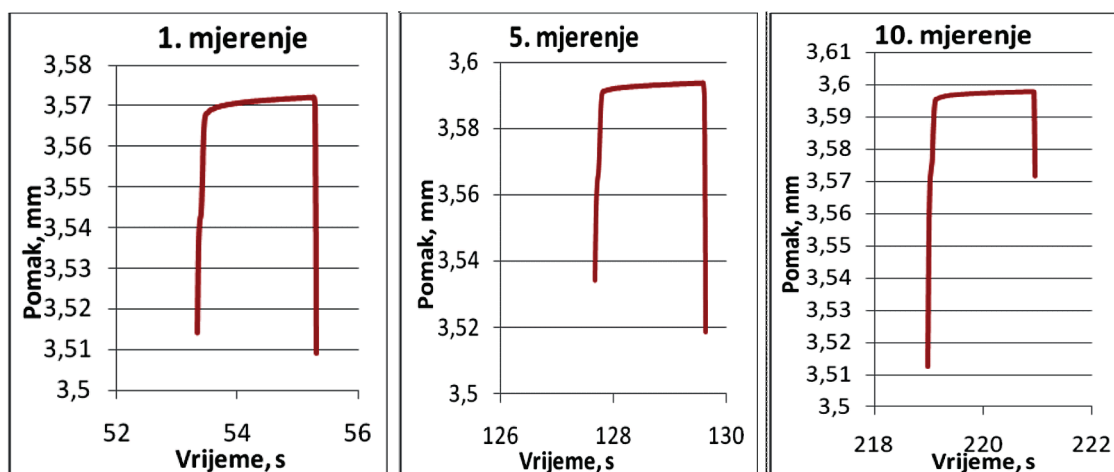
3.1 Rezultati mjerenja pomaka u smjeru x - osi

U tablici 1 dani su rezultati izmjerenih pomaka pri dodirivanju vrha robotske ruke i davača pomaka postavljenog u smjeru x - osi. Ovaj postupak je ponavljan deset puta.

Tablica 1. Izmjereni pomaci u smjeru x - osi

Broj mjerenja	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Izmjereni pomak, mm	3,57214	3,58768	3,58700	3,59460	3,59375	3,60101	3,59658	3,59965	3,59601	3,59791

Slika 5 prikazuje dijagrame izmjerenih pomaka u smjeru x – osi za 1., 5. i 10. mjerenje.



Slika 5. Dijagrami izmjerenih pomaka u smjeru x – osi

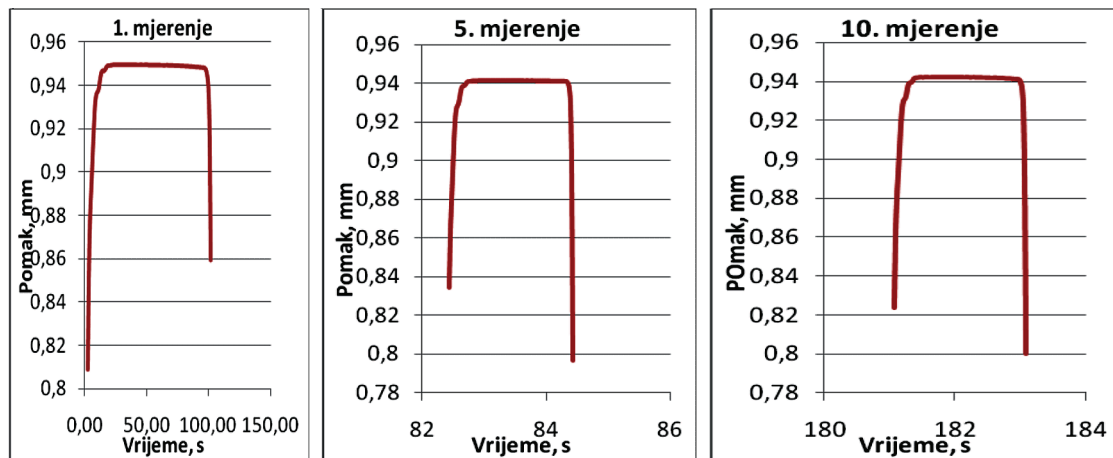
3.2 Rezultati mjerenja u smjeru y - osi

U tablici 2 dani su rezultati izmjerenih pomaka pri dodirivanju vrha robotske ruke i davača pomaka postavljenog u smjeru y - osi.

Tablica 2. Izmjereni pomaci u smjeru y - osi

Broj mjerenja	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Izmjereni pomak, mm	0,94978	0,94919	0,93759	0,94208	0,94151	0,93856	0,94288	0,94058	0,93862	0,94223

Slika 6 prikazuje dijagrame pomaka izmjerene u smjeru y – osi za 1., 5. i 10. mjerenje



Slika 6. Dijagrami izmjerenih pomaka u smjeru y - osi - nastavak

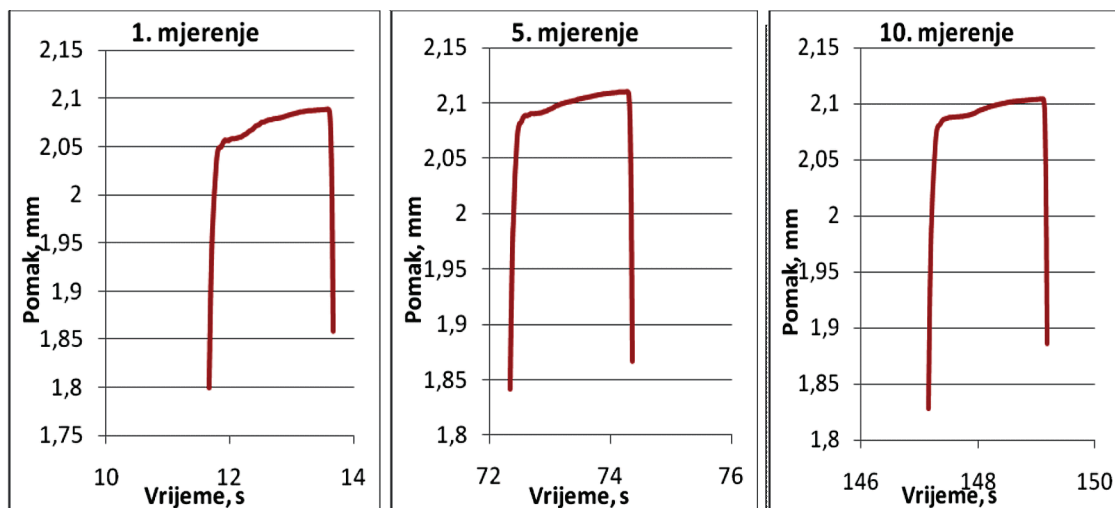
3.3 Rezultati mjerenja pomaka u smjeru z - osi

U tablici 1 dani su rezultati izmjerenih pomaka pri dodirivanju vrha robotske ruke i davača pomaka postavljenog u smjeru z - osi. Ovaj postupak je ponavljan deset puta.

Tablica 3. Izmjereni pomaci u smjeru z - osi

Broj mjerenja	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Izmjereni pomak, mm	2,08871	2,11050	2,09807	2,10927	2,11050	2,09035	2,10397	2,10784	2,09048	2,10463

Slika 7 prikazuje dijagrame izmjerenih pomaka u smjeru z – osi.



Slika 7. Dijagrami izmjerenih pomaka u smjeru z - osi

Pomoću softvera GlyphXE [4] za analizu izmjerenih vrijednosti prati se iznos izmjerene vrijednosti pomaka. Ta trenutno izmjerena vrijednost se oduzima od prvog izmjerenog pomaka. Dobivena razlika predstavlja odstupanje pozicioniranja robota. U softveru se postavlja



dopušteni iznos odstupanja kako mogao upozoriti da je to odstupanje prijedeno.

4. ZAKLJUČAK

U radu je prezentiran početak razvoja sustava za nadzor točnosti pozicioniranja robotske ruke. Ovakav sustav bi omogućio praćenje stanja robota te alarmirao kada točnost pozicioniranja bude izvan dopuštenih granica. U ovome radu je korišten komercijalni softver za analizu izmjerenih podataka GlyphXE 3 [4].

U budućem radu se planira osmisliti upravljačka jedinica koja se sastoji od mjernog pojačala prilagođenog mjerenju pomaka i ulazno-izlazne jedinice. Na ulaznoj jedinici bi se mogli definirati iznosi dopuštenih odstupanja. Izlazna jedinica bi davala signal za zaustavljanja robota ukoliko se prijede dopušteno odstupanje.

5. LITERATURA

- [1] Maalouf, Roger: Some important definitions in robotics, Institutionen för datorteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
<http://www.fortunecity.com/campus/law/365/definitions.htm> (16.09.2011.)
- [2] Ergić, Todor: *Repetitorij temeljnih pojmova iz robotike i zavarivanja pomoću robota*. Slavonski Brod: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavonskom brodu, 1995., str. 32-39.
- [3] HBM [interni katalog] 2011 URL:<http://www.hbm.com/en/menu/products/transducers-sensors/displacement/single/categorie/displacement-transducers/product/wa-t/backPID/displacement/>(10.09.2011.)
- [4] GlyphXE 3, nCode: softver za analizu i obradu izmjerenih vrijednosti, HBM 2011.