

ROBOTSKA CELICA ZA LASERSKO VARJENJE NIZKO SERIJSKIH IZDELKOV Z 3D VODENIM LASERSKIM ŽARKOM NA OSNOVI 3D SCANA OBJEKTA

Dr. Hubert KOSLER, Damian ŠIRAJ, Peter ARKO, Erih ARKO
YASKAWA Slovenija d.o.o.
YASKAWA Ristro d.o.o.

IZVLEČEK

Robotizacija varilnih procesov predstavlja velik izziv, še posebej, ko govorimo o robotizaciji majhnih serij kompleksnih izdelkov. YASKAWA je z zadnjo rešitvijo omogočila, da je robotizacija upravičena tudi na področju laserskega varjenja v splošni industriji za nizko serijske produkte.

1 UVOD

V robotskih varilnih aplikacijah poznamo dva tipa avtomatizacij in sicer visoko serijsko produkcijo kjer imamo opravka z dobro pripravljenimi kosi ponovljivih dimenzij. S kompleksnimi vpenjalnimi orodji pa zagotavljamo, da so kosi ponovljivo vpeti na isti poziciji. Samo robotsko programiranje je po izkušnjah enostavnejše in je opravljeno v relativno kratkem času.

Tak tip aplikacij se predvsem pojavlja v avtomobilski industriji, kjer je življenjska doba proizvodnje izdelka med 5 in 10 let.

V splošni industriji pa imamo pri varilnih robotskih aplikacijah opravka z kompleksnejšimi izdelki, kjer so tudi dimenzije večje. V takih primerih je uporaba kompleksnejših vpenjalnih orodij nerentabilna in težko izvedljiva.

Dodatni izziv lahko predstavlja dolgotrajno robotsko programiranje, ker je v tem času onemogočena produkcija robotske celice.



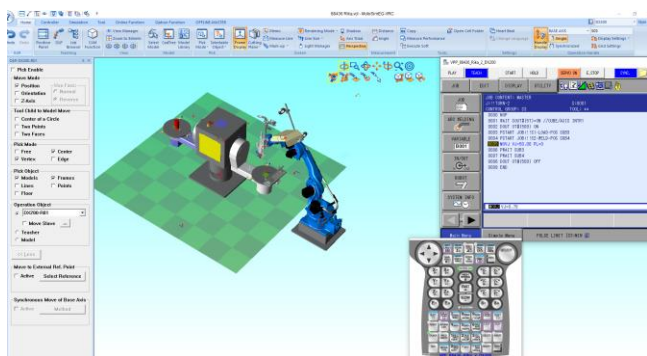
Slika 1: Robotizacija splošna industrija

(Slika 1) prikazuje tipičen primer iz takih aplikacij. Poleg same varilne robotske trajektorije, je tu potrebno vključiti še sekvence programa za lociranje pozicij s pomočjo meritev, ki se izvajajo z uporabo robotske sensorike (kontaktno iskanje, uporaba kamer itd...). V YASKAWI smo na podlagi izkušenj pripravili optimalno rešitev, kjer smo uporabili najnovejša orodja v robotiki in jih implementirali v aplikacijo laserske robotske celice z 3D vodenim laserskim žarkom in uporabe 3D skeniranja.

V aplikaciji smo uporabili 5 ključnih gradnikov, ki skupaj tvorijo robotsko celico z visoko učinkovitostjo:

- Offline okolje MOTOSim VRC
- Laserska oprema z fiksno optiko
- High accuracy robot YASKAWA MC2000II
- 3D Vision sistem MOTOSense 3.0
- Laser Spy in FSU varnostni robotski krmilnik

2. OFFLINE PROGRAMSKO OKOLJE MOTOSIM VRC



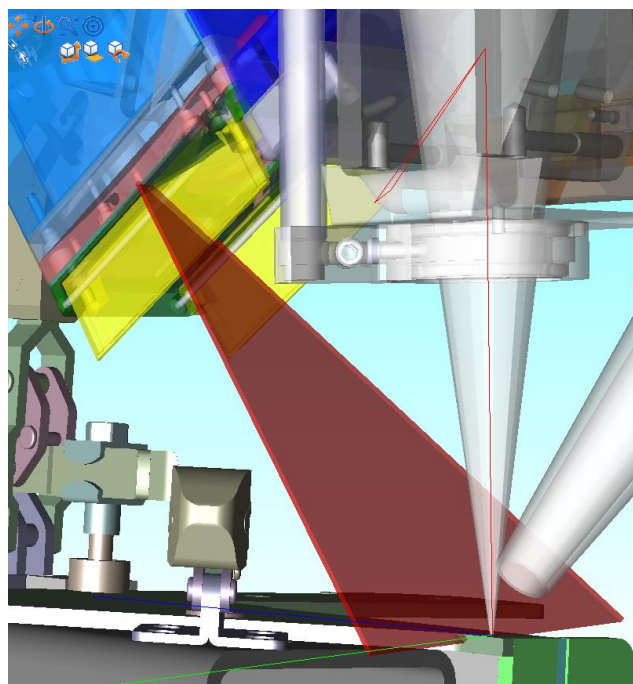
Slika 2: Postavitev robotskega sistema v virtualnem okolju

MotoSim je offline programsko okolje, ki lahko skrajša čas učenja za robota. Ker so robotski programi pred pripravljeni in jih je potrebno le naložiti na realen sistem z manjšimi modifikacijami, poveča produktivnost in zagotovi varnost operaterja z omogočanjem programiranja robota na osebnem računalniku.

MotoSim uporablja isti kinematični model kot krmilnik robota in vse instrukcije INFORM programskega jezika, kar omogoča popolno kompatibilnost z realno celico (Slika 2).

V primerih, kjer imamo opravka z neponovljivostjo kosov, lahko v offline program že vključimo programa za lociranje pozicij s pomočjo meritev, ki jih izvajamo z uporabo robotske senzorike.

Sam postopek programiranja poteka na več načinov. Najbolj je uporabljen način OLP, kjer položaj TCP točke enostavno določimo s klikom na zvarnem mestu (Slika 3).



Slika 3: OLP funkcija za določanje začetne točke skeniranja in varjenja.

3. LASERSKA OPREMA TRUMPF



Slika 4: Fiksna laserska optika TRUMPF BEO D70

V avtomobilski industriji se vse več komponent vari z laserskimi tehnologijami. Zaradi prednosti se lasersko varjenje uporablja vse več tudi v splošni industriji. V našem primeru smo uporabili lasersko opremo vlakenskega laserja TRUMPF 4 kW in fiksne optike BEO D70 (Slika 4). Ta oprema omogoča bistveno večje hitrosti varjenja z majhnim vnosom energije na okoliško površino. S tem prihaja do manjših sprememb geometrije izdelka po končanem varilnem procesu. Prav tako pri laserskem varjenju bistveno zmanjšamo kasnejšo obdelavo zvarnih spojev (brušenje).

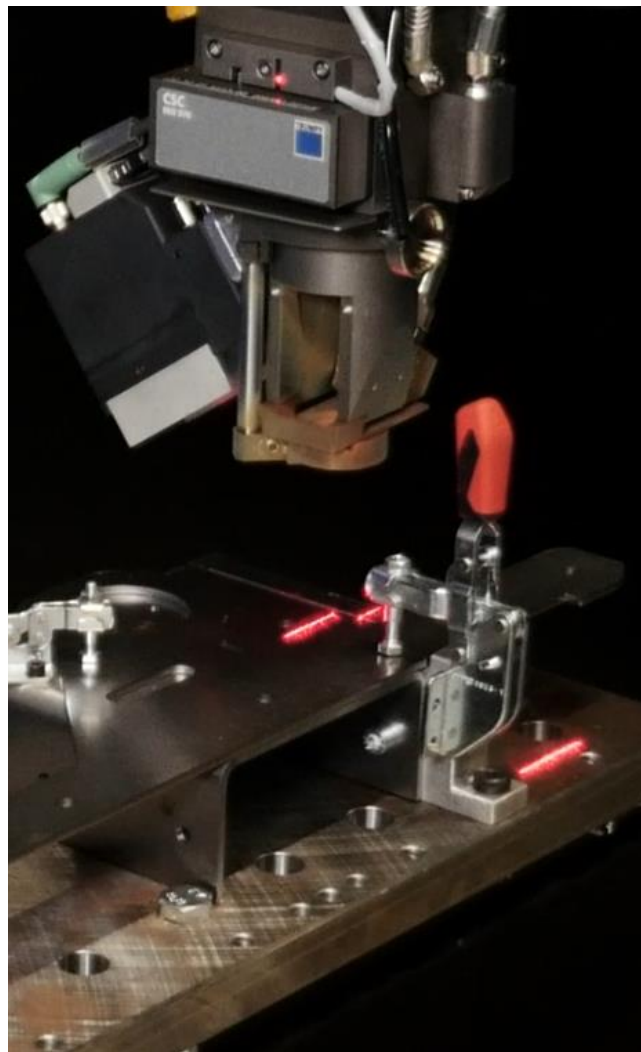
4. HIGH ACCURACY ROBOT YASKAWA MC2000II



Slika 5: YASKAWA Robot MC2000II

V aplikaciji smo uporabili robota MC2000II (Slika 5). Industrijski roboti Yaskawa MC2000II zagotavljajo izredno natančnost trajektorije in so primerni za uporabo v aplikacijah laserskega varjenja, ko mora natančnost in ponovljivost trajektorije zagotoviti robot. Robot je bil razvit za izvajanje natančnih gibov in je idealna izbira za lasersko rezanje majhnih lukenj in ostrih vogalov, lasersko varjenje ter plazemsko rezanje. Z nosilnostjo do 50kg omogoča tudi vodenje procesno skenirne optike v tako imenovanem režimu »Welding on the fly«, kjer je robotska roka popolnoma sinhronizirana z krmiljenjem laserskega žarka po izbrani trajektoriji. Doseg robota v kombinaciji z zunanjim pozicionerjem R2L500 prav tako omogoča veliko delovno področje in dostopnost do zvarnih spojev. Robota in pozicioner krmili visoko zmogljiv robotski krmilnik DX200, ki omogoča sinhrono krmiljenje do 72 osi.

5. 3D VISION SISTEM MOTOSENSE 3.0



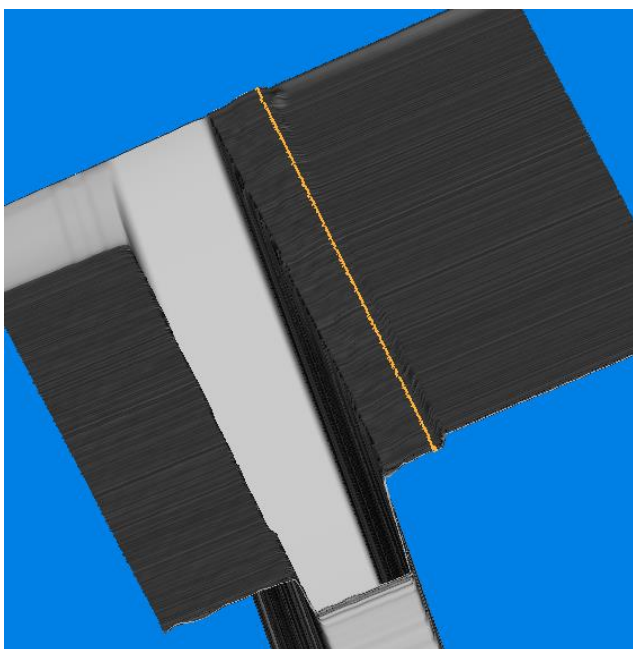
Slika 6: YASKAWA Vision sistem MOTOSense 3.0

MOTOSense 3.0 sistem (Slika 6) je rešitev za robotske aplikacije, kjer je potrebno iskanje pozicije ali sledenje zvarnega spoja v realnem času. S sistemom lahko obdelujemo podatke površin za različne materiale kot so: aluminij, nerjaveče jeklo, steklo, plastika, itd.. Sistem se uporablja v nadzorovanem delovnem območju, ki onemogoča dostop operaterja med avtomatskem delovanjem.

MOTOSense 3.0 optični merilni sistem je sestavljen iz slikovnega modula in procesne enote. Kamera je pritrjena na mesto kjer zajema podatke in je povezana s samostoječo procesno enoto preko fleksibilnih podatkovnih kablov. Procesna enota pa komunicira z robotskim krmilnikom.

Kamera zajema prostorsko informacijo o objektu, jo posreduje procesni enoti v obdelavo in določitev položaja spoja in rezultat posreduje robotskemu krmilniku. S tem robota vodi po dejanskem poteku spoja. Popravke položajev lahko z MOTOSense 3.0 opravimo pred varjenjem/obdelavo (t.i. iskanje spoja, ang. seam finding ali skeniranjem spoja, ang. Seam scanning) ali med varjenjem/obdelavo (t.i. sledenje spoja, ang. seam tracking). Popravke lahko izvajamo v ključnih točkah (eng. key nodes), ki so tudi točke robotskega programa (ang. JOB-a).

V našem primeru smo uporabili režim skeniranja spoja, ki omogoča natančno generiranje varilne trajektorije po spoju, prav tako pa je režim v kombinaciji offline programiranja najbolj optimalen za programiranje in izvajanje delovnih operacij.



Slika 7: Generiran 3D oblak točk z razpoznavo spoja

V sami delovni operaciji, robot s pomočjo kamere naredi zajem skena po zvarnem mestu. Na podlagi meritev nato zgenerira 3D oblak točk (Slika 7). Na podlagi najdenih točk spoja, se nato zgenerira robotska trajektorija, ki jo nato centralni računalnik procesne enote preko FTP protokola pošlje robotskemu krmilniku.

Robotski krmilnik nato izvede proces varjenja (Slika 8) za izbrani zvarni spoj natančno po varilni poziciji.



Slika 8: Laserski varilni proces na zvarnem spoju

5 LASER SPY IN FSU VARNOSTNI ROBOTSKI KRMILNIK



Slika 9: Aktivna laserska zaščita

Laserska zaščita po standardu EN60825 je v robotskih laserskih aplikacijah ključnega pomena, saj moramo zagotoviti varnost operaterjev pred

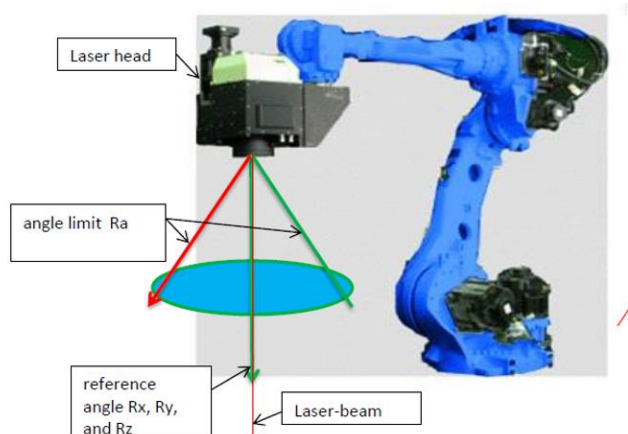
morebitnim prebojem laserskega žarka izven delovnega področja varilnega procesa. Izvedba zaščite je lahko t.i. pasivna zaščita ali aktivna zaščita (Slika 9), odvisno od moči in konfiguracije laserske opreme. Prav tako na izvedbo vpliva tudi oddaljenost zaščitnih pločevin robotske celice od samega mesta varjenja.

V našem primeru je bila uporabljena aktivna zaščita z Laser spy senzorji, ki detektirajo preboj laserske svetlobe med zaščitno steno robotske celice. V primeru preboja varnostni sistem v trenutku izklopi dovod laserskega izvora.

Kot varnostni element je uporabljena tudi funkcionalnost FSU (Functionality Safety Unit) robotskega krmilnika DX200, ki preprečuje, da bi robot z kotom optike direktno usmeril žarek v zaščitno steno (Slika 10).

7. ZAKLJUČEK

Z rešitvami, ki so rezultat tudi lastnega razvoja smo kupcu integrirali visoko tehnološki robotski sistem, ki lahko izvaja varjenje široke palete izdelkov iz različnih materialov. Omogočena je tudi popolna povezljivost z vsemi napravami iz oddaljene lokacije. Tako, da je možno v vsakem trenutku nuditi popolno podporo na aplikaciji preko oddaljenega dostopa.



Slika 10: FSU funkcija Tool angle monitor

