

Adaptivno robotsko razigljevanje na osnovi izmere 3D položaja in orientacije ulitka z laserskim triangulacijskim senzorjem

Hubert Kosler¹ – Urban Pavlovčič^{2,*} – Matija Jezeršek² – Janez Možina²

¹ Yaskawa Motoman, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Nastanek igle pri ulitkih predstavlja velik problem, saj lahko poškoduje delavca in zmanjšuje kakovost samega izdelka. Ročno razigljevanje je dolgotrajen, zahteven in drag proces odstranjevanja materiala igle, zato je potreba po avtomatizaciji procesa očitna.

Večina sistemov za robotsko razigljevanje temelji na premikanju obdelovanca z robotsko roko pod orodjem za razigljevanje. Pot robotske roke je običajno določena s postopkom robotskega učenja, kjer operater na referenčnem obdelovancu določi množico točk, prek katerih nato robot premika obdelovanec. Pri tem se predpostavlja, da so vsi nadaljnji obdelovanci enake oblike in se nahajajo na isti lokaciji. Medtem ko je prvi prepostavki pri razigljevanju ulitkov lahko zadostiti, je točen položaj obdelovanca odvisen predvsem od njegovega vpetja v robotsko roko. Običajen pristop je zagotovitev ponovljivega vpenjanja obdelovanca v robotsko roko, kar je v primeru ulitkov zelo težko zagotoviti. Drug pristop, ki je predstavljen v tem prispevku, pa temelji na adaptaciji poti robotske roke glede na izmerjen položaj trenutno vpetega obdelovanca.

Korekcija poti robotske roke temelji na 3D merjenju površine obdelovanca in poravnavi te površine na površino, ki je bila izmerjena na referenčnem obdelovancu. Za 3D merjenje se uporablja laserski triangulacijski profilomer, s katerim najprej izmerimo površino referenčnega obdelovanca. Na tem obdelovancu izvedemo tudi učenje robota. Kasneje, po pritrditvi vsakega naslednjega obdelovanca, izmerimo tudi njegovo površino. To površino poravnamo na površino referenčnega obdelovanca. Rotacije in translacije, ki so bile potrebne za poravnavo, uporabimo za adaptacijo premikov robota. Tako ti ustrezajo položaju obdelovanca, ki je trenutno vpet v robotsko roko.

Za karakterizacijo predstavljene metode smo izvedli dva eksperimenta. Pri prvem smo površino istega ulitka v istem vpetju izmerili desetkrat in tako ugotovili natančnost metode. Ta je bila 0,03 mm v X smeri, 0,01 mm v Y smeri in -0,07 mm v Z smeri. Pri drugem eksperimentu smo ulitek v istem vpetju z robotsko roko premikali od 0,0 mm do 4,0 mm s korakom po 0,5 mm iz začetnega položaja v vsaki izmed osi, na koncu pa še v vseh treh sočasno. Rezultate translacij, izmerjenih s predstavljeno metodo, smo nato primerjali z dejanskimi pomiki robotske roke. Tako smo izmerili točnost korekcije. Rezultati kažejo, da je bila povprečna razlika med izmerjenim in dejanskim položajem robotske roke 0,23 mm s standardnim odklonom 0,12 mm. Povprečne razlike v posameznih oseh so bile 0,05 mm (0,10 mm) za X, -0,02 mm (0,03 mm) za Y in -0,03 mm (0,15 mm) za Z os. Čeprav obdelovanci niso bili namenoma rotirani, so bile izmerjene manjše rotacije, ki pa niso presegle 0,02°.

Izmerjene površine so v povprečju vsebovale 77582 (493) točk. Za poravnavo je sistem potreboval povprečno 1,52 s. Ob redčenju na 6 % izvornega števila točk se je čas poravnave skrajšal na 0,22 s, pri čemer razlike med rezultati 3D poravnave niso bile statistično značilne. Rezultati tako kažejo, da je metoda korekcije položaja dovolj točna za uporabo v sistemih za adaptivno robotsko razigljevanje. Primerna pa je tudi za uporabo na vseh podobnih sistemih, ker se srečujemo z odstopki pri pozicioniranju obdelovancev.

Ključne besede: adaptivne robotske obdelave, razigljevanje, laserska triangulacija, korekcije napake položaja, lokalizacija