

Model za kompenzacijo trajektorije pri aplikacijah kolutnega robljenja

Eduardo Esquivel González^{1,*} - José Pablo Rodríguez Arzate² - Giuseppe Carbone³
- Marco Ceccarelli³ - Juan Carlos Jáuregui¹

¹ Avtonomna univerza v Querétaru, Tehniška fakulteta, Mehika

² Tehnološki inštitut v Celayi, Oddelek za mehatroniko, Mehika

³ Univerza v Cassinu, Laboratorij za robotiko in mehatroniko, Italija

V članku je predstavljen model za kompenzacijo trajektorij, ki omogoča popravek odstopanj pri aplikacijah kolutnega robljenja. Roboti so cenovno ugodna rešitev za večino proizvodnih postopkov v avtomobilski industriji in so uporabni pri številnih nalogah, od pobiranja in odlaganja, lakiranja in zatesnjevanja pa do kompleksnejših nalog, kot je rezkanje ali varjenje. Serijski robot v postopku kolutnega robljenja premika kolut po konturi za pritrnitev zunanega vratnega panela na notranji vratni panel. Kolutno robljenje nudi določeno prilagodljivost, obenem pa se lahko pri tem postopku pojavijo različne napake v končni obliki panelov. Pogosta optična napaka je valovitost oz. gubanje prirobnice, ki je povezano s hitrostjo in silo koluta. Tovrstne napake so odvisne od zmogljivosti koluta za preoblikovanje panela v odvisnosti od položaja robota in končna kakovost panela se zato lahko spreminja vzdolž trajektorije. Večina študij postopka kolutnega robljenja se ukvarja z analizo po metodi končnih elementov in z napovedovanjem vzorcev deformiranja panela, le malo pa jih osvetljuje dinamično zmogljivost robota. V članku je zato predstavljen predlog kompenzacijske strategije za postopek kolutnega robljenja na osnovi spremenljive togosti robota, ki zmanjšuje odstopanja orodja vzdolž trajektorije na minimum.

Članek podaja predlog kompenzacijskega modela za kolutno robljenje s poudarkom na določanju togosti robota. Razvita je bila simulacija procesa in opravljeni so bili eksperimentalni testi za določitev napak v rezultatih. Uvedba te kompenzacijske strategije omogoča točnejšo rešitev in doseganje večje kakovosti izdelka. V poglavju o metodah je postavljen predlog za kompenzacijo trajektorije z analizo posameznih elementov in njihovim združevanjem v model za kompenzacijo trajektorije.

Rezultati kompenzacijske strategije s konstantno silo na vrhu robota so pokazali, da je lahko dejanski položaj na koncu trajektorije pod želenim položajem. Velikostni razred odstopanj je približno 4×10^{-3} mm, kar je majhna vrednost v primerjavi s položajem orodja in velikostjo delovnega prostora. Opravljena je bila tudi analiza rezultatov kompenzacijske strategije z variabilno silo. Izkazalo se je, da trajektorija med gibanjem koluta po pločevini zaradi majhne togosti leze proti negativnim vrednostim. V kompenzirani trajektoriji so bile upoštevane napake gubanja materiala, saj je bila vrednost sile določena eksperimentalno na osnovi vedenja panela. Rezultati meritev debeline panelov so pokazali, da je nekompenzirana trajektorija nekoliko nad referenčno z največjim odstopanjem debeline 2,1 mm, medtem ko je kompenzirana trajektorija bližje referenčni z največjim odstopanjem debeline 1,8 mm.

Razred napake pri kompenzacijski strategiji je znašal 1×10^{-3} mm in temu morajo ustrezati tudi zmogljivosti robota. Točnost položaja središča orodja pri robotu Fanuc 200IC je npr. 1×10^{-2} mm in to pomeni, da je ta robot omejen pri izvajanju opisane kompenzacijske strategije. Na uspešnost kompenzacije vpliva tudi točnost predhodnega procesa. V prihodnje raziskave bo zato treba vključiti tudi notranje napetosti v materialu zaradi predhodnih procesov, simulacijo po MKE in analizo občutljivosti spremenljivk.

Članek obravnava glavne probleme pri postopku kolutnega robljenja in kompenzacijsko strategijo na osnovi spremenljive sile. V predlog kompenzacije je vključena metoda za določanje odstopanj zaradi robota in odstopanj zaradi panela. Rezultati kažejo izboljšanje velikostnega reda 1 mm. Avtorji članka menijo, da bi bilo mogoče z dopolnitvijo in uvedbo modela v industrijski proizvodnji zagotoviti popolno rešitev za tehnologijo kolutnega robljenja, saj je simulacija z eksperimentalnimi podatki pokazala, da popravki trajektorije med izvajanjem postopka dajejo dobre rezultate.

Ključne besede: kolutno robljenje, gubanje, središče orodja, togost, trajektorija, kompenzacija