

Vpliv zračnosti v zgibih na natančnost gibanja robotskih manipulatorjev

Selçuk Erkaya*

Univerza Erciyes, Oddelek za mehatroniko, Turčija

Cilj pričujoče študije je preučitev vpliva zračnosti v zgibih na natančnost gibanja robotskega sistema. Predmet analize občutljivosti gibanja je trajektorija vrha robota. Ocenjena je kinematika in dinamika robotov s šestimi prostostnimi stopnjami z zračnostjo v zgibu in brez nje. Pri izvajanju zahtevanega gibanja so bili upoštevani različni scenariji za vrednost zračnosti in trajanje delovnih ciklov. Odstopanja od zahtevane trajektorije med delovnim procesom so bila napovedana s pomočjo modela v obliki nevronske mreže.

Tudi pri zelo natančni konstrukciji in izdelavi celotnega sistema se ni mogoče popolnoma izogniti problemu zračnosti v zgibih. Za zagotovitev natančnosti pozicioniranja vrha robota je treba kvantificirati vpliv negotovih dejavnikov ter določiti optimalne tolerance/zračnosti. V ta namen so bile preučene neobčutljivosti gibanja, ki izhajajo predvsem iz zračnosti v zgibih na robotskem manipulatorju. Za študijo primerov in primerjavo so bile izbrane tri vrednosti zračnosti v nepopolnem referenčnem zgibu (zglob št. 5): 0,2, 0,4 in 0,6 mm. Izbrani sta bili tudi dve vrednosti za trajanje delovnega cikla: 6 in 12 sekund. Za napovedovanje odstopanj trajektorije zaradi zračnosti v zgibu je bil uporabljen model dinamične nevronske mreže.

Pri zgibih z zračnostjo obstajajo različne vrste relativnega gibanja med deli zgiba: prosto gibanje, udarno gibanje in stalen stik. Različne vrste gibanj vplivajo na kinematične in dinamične lastnosti sistema. Model kontaktne sile je pomemben za popis dinamike trkov med tečajem in ležajem v zgibu z zračnostjo. Predvsem zaradi enostavnosti modela kontaktne sile, njegove uporabnosti pri udarcih v sistemu več teles, preprostih izračunov in hitre konvergence je bila dinamika sistema z zračnostjo v zgibih popisana z modelom, ki sta ga razvila Lankarani in Nikravesh. Torne lastnosti med tečajem in ležajem so bile popisane s prilagojenim modelom Coulombovega trenja. Razvit je bil dinamični model robotskega manipulatorja, ki upošteva različne vrste gibanj zaradi zračnosti v zgibu.

Zračnost v zgibih povzroča impulzne kontaktne sile. Te sile se pojavijo v krajšem časovnem intervalu. Vršne sile se pojavijo ob začetku gibanja. Robotski manipulator z zračnostjo v zgibu ima večjo vršno frekvenco v krajšem delovnem ciklu. Ko se povečuje zračnost, se poveča tudi amplituda kontaktne sile. Ta lastnost sile ne zmanjšuje le občutljivosti gibanja in ponovljivosti robotskega manipulatorja, temveč privede tudi do poslabšanja lastnosti, povezanih z vibracijami in hrupom. Dinamika robotskega manipulatorja je očitno odvisna od zračnosti in od delovnega cikla. S povečanjem zračnosti se poveča tudi odstopanje od trajektorije. Odstopanja so bolj kaotična takrat, ko je treba delovno nalogo opraviti v krajšem času. Bolj izražena načina prostega gibanja in udarcev sta glavni razlog za izpolnitev iste trajektorije v krajšem delovnem ciklu z večjo hitrostjo. Ta odstopanja je mogoče napovedati z modelom nevronske mreže z ustreznimi vhodnimi spremenljivkami. Rezultati korelacij dobro potrjujejo sposobnost predlaganega modela nevronske mreže za napovedovanje pravih odstopanj.

V bližnji prihodnosti bodo ti rezultati nadgrajeni z dodatnimi raziskavami sistemov z več zgibi, vpliva mazanja, obrabe itd.

Zračnost v zgibu očitno vpliva na kinematiko in dinamiko sistema ter povzroča impulzne kontaktne sile/momente v krajšem časovnem intervalu. Tako velikost zračnosti kot trajanje delovnega cikla sta pomembna vplivna dejavnika pri vršni amplitudi in frekvenci. Raziskovalci bodo lahko uporabili te rezultate pri preučevanju neželenih vplivov zračnosti v zgibih na delovanje robotskih sistemov ter izboljšali občutljivost gibanja s snovanjem robustnih krmilnih sistemov za ustvarjanje potrebnih krmilnih izhodov.

Ključne besede: napaka trajektorije, zračnost v zgibu, model NARX, natančnost 3D-gibanja, negotovost