

## Vodenje eksoskeleta za spodnje okončine v drsnem režimu z uporabo nevronske mreže RBF

Shengli Song\* – Xinglong Zhang – Zhitao Tan

Znanstveno-tehniška univerza PLA, Oddelek za strojništvo, Kitajska

Glavni cilj projekta je razvoj novega eksoskeleta za izboljšanje človekovega gibanja v spodnjem delu telesa, ki je opremljen s hidromotorjem in vzmetjo v obeh kolkah in gležnjih, ter z vzmetjo v obeh kolenih. Ugotovili smo, da se pri vodenju v drsnem režimu s sledenjem sile eksoskeleta za spodnji del telesa, ki je delno opremljen z motorji, pojavlja določena napaka, ki vpliva na zmogljivost robota. Zato je bil uveden nov krmilni algoritem za sledenje sile pri vodenju v drsnem režimu z radialno bazično nevronske mrežo (RBF), ki je zasnovan za zmanjšanje napake sledenja vodenja v drsnem režimu.

Najprej je oblikovan matematični model elektrohidravličnega servosistema in zapisane so enačbe za trenje hidravličnega ventila in motorja. Nato so izbrane primerne opazovalne funkcije in enačbe za napako krmilnega algoritma z drsnim režimom. Postavljen je krmilnik drsnega režima s primernim koeficientom površine za vodenje servosistema s sledenjem sile. Za zmanjšanje napake zaradi nespremenljive površine vodenja v drsnem režimu je uveden krmilni algoritem z radialno bazično nevronske mrežo (RBF), ki z učinkovitim premikanjem drsne površine odpravlja težave pri vodenju v drsnem režimu. Končno so predstavljeni rezultati simulacije pri različnih frekvencah in rezultati preskusov vodenja s človeškim gibanjem v drsnem režimu in v drsnem režimu z RBF.

Postopek obsega več korakov:

- (1) oblikovanje matematičnega modela elektrohidravličnega servosistema,
- (2) zasnovo opazovalnih funkcij krmilnika,
- (3) zasnovo krmilnika sistema.

Končno je zasnovan tudi nov krmilni algoritem za sledenje sile pri krmilniku z drsnim režimom RBF, s čimer je zaključen teoretični del članka.

Po simulacijah ter preskusih vodenja in krmilnika RBF z drsnim režimom pri različnih frekvencah na osnovi človeškega gibanja je bilo ugotovljeno, da je zmogljivost sledenja novega krmilnika z drsnim režimom RBF boljša kot pri navadnem krmilniku z drsnim režimom – tako pri nizkih kot pri visokih frekvencah. Rezultati so skladni s cilji raziskave.

Čeprav daje predlagana metoda boljšo učinkovitost sledenja kot vodenje v drsnem režimu pri različnih frekvencah, pa se še vedno pojavlja določena napaka pri visokih frekvencah. Zato so potrebne še dodatne raziskave za večjo učinkovitost pri visokih frekvencah.

V članku je predstavljeno novo vodenje v drsnem režimu z nevronske mrežo RBF s premično površino, katere naklon je določen z zgradbo mreže RBF. Predstavljene so tudi opazovalne funkcije vodenja za oceno parametrov. Predlagana metoda vodenja izboljšuje sledenje sile pri robotu za spodnje okončine, podana je tudi predstavitev in diskusija rezultatov predlagane metode. Metoda je uporabna tudi za druge elektrohidravlične servosisteme, električne servosisteme, sisteme za krmiljenja položaja in lege robotov in letal, ter za druge nelinearne krmilne sisteme.

**Ključne besede:** eksoskelet, hidravlični servosistem, sledenje sile, vodenje v drsnem režimu, nevronska mreža RBF