

Adaptivna mehko-PI-regulacija za sistem aktivnega sprednjega krmiljenja oklepnega vozila: zasnova zunanje krmilne zanke za sistem streljanja med gibanjem

Zulkiffli Abd Kadir^{*1} – Saiful Amri Mazlan² – Hairi Zamzuri² – Khisbullah Hudha¹ – Noor Hafizah Amer¹

¹Tehniška fakulteta, Malezijska nacionalna univerza za obrambo, Malezija

²Malezijsko-japonski mednarodni inštitut za tehnologijo, Tehniška univerza v Maleziji, Maleziji

Oklepna vozila pri streljanju med gibanjem izgubijo svojo dinamično mobilnost. Vzrok za to je vpliv reakcijske sile pri streljanju v središču oborožitvene platforme, ki v težišču oklepnika povzroči nezaželen moment vrtenja okrog navpične osi. Z namenom izboljšanja mobilnih lastnosti oklepnika je bila na podlagi validiranega modela oklepnika zasnovana strategija regulacije za kompenzacijo vrtenja okrog navpične osi. Cilj te strategije regulacije je ohranitev smerne mobilnosti oklepnika s korekturo krmilnega kota, ki se uveljavi prek vzvodov krmilnega sistema koles. Predlagana strategija regulacije je sestavljena iz dveh delov: povratnozančne regulacije vrtenja okrog navpične osi s pomočjo proporcionalno-integralno-diferencialnega (PID) regulatorja in regulacije za kompenzacijo bočne sile (LFRC) s pomočjo adaptivnega mehko-proporcionalno-integralnega (adaptivnega mehko-PI) regulatorja. Predlagana je strategija regulacije sistema za kompenzacijo vrtenja okrog navpične osi za oklepnike z aktivnim sprednjim krmiljenjem (AFS). Predlagana strategija regulacije za kompenzacijo vrtenja okrog navpične osi je razvita na podlagi modela štirikolesnega oklepnika. Model štirikolesnega oklepnika je bil validiran s pomočjo eksperimentalnega modela oklepnika, ki predstavlja dejansko vedenje oklepnika. Na podlagi validiranega modela oklepnika je v študiji predlagana strategija regulacije sistema aktivnega sprednjega krmiljenja. Sestavljena je iz dveh regulatorjev zunanje zanke za hitrost vrtenja okrog navpične osi in bočno silo. Namen snovanja regulatorjev zunanjih zank je zmanjšanje velikosti nezaželenega gibanja v bočni smeri z zmanjševanjem vrtenja okrog navpične osi in bočnega gibanja zaradi streljanja. Predlagana regulatorja zunanje zanke za vrtenje okrog navpične osi in bočno silo sta bila razvita na podlagi proporcionalno-integralno-diferencialne (PID) in mehko-PI strategije regulacije. Predlagana strategija adaptivne mehko-proporcionalno-integralne (mehko-PI) regulacije je nato primerjana s splošno mehko-PI regulacijo in s konvencionalno proporcionalno-integralno (PI) regulacijo za oceno učinkovitosti adaptivne mehko-PI regulacije.

Strategija regulacije za oklepnik s sistemom AFS je bila razvita na podlagi validiranega modela štirikolesnega oklepnika s pomočjo paketa MATLAB-SIMULINK. Glavni namen predlagane strategije regulacije je izboljšanje dinamičnih lastnosti oklepnika, npr. bočnega odmika, hitrosti vrtenja okrog navpične osi in kota vrtenja okrog navpične osi pri streljanju med gibanjem. V študiji sta bila uporabljena dva povratnozančna regulatorja: prvi PID za hitrost vrtenja okrog navpične osi in drugi mehko-PI za bočno silo. Predlagana strategija regulacije AFS je nato bila ovrednotena s simulacijo pri različnih kotih streljanja 30, 60 in 90 °. Rezultati simulacije kažejo, da se predlagana strategija regulacije AFS z adaptivnim mehko-PI-regulatorjem v primerjavi z mehko-PI regulatorjem in konvencionalnim PI-regulatorjem odreže bistveno bolje. V študiji je predlagana strategija regulacije, razvita na podlagi validiranega modela oklepnika, pri čemer sistem ni implementiran v realnočasovni proces. Prihodnje raziskave bi se lahko posvetile implementaciji predlagane strategije regulacije v realnočasovno simulacijo strojne opreme v zanki (HIL). Za vrednotenje učinkovitosti oklepnega vozila med streljanjem bosta razvita in preizkušena vzvodni krmilni mehanizem in izvršni člen za AFS. Predlagana strategija mehko-PI-regulacije bo uporabljena za preučitev odgovora oklepnika za kompenzacijo neželenih motenj pri streljanju.

Novost, ki je predstavljena v tem članku, je sposobnost streljanja oklepnika med gibanjem brez izgube smerne stabilnosti. V vozilu je bil implementiran sistem aktivnega krmiljenja sprednjih koles (AFS) za analizo vedenja oklepnika med streljanjem. Sistem AFS je običajno vgrajen v potniških vozilih in kompenzira zunanje motnje zaradi sile vetra. V tej študiji je bil enak koncept uporabljen pri oklepniku za kompenzacijo nezaželenega vrtenja okrog navpične osi med streljanjem, pri čemer je sila udarca večja od sile bočnega vetra. Predlagan je hibridni adaptivni mehko-PI-mehanizem regulacije za izboljšanje vedenja oklepnika med streljanjem. Predlagana strategija regulacije bistveno izboljša vedenje oklepnika v primerjavi s pasivnim oklepnikom.

Ključne besede: model oklepnika, validacija modela oklepnika, aktivno sprednje krmiljenje, streljanje med gibanjem, adaptivna mehka regulacija, regulacija bočne sile

*Naslov avtorja za dopisovanje: Tehniška fakulteta, Malezijska nacionalna univerza za obrambo, Malezija, zulkiffli@upnm.edu.my