

Raziskava sistema za pomoč pri speljevanju navkreber na osnovi elektronske parkirne zavore pri gospodarskih vozilih

Pai Peng¹ – Hongliang Wang^{1,*} – Xianhui Wang¹ – Weihua Wang² – Dawei Pi¹ – Tianle Jia¹

¹ Znanstveno-tehniška univerza v Nanjingu, Oddelek za strojništvo, Kitajska

² Univerza za pošto in telekomunikacije v Nanjingu, Šola za elektroniko, Kitajska

Cilj predstavljene študije je razvoj regulacijskega okvirja z logičnimi pragovi za izboljšanje kakovosti delovanja funkcije za pomoč pri speljevanju navkreber (HSA) pri gospodarskih vozilih, opremljenih z elektronsko parkirno zavoro (EPB), obenem pa izpolnitev zahtev glede varnega speljevanja. Najprej je podana podrobna analiza arhitekture in načela delovanja sistema EPB pri gospodarskih vozilih, kakor tudi lastnosti pnevmatskega sistema EPB. Na osnovi analize pnevmatskega sistema EPB je nato zasnovan načrt za regulacijo sistema HSA.

Model zahtevanega tlaka je oblikovan z analizo odvisnosti med dinamično komponento teže, zavorno silo in pogonsko silo. Postavljen je model pnevmatskega sistema EPB z elektromagnetnim ventilom in komoro parkirne zavore. Predstavljena je metoda regulacije z logičnimi pragovi za HSA pri gospodarskih vozilih s sistemom EPB. Elektromagnetni ventil v predlagani rešitvi je voden z regulirnim signalom s pulzno-širinsko in frekvenčno modulacijo (PWM-PFM) na osnovi razlike med dejanskim in nastavljenim tlakom, izpeljane iz pnevmatskega modela EPB.

Cilj regulacije je vzdrževanje nastavljenega tlaka, tj. sproščanje parkirne zavore s povečevanjem pogonskega momenta. Za vrednotenje uspešnosti strategije vodenja HSA je bil na platformi Matlab/Simulink oblikovan model vozila z modulom Trucksim, modelom krmilnika HSA in modelom pnevmatskega sistema EPB. Na ta način je bila vzpostavljena sosimulacijska platforma za scenarije speljevanja navkreber. Predlagani krmilnik je bil ovrednoten pri različnih naklonih (8, 13 in 18 %) in rezultati so pokazali, da lahko krmilnik učinkovito sledi nastavljenemu tlaku za učinkovito implementacijo funkcije HSA v okviru sistema EPB. Delovanje sistema HSA s predlaganim krmilnikom z logičnimi pragovi je bilo primerjano z dvema obstoječima krmilnikoma – konvencionalnim in krmilnikom Bang-Bang. Predlagani krmilnik očitno prekaša krmilnik Bang-Bang in konvencionalni krmilnik pri odlogu sprostitve zavor, tornem delu sklopke in sunkovitosti speljevanja pri vseh treh naklonih.

Opravljen je bila tudi eksperimentalna validacija uspešne implementacije HSA s predlaganim krmilnikom za naklone 8,2, 13 in 20 %. Rezultati eksperimenta tako kažejo, da predlagani krmilnik zagotavlja učinkovito sledenje nastavljeni vrednosti tlaka in zadovoljivo delovanje HSA pri gospodarskih vozilih s sistemom EPB. Odlog deaktiviranja parkirne zavore je dovolj kratek za manjšo obrabo sklopke in manj sunkovito speljevanje. Masa vozila je bila določena z meritvami odklona vzmetenja s Hallovim senzorjem zasuka, toda natančnost meritev je bila majhna zaradi spreminjanja položaja masnega središča s spreminjanjem obremenitve vozila.

Ena od možnih smeri za nadaljevanje tega dela je razvoj algoritma za prepoznavanje mase vozila med manevrom speljevanja navkreber za izboljšanje natančnosti identifikacije in zmanjšanje stroškov.

Najpomembnejši prispevek predstavljene raziskave je v tem, da je bila regulacija z logičnimi pragovi prvič uporabljena pri funkciji HSA gospodarskih vozil s sistemom EPB in da so bile dokazane njene prednosti, kot so preprosta regulacijska shema, robustnost in praktičnost.

Ključne besede: pomoč pri speljevanju navkreber, elektronska parkirna zavora, gospodarsko vozilo, regulacija z logičnimi pragovi, sosimulacija, eksperimenti