

Študija sledenja trajektorije goseničnega vozila na osnovi modelnega prediktivnega vodenja

Lin Zhou – Guoqiang Wang* – Kangkang Sun – Xin Li
Univerza Jilin, Šola za strojništvo in letalsko tehniko, Kitajska

V današnjem času potekajo obsežne raziskave avtonomnih vozil, ki so osredotočene predvsem na kolesna vozila, manj pa je raziskav na področju samodejne vožnje goseničnih vozil. Večina raziskav sledenja trajektorije goseničnih vozil uporablja kinematične modele ter ne upošteva delovanja motorja in elektromehanske sklopitve.

Metode modelnega prediktivnega vodenja se pogosto uporabljajo pri sledenju kolesnih vozil, manj pa je primerov uporabe pri goseničnih vozilih. V članku je predstavljen poskus uporabe metode MPC pri goseničnih vozilih in preverjanje, ali metoda dosega želene rezultate sledenja.

Namen je dodajanje elektromagnetne sklopitve goseničnega vozila v proces sledenja trajektorije. V članku je najprej postavljen kinematični model, nato pa še dinamični model vozila. Nato so dodane lastnosti motorja in je vzpostavljen model dinamike elektromehanske sklopitve.

Za preizkus učinkovitosti vodenja goseničnega vozila po metodi MPC je bilo opravljenih nekaj simulacij v okolju Simulink, vključno s sledenjem linearne in spiralne trajektorije. Poleg tega je bilo postavljeno nekaj eksperimentalne opreme in uporabljen je bil pomanjšani model goseničnega vozila za izvedbo preizkusov v realnem okolju.

Za uporabo algoritma MPC za sledenje trajektorije pri goseničnih vozilih z električnim pogonom je bil postavljen model dinamike elektromagnetne sklopitve vozila in opravljena simulacija algoritma za vodenje MPC v programski opremi za simulacije, nato pa je bilo opravljenih še nekaj eksperimentov v realnem okolju. V simulacijah sta bili upoštevani kinematika in dinamika na osnovi predlaganega algoritma vodenja, delovanje pa je bilo preverjeno za ravno in spiralno trajektorijo.

V članku je predstavljena uporaba metode MPC za vodenje goseničnih vozil z električnim pogonom po trajektoriji pri razmeroma majhnih hitrostih vozila in brez upoštevanja pojava zdrsanja.

Metoda MPC je primerna za sledenje trajektorije pri goseničnih vozilih. Z matematičnimi izpeljavami je bilo mogoče določiti model elektromehanske sklopitve za gosenično vozilo. V nadaljnjih simulacijah in eksperimentih je bilo ugotovljeno, da lahko metoda MPC v kratkem času popravi smer vozila za odpravo trenutne napake in ohranitev trajektorije do cilja, tako pri linearni kot pri spiralni trajektoriji. Ko je vozilo na ciljni trajektoriji, se obdrži na njej.

Pri premikanju goseničnih vozil po netlakovanem vozišču in med obračanjem prihaja do zdrsov. Zdrsanje gosenic vpliva na natančnost sledenja trajektorije, kar pa ni bil predmet obravnave tega članka. V prihodnje raziskave sledenja trajektorije bi bilo treba vključiti tudi zdrsanje.

Poleg tega sta bili uporabljeni le razmeroma preprosti trajektoriji – ravna in spiralna. V prihodnjih raziskavah bo mogoče preveriti tudi učinkovitost vodenja pri zahtevnejših trajektorijah ter pri višjih hitrostih vozila.

Novost predstavljene študije je uvedba elektromehanske sklopitve v vodenje sledenja trajektorije ter uporaba metode MPC, ki je pogostejša pri kolesnih vozilih, pri vodenju goseničnega vozila. Na osnovi rezultatov simulacij so bili opravljeni tudi eksperimenti v realnem okolju, kar je na tem raziskovalnem področju razmeroma redko.

Rezultati predstavljene raziskave so uporabni v praksi in v znanosti ter bodo lahko pripomogli k implementaciji avtonomnih tehnologij v goseničnih vozilih.

Ključne besede: sledenje trajektorije, gosenično vozilo, modelno prediktivno vodenje, elektromehanska sklopitev, goseničar, avtonomno vozilo, strojni vid