

Navigacijski sistem INS/GPS na podlagi tehnologij MEMS

Vlada Sokolović^{1,*} – Goran Dikić¹ – Goran Marković² – Rade Stančić¹ – Nebojsa Lukić³

¹ Univerza za obrambo v Beogradu, Vojaška akademija, Srbija

² Univerza v Beogradu, Fakulteta za elektrotehniko, Srbija

³ Vojaško središče za preizkuse, Vojska Srbije, Srbija

Globalni trend največje možne natančnosti navigacijskih naprav po najnižji ceni odpira vse več priložnosti za praktično uporabo poceni senzorjev, kot so senzori s tehnologijo MEMS (elektromehanski mikrosistemi). Tako lahko pričakujemo rast za zdaj še razmeroma šibkega povpraševanja po teh senzorjih, ki predstavlja ključni problem današnjih raziskav na področju navigacijskih sistemov na podlagi tehnologij MEMS.

Največji prispevek v celotni napaki inercialnih navigacijskih sistemov (INS) predstavlja napaka inercialnih senzorjev. Ker navigacijski algoritem izračunava nove vrednosti hitrosti in položaja na podlagi predhodnih rezultatov, so te napake kumulativne in njihova vrednost se hitro povečuje v času. Zato so nujni periodični popravki vrednosti položaja in hitrosti s pomočjo dodatnega navigacijskega sistema ali drugih neodvisnih zunanjih meritev.

Za izboljšanje natančnosti integrirane navigacijske rešitve se lahko poleg integrirane rešitve INS/GPS uporabijo dodatni senzori, npr. magnetometri ali barometrični višinomer.

V članku so predstavljeni rezultati raziskave, ki je bila opravljena z namenom razvoja integriranega navigacijskega sistema INS/GPS/magnetometer/barometer na podlagi metode šibko sklopljene integracije. Vrednost raziskave je v kontekstu stalnega razvoja metod in algoritmov za integracijo senzorjev, ki se uveljavljajo z napredkom tehnologije poceni senzorjev kot enim glavnih gonil nadaljnjih raziskav na tem področju.

Članek predstavlja predlog posebne metode za kompenzacijo drifta žiroskopa s proporcionalno-integralnim (PI) krmilnikom na podlagi meritev magnetometra, kakor tudi metodo za kompenzacijo napak v horizontalnem kanalu navigacijskega sistema z adaptivnimi krmilnimi signali. Cilj predstavljene študije je omogočenje razvoja navigacijskega sistema za praktično uporabo ter ustvarjanje primernih pogojev za nadaljnje raziskave na področju večsenzorske integrirane navigacije.

Naključni procesi so v tej študiji opisani kot Gauss-Markovski procesi prvega reda ali kot aditivni beli šum. Prezrte so napake, povezane s kvantizacijo, povprečenjem, zaokroževanjem izmerjenih vrednosti in pretvorbami med različnimi tipi podatkov. Natančnost navigacijske rešitve je bila določena s pomočjo referenčnih kontrolnih točk (KT) na preizkusni trajektoriji, ki jih natančno določa diferencialni GPS.

Več rezultatov tega dela predstavlja originalen prispevek na tem raziskovalnem področju, med njimi pa so najpomembnejši naslednji:

- Predstavljeni algoritem integracije magnetometra in triade žiroskopa s krmilnikom PI izboljšuje določanje višine objekta.
- Opredeljena je metoda za dušenje napak horizontalnega kanala integriranega navigacijskega sistema na podlagi adaptivnih koeficientov dušenja napak.
- Preverjeni rezultati gotovo predstavljajo pomemben prispevek na tem raziskovalnem področju, predlagane rešitve pa so primerne za praktično uporabo v realnih navigacijskih sistemih.

Integrirani navigacijski sistem je bil eksperimentalno preizkušen v kopenskem vozilu. Naprava je bila postavljena v težišče vozila, antena GPS-sprejemnika pa na njegovo streho. Vozilo se je premikalo po vnaprej določeni trajektoriji z vzponi in spusti, ki je bila opredeljena z dvajsetimi kontrolnimi točkami.

Rezultati izčrpane analize v smislu ciljev raziskave dokazujejo, da uporaba magnetometra za kompenzacijo drifta žiroskopa s pomočjo krmilnika PI nedvomno prispeva k izboljšanju določanja višine vozila. Predlagana rešitev za samostojno dušenje napak v horizontalnem kanalu omogoča zanesljivo določanje položaja in hitrosti uporabnika kljub uporabi poceni senzorjev, predstavljeni rezultati eksperimentalne verifikacije pa dokazujejo uporabnost predlagane metode v realnem okolju.

Ključne besede: barometer, globalni sistem pozicioniranja, inercialna navigacija, integracija, Kalmanov filter, magnetometer, MEMS

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza za obrambo v Beogradu, Vojaška akademija, Pavla Jurišića Šturma 33, Srbija, vlada.sokolovic@va.mod.gov.rs