

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli arendada tudengivormelile FEST23 mootori seadepunktide juhtimissüsteemile oleku hindamine. Eesmärgi täitmiseks lähtuti erinevatest piirangutest nagu võistlussarja reeglid ja auto jõuülekanne süsteemi piirangud. Lõputöö jagunes mitmeks osaks, süsteemi teoreetiline taust, süsteemi arendus MatLab Simulink keskkonnas ja süsteemi implementeerimine tudengivormelil.

Lõputöö esimeses osas tutvustati süsteemi teoreetilist tausta alustades võistlussarja ja auto erinevate süsteemide kirjeldusest, juhtimissüsteemiga seonduva auto dünaamika kirjeldusest ja lõpetades süsteemiteooria taustaga.

Töö teises osas kirjeldati auto olekuid ja nende hindamist. Esimene hinnatav auto olek oli jõuülekanne süsteemi olekud. Teine olek oli inertsiaalolekud, ehk auto kiirus, kiirendus ja pöörlemiskiirus auto teljestikus. Kolmandaks auto olekuks olid juhi sisendid, ehk kuidas juht suhtleb juhtimissüsteemiga ja viimaseks olekuks oli rehvi põhised auto olekud ehk rehvi siirdenurk, läbilibisemismäär, vertikaaljõud ja rehvi haarde koefitsent.

Süsteemi arendusel selgus, et mitmed pealtnäha lihtsad valdkonnad nagu auto kiiruse hindamine ja auto rehvi muutuvad süsteemide arendusel kiirelt keerulisteks probleemideks.

Testimisperiodil esines ka probleeme süsteemi uusarenduste integreerimise jooksul. Suurim probleem oli vertikaaljõu hindamisel vedrustusele paigaldatud lineaarandurite kaudu. Testimist alustades ei olnud lineaarandurite mõõtmisele otsa tehtud tagasisidestatud süsteem, sest ei osatud ette näha, et lineaarandurite nullpositsiooni ei ole staatiliselt mõõdetav ja seda peab tagasisidestatud süsteemiga hindama. Seega pidi testimisajal arendama vertikaaljõuhindamisele lisa tagasisidestatud süsteem otsa ja samaaegselt tegelema ka muude süsteemide integreerimisega.

Antud lõputöös käsitletud süsteem on esimene revisioon antud süsteemi arendusest ja argengusamme järgnevate autode jaoks on rohkelt. Alustades kõikide mudelite täpsuse suurendamisega ja lihtsustuste kaotamisega ning lõpetades eelneva võimaldamiseks sensorikasüsteemi uuendamisega.

SUMMARY

The aim of the thesis was to develop a state estimation system for the FEST23 formula student vehicle torque vectoring control system. To achieve this goal, various constraints such as the racing series rules and the vehicles powertrain system limitations were considered. The development cycle was divided into several parts: the theoretical background of the system, the development of the system in the MatLab Simulink environment, and the implementation of the system on the formula student car.

The thesis introduced the theoretical background of the system, starting with the description of the racing series and various systems of the vehicle, a description of the vehicle dynamics topics related to the control system, and ending with the relating control theory topics.

In the second part of the work, the states of the vehicle and their estimations were described. The first estimated state of the vehicle were the powertrain states. The second state was the inertial states, vehicle speed, acceleration, and rotational speed in the vehicles coordinate system. The third state of the vehicle were driver inputs, how the driver communicates with the control system, and the final state was tire-based vehicle states such as tire slip angle, slip ratio, vertical force, and tire grip.

During the system development, it became clear that seemingly simple topics such as vehicle velocity estimation and the vehicles tire quickly become complex problems in systems development.

There were also problems during the testing period while integrating new developments onto the vehicle. The biggest problem was estimating the vertical force through linear sensors installed on the suspension springs. When testing began, there wasn't a feedback system developed for the linear sensors measurements, as it was not anticipated that the zero position of the linear sensors could not be statically measured and had to be assessed by a feedback system. Therefore, during the testing period, a new feedback system had to be developed on top of the vertical force estimation and simultaneously handling the integration of other systems.

The system discussed in this thesis is the first revision of the developed system, and there are many avenues for further development for subsequent seasons vehicles. Starting with increasing the accuracy of all models and eliminating simplifications, and ending with updating the sensor system to enable the previous.