

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DIPLOMSKI RAD br. 1430

**PRIMJENA UKF ESTIMATORA ZA ESTIMACIJU
STANJA U KONTAKTU KOTAČA I CESTE**

Goran Grgac

Zagreb, rujan 2004

Sažetak

U automobilskoj industriji važan je faktor problem optimalnog upravljanja te sigurnosti. Rješavanju tog problema uvelike pomaže regulacija ubrzanja i kočenja kotača s obzirom na podlogu, održavajući trenje na granici statičkog i dinamičkog, budući da je statičko trenje veće od dinamičkog, te je upravljivost bolja. Iako je poznat model procesa, ne mogu se znati sve varijable koje su potrebne za optimalnu regulaciju procesa, te se ukazuje potreba za estimaciju varijabli. Estimatori su algoritmi koji koriste znanje o modelu te prethodna mjerenja ulaznih, izlaznih i varijabli stanja da bi estimirali tražene varijable u slijedećem koraku estimacije. Unscented Kalman Filter jest estimacijski algoritam koji koristeći pretpostavljene vrijednosti estimiranih varijabli i kovarijanci mjernog i procesnog šuma kreira sigma točke kojima prolazi kroz model koji nije nužno linearan te otežava vrijednosti sigma točaka (Unscented Transformacija), te na taj način estimira tražene varijable. U ovome radu, algoritam je bio testiran u izvedbi UKF, gdje je estimirao varijable stanja, PIUKF gdje mu je bio dodan parametar kao težinski faktor, te JOINTUKF gdje se parametar tretira kao dodatna varijabla stanja. Rezultati eksperimenata ukazuju da vrlo dobro estimira varijable stanja te parametar, osim u JOINTUKF varijanti. Uspoređujući ga s EKF algoritmom, vidi se da estimira s manjom pogreškom. Dobra strana UKF filtra jest što može koristiti nelinearni model procesa, to jest nije ga potrebno linearizirati, dok mu je loša strana proračun Cholesky faktorizacije matrice kovarijanci, koji može utjecati na robustnost algoritma.

Abstract

The biggest factor in automotive industry is the optimal control and safety problem. The great help in solving this problem is optimal control of acceleration and deceleration of the wheel, regarding contact with the road, thus keeping the contact surface between static and kinetic friction, since static friction is greater than kinetic friction. Although the process model is known, not all the state-space variables are known or able to be measured, therefore, need for variable estimation appears. Estimators are algorithms that use the knowledge of input and output signals as well as the process model, for estimating the state-space variables for the next recursive step. Unscented Kalman Filter is an algorithm procedure for estimating state-space variables by constructing a covariance matrix for sigma points that propagate through process model, regardless of its linearity, therefore estimating state-space variables for next recursive step (Unscented Transformation). In this thesis, the algorithm has been tested as plain UKF for estimating state variables, PIUKF where road condition parameter was estimated besides state variables, and JOINTUKF where the parameter has been treated as a state variable. Comparing the experiment results to EKF, it can be concluded that UKF estimates with smaller error, except when JOINTUKF is concerned. Perk of the UKF algorithm is recognized in lack of process model linearization need, while the main flaw is calculation of cholesky factorization, being the main factor of destabilizing robustness of the algorithm.