

Abstract

Advanced stability control systems and safety requirements in automatic vehicles have made active safety dynamics control highly dependent on precise vehicle states and parameters. Vehicle inertial parameters such as vehicle mass, center of gravity (CoG), and moment of inertia (MoI) are crucial for optimal performance. However, measuring them directly in a standard car is difficult due to technical and economic reasons. Therefore, it is essential to identify these parameters online to improve the performance of advanced driver assistance systems. This study focuses on accurately estimating vehicle inertial parameters.

To achieve the objective, this study proposes an integrated estimation structure that simultaneously estimates the vehicle inertial parameters with an inertial measurement unit (IMU), regardless of changes in passenger numbers or seating arrangement. The integrated estimation structure has three main components: the mass estimator, the CoG estimator, and the MoI estimator. The estimator blocks which are developed in Carmaker, considering the combination of model-based and data-driven methods with machine learning algorithms.

To validate the performance of the developed estimators, the 4-poster test rig is utilized and seven kinds of vehicle loading scenarios are designed. Results confirm the accuracy and effectiveness of the proposed estimators, the experimental results demonstrate the good performance of the integrated vehicle inertia parameters estimation system with IMU based on road condition uncertainties.

This study is an important part of vehicle parameters estimation, which provides data support for active safety control, drivetrain control, and autonomous driving.

Zusammenfassung

Aufgrund fortschrittlicher Stabilitätsregelsysteme autonomer Fahrzeuge und steigender Sicherheitsanforderungen ist die Dynamikregelung der aktiven Sicherheit nun in hohem Maße von präzisen Fahrzeugzuständen und -parametern abhängig, insbesondere von den Fahrzeugträgheitsparametern. Die Trägheitsparameter eines Fahrzeugs, wie z. B. Masse, Schwerpunkt (CoG) und Trägheitsmoment (MoI), sind entscheidend für eine optimale Leistung. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen ist eine direkte Messung dieser Parameter an einem Standardfahrzeug jedoch herausfordernd. Stattdessen könnte eine verlässliche Online-Schätzung dieser Parameter die Leistung fortschrittlicher Fahrerassistenzsysteme erheblich verbessern. Die vorliegende Arbeit fokussiert sich eben auf eine präzise Schätzung der Fahrzeugträgheitsparameter.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird in der Arbeit eine integrierte Schätzstruktur vorgeschlagen, die die Trägheitsparameter eines Fahrzeugs mittels einer Inertial-Measurement-Unit (IMU) synchron schätzt, unabhängig von Änderungen der Anzahl der Passagiere oder der Sitzanordnung. Die integrierte Schätzstruktur besteht aus drei Hauptkomponenten: Massenschätzer, CoG-Schätzer und MoI-Schätzer. Die Schätzblöcke, die in Carmaker entwickelt wurden, berücksichtigen die Kombination von modellbasierten und datengetriebenen Methoden mit Algorithmen des maschinellen Lernens.

Zur Validierung der Leistung der entwickelten Schätzer wird der 4-Poster-Prüfstand genutzt, und es wurden sieben Arten von Fahrzeugbeladungsszenarien entworfen. Die Ergebnisse bestätigen die Genauigkeit und Wirksamkeit der vorgeschlagenen Schätzer. Zusammenfassend kann man feststellen, dass die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen die hohe Leistungsfähigkeit des integrierten Systems zur Schätzung der Fahrzeugträgheitsparameter mit IMU bei Straßenzustandsunsicherheiten untermauern.

Diese Forschungsarbeit leitet einen wesentlichen Beitrag zur Fahrzeugparameterschätzung, der Datenunterstützung für die aktive Sicherheitssteuerung, der Antriebsstrangsteuerung und das autonome Fahren.