

Selbstoptimierendes Fahrermodell für das autonome Fahren im Grenzbereich

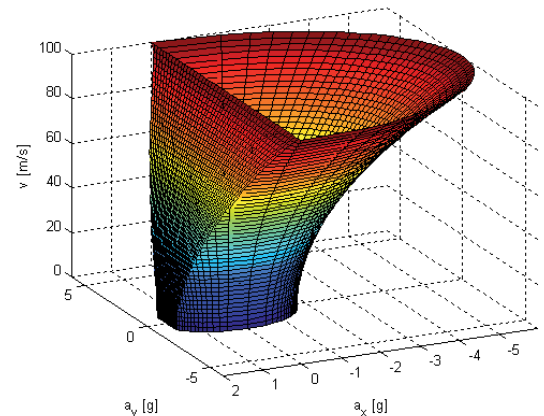
Fahrzeuge werden in der Erprobungsphase besonders in kritisch-stabilen Fahrsituationen getestet. Testfahrer müssen dabei zeitgleich diverse Fahraufgaben, wie Führung und Stabilisierung des Fahrzeugs und Reaktion auf unerwartete Störungen bewältigen. Bei bestimmten Testzielen muss der Fahrer zudem eine Optimierung der Rundenzeiten oder eine Maximierung der Geschwindigkeit erreichen. Diese Aufgaben können durch einen virtuellen und selbstoptimierenden Testfahrer gelöst werden.

Zielsetzung der Fachgruppe Regelungstechnik und Mechatronik ist der Entwurf eines virtuellen Testfahrers, der die Aufgaben des realen Testfahrers übernimmt. Insbesondere die Führung und Stabilisierung des Fahrzeugs im fahrphysikalischen Grenzbereich stellt eine anspruchsvolle Herausforderung dar. So ist am Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen der Universität Stuttgart ein virtueller Testfahrer entwickelt worden, der, mit der Zielsetzung der Optimierung einer Rundenzeit, beachtliche Resultate erzielt. Bei dem Entwurf dieses Fahrermodells wird im ersten Schritt die optimale Trajektorie mit herkömmlichen Optimierungstools offline berechnet. Nachgelagert erfolgt der Entwurf der Längs- und Querdynamik-

regelung zur Führung und Stabilisierung des Fahrzeugs entlang der berechneten Trajektorie. Nachteilig bei diesem Ansatz ist die mangelhafte Robustheit des virtuellen Testfahrers gegenüber unvorhergesehener Störungen.

M.Eng. Shaady Khatab, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fachgruppe Regelungstechnik und Mechatronik, baut auf diesem Stuttgarter Konzept auf und forscht an dem Ansatz eines verbesserten, selbstoptimierenden Fahrermodells. Dieser Ansatz beruht auf einer gemeinsamen Betrachtung der optimalen Trajektorienplanung und des Entwurfs der Längs- und Querdynamikregelung. Er ermöglicht so eine Anpassung auf unerwartete Störungen.

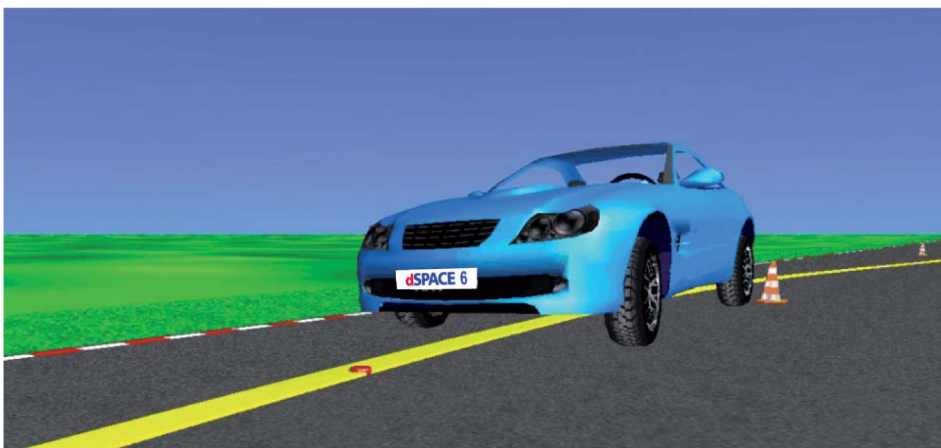
Der Entwurf erfolgt mithilfe der Differenziellen Dynamischen Programmierung, einer Optimierungsmethode, die auf der Dynamischen Programmierung nach R. Bellman beruht. Diese Methode benötigt keine Zustandsraumdiskretisierung und erlaubt somit den Einsatz effizienter gradientenbasierter Optimierungsverfahren. Die Lösung ist eine Kombination einer optimalen Vorsteuerung mit einer



Nicht lineares Kennfeld für das maximale Beschleunigungsvermögen in Fahrzeuglängs- und -querrichtung.

Zustandsregelung und ist durch die geringere Rechenzeit echtzeitfähig.

M.Eng. Shaady Khatab hat diesen Ansatz bereits an verschiedenen Test-szenarien getestet. Eine optimale Regelungsstrategie wurde für eine 18-m-Slalom-Fahrt an der Stabilitätsgrenze des Fahrzeugs berechnet. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Differenzielle Dynamische Programmierung in der Lage ist, das Verhalten des Fahrzeugs bei widrigen Fahrverhältnissen sehr genau vorherzusagen und auf Störungen rechtzeitig zu reagieren, sodass Stabilität und Kontrollierbarkeit des Fahrzeugs gewahrt bleiben.



Simulation einer Slalomfahrt mit einem realitätsnahen Fahrzeugmodell, das von dem virtuellen Testfahrer gesteuert wird.

Kontakt:

M.Eng.
Shaady Khatab
Telefon: 0 52 51 | 60-55 55
E-Mail:
Shaady.Khatab@hni.upb.de

dSPACE Simulationsmodell

Die fahrdynamischen Untersuchungen wurden mit dem Modell ASM Vehicle Dynamics von dSPACE durchgeführt. Dessen offene, modulare Struktur ermöglicht die einfache Implementierung neuer Modellteile, wie dem hier beschriebenen Fahrermodell.