

Fiat Auto – Test der Diagnosefähigkeit

➤ **Virtuelles Fahrzeug, basierend auf dem ASM Vehicle Dynamics Simulation Package**

➤ **Simulationsergebnisse entsprachen der gemessenen Fahrdynamik**

➤ **Einsatz für den Test von ESP-Diagnose**

▼ *Test der Diagnosefähigkeiten mit dem ASM Vehicle Dynamics Simulation Package für den ESP-Controller des Fiat Ducato.*

Mit der rasant zunehmenden Komplexität elektronischer Komponenten gewinnt auch die Fahrzeugdiagnose immer mehr an Bedeutung. Circa 30-40% des Speichers moderner automotiver Steuergeräte sind ausschließlich für Diagnosezwecke reserviert. Nach erfolgreicher Evaluierung des Vehicle Dynamics Simulation Packages, das zu den dSPACE-Echtzeitmodellen für Hardware-in-the-Loop-Simulation (Automotive Simulation Models, ASM) gehört, entschied sich Fiat Auto, dieses Modellpaket in einer schlüsselfertigen Lösung zusammen mit dSPACE Simulator einzusetzen, um die Diagnosefähigkeit elektronischer Stabilitätsprogramme (ESP) zu testen.

Diagnose heißt, dass das Steuergerät Fehler in den angeschlossenen Systemen erkennt. Dabei handelt es sich in erster Linie um die Kommunikationsbusse – in unserem Fall CAN –, aber auch um die Verkabelung mit beispielsweise den Raddrehzahlsensoren. Sicherheitskritische Systeme wie elektronische Stabilitätsprogramme (ESP) unterliegen Fail-Safe-Anforderungen, die dazu dienen, unerwünschte Aktionen in gefährlichen Fahrsituationen zu verhindern. Erkannte Fehler führen zu folgenden Maßnahmen:

- Aktivierung von Fail-Safe-Strategien im Steuergerät
- Schreiben eines Fehlercodes (Diagnostic Trouble Code, DTC) mit Zeitmarke in den Fehlerspeicher des Steuergeräts
- Hinweis per Warnleuchte an den Fahrer

Fiat Auto definierte die Diagnoseoptionen für die fahrzeugspezifischen Funktionen, der Steuergeräte-Zulieferer diejenigen für die rein steuergerätespezifischen Funktionen im Steuergerät.



Die erste Etappe: HIL

Ziel ist es, Diagnosefunktionen frühzeitig und parallel zur Entwicklung des Reglerentwurfs zu implementieren. In dieser frühen Phase existieren meist noch keine Fahrzeugprototypen und der Test der Diagnosefähigkeiten auf der Straße wäre zu kompliziert. Andererseits ist es verhältnismäßig einfach, Bedingungen wie Straßeneigenschaften (Oberflächenbeschaffenheiten, Unebenheiten etc.) oder extreme Fahrmanöver im Labor nachzustellen. Daher werden zur Beschleunigung des Entwicklungsprozesses häufig virtuelle Fahrzeuge in virtuellen Umgebungen in Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulatoren eingesetzt. HIL-Tests sind auch wegen ihrer Reproduzierbarkeit sehr hilfreich, denn über reproduzierbare Tests lässt sich leicht nachprüfen, ob ein Problem auch wirklich behoben wurde oder nicht.

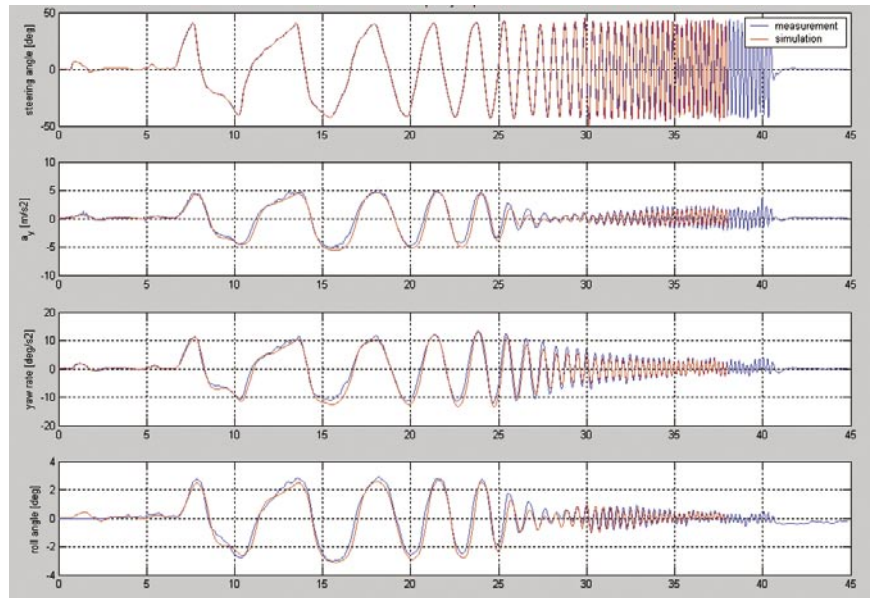
Fail-Safe-Analysen

Fail-Safe-Analysen müssen während bestimmter Fahrmanöver durchgeführt werden, um das Verhalten eines sicherheitskritischen Systems im Fehlerfall sicher bestimmen zu können. Der Schlüssel für den Test der Diagnosefähigkeit liegt in der Reaktion des ESP-Systems auf CAN-Testbotschaften. Dabei handelt es sich um modifizierte Signale, die in dem jeweiligen Kontext so nicht vorkommen würden. Zum Testen gehört auch das Prüfen der Plausibilität und des Timings der Botschaften sowie die Simulation von Kabelbrüchen oder Kurzschlüssen. Durch die Echtzeitsimulation des Fahrdynamikverhaltens lassen sich all diese Dinge entsprechend testen.

Präzises Testsystem

Unser Ziel waren zuverlässige Ergebnisse in Bezug auf die Richtigkeit der Fehlercodes. Daher evaluierten wir zuerst das

ASM Vehicle Dynamics Simulation Package von dSPACE, um zu prüfen, ob die Simulationsergebnisse mit den gemessenen Fahrzeugdaten übereinstimmen. Dazu fuhren wir einen Prototyp des neuen Fiat Ducato auf unserer Teststrecke in Turin und erfassten die Fahrdynamikdaten. Anschließend erstellten wir ein virtuelles Testszenario mit dem Maneuver Editor in ModelDesk, der grafischen Konfigurations- und Parametrierungssoftware für das Fahrzeugmodell. Die Simulationen mit dem parametrierten Fahrzeugmodell lieferten Ergebnisse, die nahezu deckungsgleich mit den tatsächlichen Fahrdynamikdaten waren. Das zeugt von einer hohen Modellgüte des ASM Vehicle Dynamics Simulation Package und einer guten Parametrierung seitens dSPACE, denn die Ergebnisse der Echtzeitsimulation waren äußerst genau.



Virtuelle Testfahrten mit ASM Vehicle Dynamics

Um das Steuergerät bereits in frühen Phasen des Fahrzeugentwicklungsprozesses gegen unsere Spezifikationen zu testen, kam ein dSPACE Simulator Mid-Size zum Einsatz, auf dem das ASM Vehicle Dynamics Simulation Package ausgeführt wurde. Um Fahrsituationen zu simulieren, die ein Eingreifen des ESPs erzwingen, führten wir virtuelle Testfahrten mit unterschiedlichen

„Die Simulationsergebnisse des ASM Vehicle Dynamics Simulation Packages deckten sich sehr gut mit den Fahrdynamikmesswerten.

Wir sind von der hohen Güte des Modells überzeugt.“

Luca Remolif

Manövern durch, einschließlich verschiedener Längs- und Querbeschleunigungen bei bestimmten Geschwindigkeiten. Mit dem Stimulus Editor von ControlDesk bauten wir Testsequenzen auf, um CAN-Testbotschaften in die CAN-Kommunikation des ESPs einzufügen. Die 3D-Online-Animationssoftware MotionDesk von dSPACE diente zur Visualisierung des Fahrverhaltens. Registriert das Steuergerät unplausible Signale, werden Fehlercodes zusammen mit einer Zeitmarke in den Fehlerspeicher des Steuergeräts geschrieben. So ist es möglich, die Richtigkeit der Fehlercodes relativ zum Manöververlauf und den CAN-Testbotschaften zu verifizieren. Die Reproduzierbarkeit von Manövern und Tests ermöglicht ein sicheres Beheben von Fehlern, außerdem lässt sich so auch die Diagnosefähigkeit des ESP-Systems zuverlässig

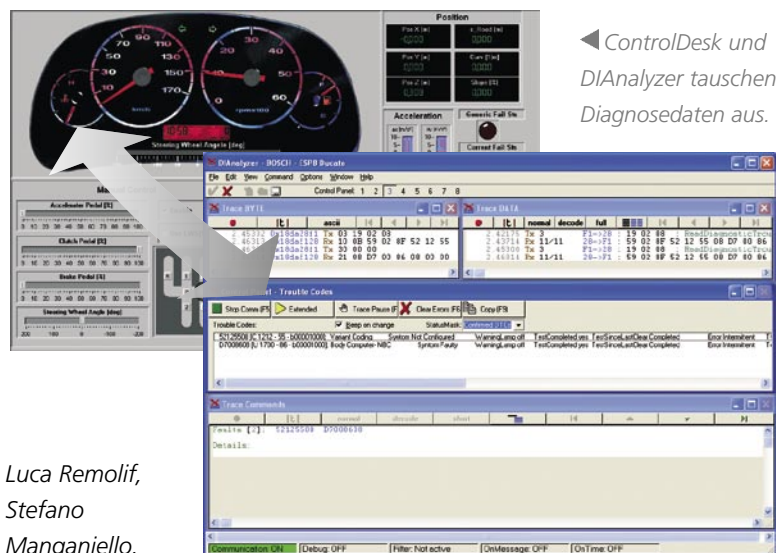
validieren. Wir installierten ein auf Python basierendes Testautomatisierungssystem und integrierten ControlDesk mit DIAnalyzer, dem Diagnosewerkzeug von Fiat Auto, als Verbindung zum Diagnosebus.

Ergebnisse und Ausblick

Wir haben dSPACE Simulator und das ASM Vehicle Dynamics Simulation Package erfolgreich eingesetzt, um das ESP-System des Fiat Ducato zu testen. Wir sind mit dem System zufrieden und werden es auch in weiteren ESP-Controller-Projekten einsetzen. Dafür wird eine erweiterte Testautomatisierung implementiert. Für diese Zwecke wird die angekündigte ModelDesk-Schnittstelle zur Tool-Automatisierung sehr hilfreich sein.

▲ *Vergleich von Simulationsergebnissen mit gemessenen Fahrdynamikdaten bei Kurvenfahrt.*

Das Testfahrzeug: ein vollbeladener Fiat Ducato mit einem Gewicht von 3,5 Tonnen.



◀ *ControlDesk und DIAnalyzer tauschen Diagnosedaten aus.*

Luca Remolif,
Stefano
Manganiello,
E & D Department,
Fiat Auto S.p.A.,
Italien