



Testfahrten mit dem Virtual Vehicle

Effiziente Testprozesse bei Suzuki – mit Komponententests
und Virtual Vehicle-Tests



Seit dem Jahr 2000 intensiviert die Suzuki Motor Corporation bei der Steuergeräteentwicklung die Nutzung von dSPACE Simulatoren. Bislang sind mehrere Simulatoren für Komponententests im Einsatz, u.a. für Karosserie, Klimaanlage, Motor, Getriebe und Allradantrieb. Bei den Modellen Kizashi und Swift hilft nun ein dSPACE Virtual Vehicle-Simulator die verteilten Regelfunktionen des Steuergeräteverbunds effizient zu validieren.

Elektronische Steuer- und Regelungstechnologien werden durch Funktionen wie adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC), elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) und aktive Sicherheitssysteme immer umfangreicher. Gleichzeitig sind in jedem Steuergerät immer mehr Funktionen integriert, um die Anzahl der Steuergeräte im Fahrzeug zu reduzieren. Komplexe Funktionen sind auf mehrere, untereinander vernetzte Steuergeräte verteilt. Für solche Systeme ist eine pauschale Funktionsvalidierung mit Komponentensimulatoren nicht mehr möglich. Außerdem sind reale Testfahrten für den Test derart komplexer Systeme mit all ihren Verbindungen und Abhängigkeiten zwischen den Funk-

tionen viel zu aufwändig. Daher ist ein Virtual Vehicle-Simulator für den Test des gesamten Steuergeräteverbundes unerlässlich.

Anforderungen an das Virtual Vehicle

Für eine effiziente Validierung der Regelfunktionen muss der dSPACE Virtual Vehicle-Simulator mehrere Voraussetzungen erfüllen:

- Dem gesamten Hardware-in-the-Loop (HIL)-System müssen sämtliche Informationen über die Steuergeräte und ihre Aufgaben zur Verfügung stehen.
- Verbundtests müssen auch dann möglich sein, wenn noch nicht alle Steuergeräte real vorhanden sind.



Komponentensimulator vs. Virtual Vehicle

Um einzelne Steuergeräte, zum Beispiel für das Motormanagement, zu testen, ist ein Komponentensimulator notwendig. Dieser ist standardmäßig mit einem speziellen Aufbau für das zu testende Steuergerät ausgestattet.

Um mehrere Steuergeräte oder einen ganzen Steuergeräteverbund ein-

schließlich aller Kommunikationsaspekte zu testen, ist ein Virtual Vehicle-Simulator notwendig. Mehrere Simulatoren sind eng miteinander verbunden und stellen ein komplettes Fahrzeug dar. Ein Virtual Vehicle lässt sich für verschiedene Fahrzeugvarianten konfigurieren.

- Das Einbinden von Echtlasten muss ebenso möglich sein wie ein automatisierter Wechsel zwischen Last und Modell.
- Die Testausführung muss so einfach sein, dass sich die Ingenieure voll auf den Reglerentwurf statt auf die Testerstellung konzentrieren können.
- Die Varianten-Handhabung muss den Wechsel von Fahrzeugmodellen einfach gestalten, um die Leerlaufzeiten des HIL-Systems zu reduzieren.
- Suzuki-eigene Tools, zum Beispiel für Diagnose und RAM-Monitoring, müssen an das dSPACE Virtual Vehicle angebunden werden können.

Aufbau des Virtual Vehicles

Der Simulator besteht aus fünf Racks, jedes ist für bestimmte Fahrzeugkomponenten wie Motor, Karosserieelektronik, Fahrerassistenzsysteme etc. konfiguriert. Für die Modelle der Regelstrecken kommen die dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) zum Einsatz. Um die ACC-Funktionalität zu testen, verfügt der Simulator neben Antriebsstrang- und Fahrdynamikmodellen auch über Modelle für das Bordnetz und den Umgebungsverkehr. Die Testautomatisierung übernimmt dSPACE AutomationDesk® zusammen mit der Erweiterung Real-Time Testing (RTT). Für die unterschiedlichen Varianten des Suzuki Kizashi und Suzuki Swift kann der Virtual Vehicle-Simulator einfach konfiguriert und parametrierbar werden.

Flexibilität des Virtual Vehicles

Der Virtual Vehicle-Simulator ist darauf ausgelegt, den Ingenieuren zeitraubende Aufgaben wie das Ändern des Fahrzeugtyps oder der Fahrzeugkonfiguration zu vereinfachen. So lässt sich beispielsweise der zu testende Motor in nur fünf Minuten von einem Benzin- auf ein

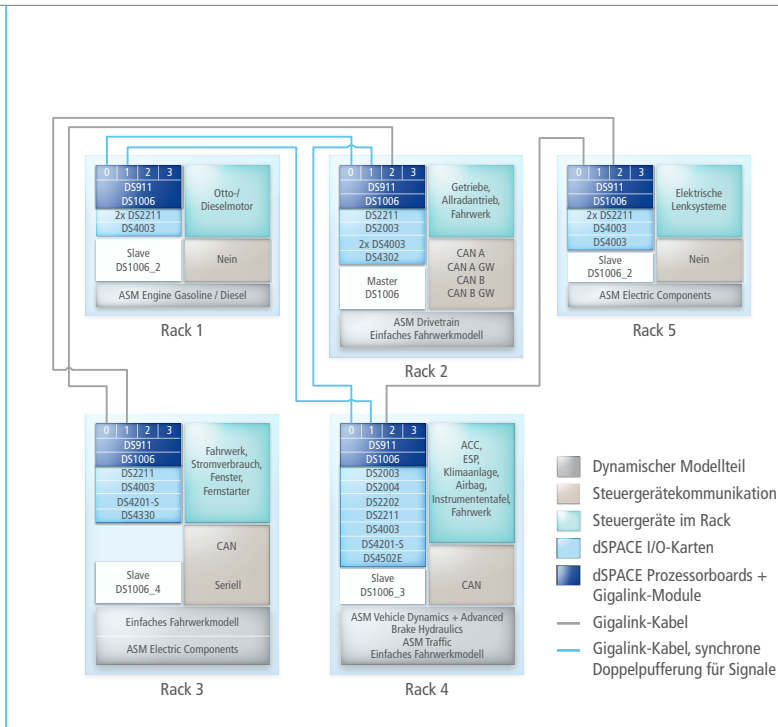


*Konfiguration des Virtual Vehicle:
Die dSPACE Prozessor-Boards und I/O-Boards sind in fünf Racks installiert.*

Diesel-Steuergerät umrüsten. Lediglich die Steuergeräte-Kabelbäume müssen manuell umgesteckt werden. Um die je nach Fahrzeugklasse unterschiedlichen optionalen Komponenten wie ACC oder Klimaanlage zu ändern, sind nur wenige Einstellungen in der Experimentiersoftware dSPACE ControlDesk® nötig.

Testprozess

Jeder Fehler, den das Virtual Vehicle erkennt, kann eingehend und sehr detailliert auf einem Komponentensimulator überprüft werden. Zum



„Der größte Vorteil des dSPACE Virtual Vehicle-Simulator lag darin, wichtige Tests einfach durchführen zu können, die bis dato gar nicht möglich waren.“

Katsuhiro Douhata, SUZUKI MOTOR CORPORATION

Beispiel lässt sich ein Fehler, der während eines nächtlichen automatischen Virtual Vehicle-Testlaufs entdeckt wurde, am nächsten Tag auf einem Komponentensimulator korrigieren. Ist der Fehler behoben, lässt sich die korrigierte Funktion für weitere automatisierte Tests wieder im Virtual Vehicle einspeisen. Im Gegensatz zum Komponentensimulator enthält das Virtual Vehicle viele dynamische Parameter, wodurch die Testtiefe zunimmt. Solange der Tester dieselbe Testumgebung für den Virtual Vehicle-Simulator und den Komponentensimulator verwendet, können gemeinsame Parameter, Umgebungsbedingungen und Tests durchlaufen werden. Fügt man also täglich Testfälle hinzu, können Test-Ingenieure die Regelfunktionen unter den verschiedensten Bedingungen eingehend verifizieren.

Vorteile der Restbussimulation

Funktionen, die auf zukünftigen Steuergeräten verfügbar sein werden und noch nicht vorhandene Steuer-

geräte, können über Restbussimulation und CAN-Gateway-Funktionen implementiert werden. Die Restbussimulation ist eine Methode, die üblicherweise bei Steuergeräten eingesetzt wird, die nur in virtueller Form vorliegen und daher nicht an der CAN-Kommunikation teilnehmen können. Die CAN-Gateway-Funktionen simulieren Ausnahmezustände wie beschädigte Daten oder falsche Werte auf dem Bus, um Steuergerätemeldungen zu verfälschen und zu korrigieren, wenn das verfügbare Steuergerät für eine andere Fahrzeugplattform entwickelt wurde. Durch die Kombination dieser Methoden war Suzuki auch ohne ein vollständiges Steuergeräte-Netzwerk in der Lage, neue Funktionen zu entwickeln. Wenn auf einem Steuergerät Funktionen fehlten, wurden diese mit einer der beiden Methoden implementiert. Die gesamte Implementierung wurde optimiert und das Verhalten der anderen Steuergeräte auf diese Art getestet. Fehler, die bei neuen Funktionen

Yasuhiro Hayashi

Yasuhiro Hayashi (links) leitet die Abteilung Automobilelektronikdesign bei Suzuki in Shizuoka, Japan.

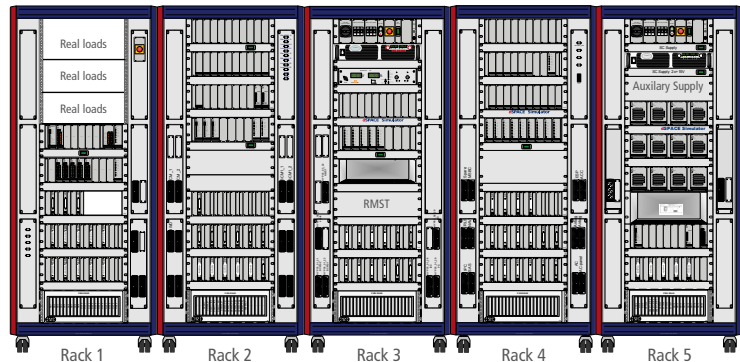
Katsuhiro Douhata

Katsuhiro Douhata (rechts) ist technischer Experte für Automobilelektronikdesign bei Suzuki in Shizuoka, Japan.



dSPACE als Toolhersteller

Die komplette Entwurfsarbeit für das Virtual Vehicle selbst zu übernehmen, wäre äußerst zeitraubend, zudem wollte Suzuki den Fokus auf die Entwicklung und den Test der Zielsteuergeräte und den Verbundtest legen. Daher wurde der Virtual-Vehicle-Simulator in Zusammenarbeit mit dSPACE Ingenieuren aufgebaut. Suzuki stellte die Parameter zusammen und sorgte für Kompatibilität mit den bestehenden Simulatoren vor Ort. Dieses Vorgehen zahlte sich aus, denn sobald der neue Simulator fertiggestellt war, konnten die Steuergerätfunktionen getestet und die Verbundtests gestartet werden. Bis heute ist ein sehr hoher Durchsatz möglich. Zudem wurde das Arbeitsvolumen bei Suzuki reduziert, nicht zuletzt weil dSPACE alle Entwicklungstools aus einer Hand liefert und Vor-Ort-Engineering bis zur Inbetriebnahme anbietet.



Aufbau des Virtual Vehicle Simulators zum Testen der kompletten Steuergeräte-Netzwerke der neuen Suzuki-Modelle Kizashi und Swift.

„Die Verifikation auf dem dSPACE Simulator war im Vergleich zu einem realen Fahrzeug einfach und die Vorteile, die sich aus automatisierten und reproduzierbaren Tests ergeben, waren enorm.“

Katsuhiko Douhata, SUZUKI MOTOR CORPORATION

und Steuergeräten vorkommen können und sich auf den gesamten Steuergeräteverbund auswirken, wurden eliminiert.

Einsatz von dSPACE-Produkten

Suzuki setzt seit einigen Jahren dSPACE Produkte ein, daher ließen sich bereits bestehende Testfälle auf das Virtual Vehicle übertragen. Mit der Testautomatisierungssoftware AutomationDesk ließen sich Testsequenzen mit anspruchsvollen Bibliotheksfunktionen grafisch programmieren und erweitern. Die Testdaten werden aus Microsoft® Excel®-Dateien gelesen, die bereits für das Testdatenhandling verwendet wurden. Bei zeitkritischen Vorgängen parametrisiert und steuert AutomationDesk auch Python-Code, der parallel zu den Simulink®-Modellen ausgeführt wird. Durch die Kombination von ASM-

Modellen für Antriebsstrang, Fahrdynamik, elektrisches System und Umgebung wurde ein komplettes Fahrzeugsimulationssystem für das Virtual Vehicle konstruiert. Die ASM erfüllen alle Voraussetzungen für die Antriebsstrangsteuerung zur Entwicklung von Funktionen wie ESP, Traktionskontrolle und Spuralteunterstützung. Dabei übernimmt die grafische Benutzeroberfläche dSPACE ModelDesk die intuitive Parametrierung und Parameteratzverwaltung für die ASM. Die vielen unterschiedlichen Varianten können einfach und übersichtlich durch Ändern der Parametersätze in ModelDesk verwaltet werden. Vollständige Motortypen und Parameter wie Hubraum oder Abstände für ACC wurden grafisch definiert und ebenfalls als Parametersätze behandelt. Suzukis Teststrecke wurde in ModelDesk nachgebildet, um Fahr-





„Wir konnten Varianten leichter ändern als gedacht. Mit dSPACE ModelDesk gelang der Austausch von virtuellen Straßenverläufen, Motoren, Getrieben und Parametern schnell und reibungslos.“

Yasuhiro Hayashi, SUZUKI MOTOR CORPORATION

dynamiktests des Virtual Vehicles durchzuführen und diese mit den bei realen Testfahrten gemessenen Werten zu vergleichen. Dabei wurden Bedingungen wie Sommer und Winter sowie unterschiedliche Fahrbahnoberflächen durchgespielt. Der Fahrzeugzustand lässt sich in einer 3D-Animation von MotionDesk verfolgen, wodurch sich die Verifikation einfach und übersichtlich gestaltet.

Zukünftige Entwicklung

Zurzeit plant Suzuki den Einsatz von ASM Electric Components, um den

Stromverbrauch für Elektro- und Hybridfahrzeuge exakt zu simulieren, wenn noch keine Echtlasten vorhanden sind.

Suzuki sieht außerdem vor, den Einsatz von HIL auf andere Abteilungen auszuweiten. Je mehr Tests abteilungsübergreifend implementiert werden können, desto nützlicher und validierter werden die Daten. ■

*Katsuhiro Douhata
Yasuhiro Hayashi
SUZUKI MOTOR CORPORATION, Japan*

„Wir schätzen die komfortable Testerstellung mit der grafischen Benutzeroberfläche von AutomationDesk sehr.“

Yasuhiro Hayashi, SUZUKI MOTOR CORPORATION

Fazit

Durch den Einsatz eines dSPACE Virtual Vehicles für die große Anzahl von Steuergeräten konnten die Funktionen und Lasten sehr effizient getestet werden. Der Testaufbau für das Virtual Vehicle war mit den PC-steuerbaren Relais, den Austauschkomponenten, die auf Tischen vor den Simulatoren auslagen, und den Parametern, die von einer Datenbank verarbeitet werden konnten, sehr gut durchdacht. Unter anderem wurde beispielsweise die Genauigkeit der ACC-Simulation bestätigt.

Abstand und Dämpfung wurden mit den Werten einer realen Testfahrt verglichen und als korrekt befunden.