



Hochautomatisierte Absicherung der Diagnosefunktionalität

Bei der Absicherung von Diagnosediensten über das standardisierte Kommunikationsprotokoll UDS (Unified Diagnostic Services) in Motorsteuergeräten gilt es, die stets korrekte Funktionalität bei einer sehr großen Anzahl von Diagnosediensten zu prüfen. Hierfür setzt die Robert Bosch AG ein von TraceTronic entwickeltes Testkonzept erfolgreich ein, das generisch auf verschiedene Diagnosedienste angewendet werden kann und durch die Trennung zwischen Testablauf und Testdaten Effizienzgewinne erzielt.

Mit zunehmender Komplexität der Software von Motorsteuergeräten steigt die Anzahl der unterstützten Diagnose-Nachrichten. Zudem gibt es zahlreiche, sich größtenteils gleichende Varianten eines Steuergeräts, die sich in einigen Details jedoch unterscheiden. Folgende Anforderungen muss ein Testkonzept erfüllen:

- Variantenhandling,
- Prüfen bzw. Herstellen von Vorbedingungen,
- Vergleich der Daten mit Steuergerätegrößen,
- einfache Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit des Testablaufs,
- übersichtlicher Testreport.

Die Anfragen der zu testenden Dienste des UDS-Standards (z. B. ReadDataByIdentifier) besitzen einen Aufbau wie in Bild 1 dargestellt. Jeder dieser Dienste unterstützt dabei eine Vielzahl von Identifiern.

Während der Entwicklung der Steuergerätesoftware muss die korrekte Funktionalität aller Identifier nachgewiesen werden. Deren Anzahl kann bei modernen Motorsteuergeräten zwischen 1.000 bis 10.000 liegen. Darüber hinaus besteht die Anforderung, eine Aussage über die Testabdeckung vorzunehmen und sicherzustellen, dass alle Identifier eines Dienstes auf die gleiche Art und Weise getestet werden.

Lösung

Bild 2 zeigt den Aufbau der verwendeten Testumgebung. Im Test sendet statt des Diagnostesters die Testautomatisierungssoftware ECU-TEST die Diagnoseanfragen an das Steuergerät. Dabei kann ECU-TEST auf Modell- und Messgrößen, wie beispielsweise die Drehzahl, zugreifen. Die vom Steuergerät ermittelten Daten werden per Messzugriff über ein Applikationswerkzeug, wie beispielsweise INCA und per UDS-Diagnose-Dienst ermittelt und verglichen.

Für die genannten Anforderungen bietet sich die Verwendung eines Testfallgenerators an. Dabei wird ein abstrakter Testfall, also eine Art Template, welches den Testablauf beschreibt, entwickelt. Zusammen mit den Testdaten werden daraus konkrete Testfälle generiert (Bild 3). Der Generator liest die Testdaten ein und generiert Parame-

tersätze für die abstrakten Testfälle, sodass sich die konkreten Testfälle ergeben.

Die abstrakten Testfälle sind in ECU-TEST implementiert. Durch die graphische Benutzeroberfläche kann der Testablauf einfach nachvollzogen und angepasst werden. Der Generator wird als Plug-In in ECU-TEST eingebunden. Aufgrund des offenen Formats von Testabläufen und Generator kann der Anwender diese flexibel anpassen.

Da zu Projektbeginn die Testdaten vorwiegend manuell zusammengetragen werden mussten, wurde zunächst Excel zur Testdatenspezifizierung gewählt. Des Weiteren kann auch ein proprietäres XML-Format eingebunden werden.

Im Folgenden soll kurz erläutert werden, wie das Testkonzept die gestellten Anforderungen wie Variantenhandling, Prüfen bzw. Herstellen von Vorbedingungen, Vergleich der Daten



Bild 1: Verallgemeinerter Aufbau der betrachteten Diagnoseanfragen und -antworten. (© TraceTronic)

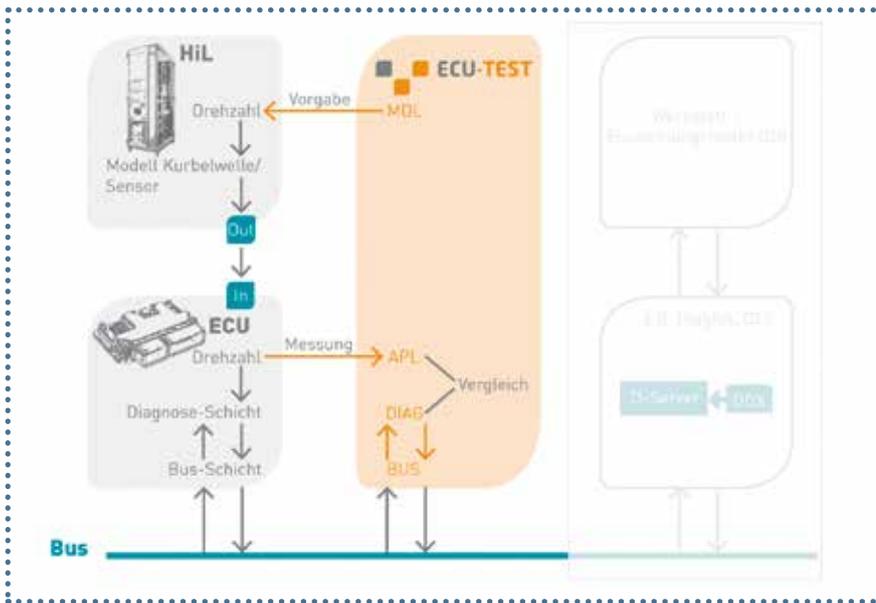


Bild 2: Aufbau der Testumgebung. (© TraceTronic)

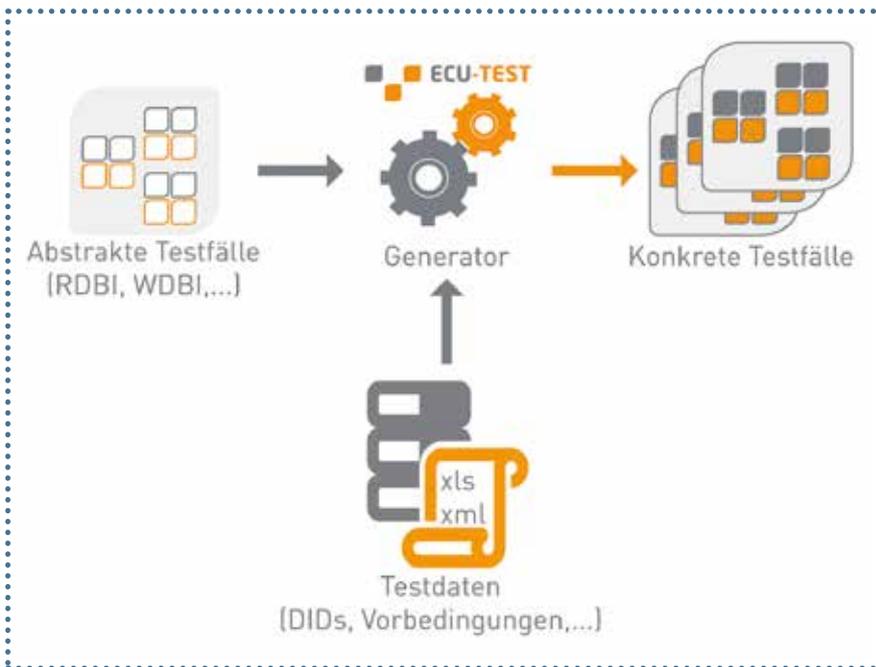


Bild 3: Übersicht zum Testfallgenerator. (© TraceTronic)

mit Steuergerätegrößen, Anpassbarkeit der Lösung sowie übersichtlicher Testreport bei der Absicherung von Diagnosedienste berücksichtigt.

Variantenhandling

Das komplette Spektrum der Motorsteuergeräte eines OEMs soll getestet werden. In einem konkreten Anwendungsfall werden sogenannte Einheitsprogrammstände verwendet. So gibt es z. B. einen gemeinsamen Programmstand für 3-, 4- und 6-Zylinder-Motoren.

Die Zylinderzahl und andere Eigenschaften, die Einfluss auf die Diagnosedienste haben können, werden über Systemkonstanten und Applikationsgrößen in der a2I-Datei bestimmt. Die Unterstützung bestimmter IDs bzw. die Anzahl und Bedeutung der Datenbytes einer Diagnose-Nachricht kann somit von Systemkonstanten und Applikationsgrößen abhängig sein.

Möglich ist ebenso, dass bestimmte IDs in frühen Softwareständen (Entwicklungsstufen) noch gar nicht verfügbar sind und erst später hinzugefügt »

werden. In ECU-TEST erfolgt daher eine klare Trennung von Testfall und Testobjekt. Die Informationen zum Testobjekt, wie a2I- und hex-Datei des Steuergeräts oder das verwendete Modell, werden in einer Testkonfiguration gekapselt. Um die Testfälle mit einem anderen Softwarestand zu testen, muss also nur die Testkonfiguration ausgetauscht werden.

Prüfen bzw. Herstellen von Vorbedingungen

Bei einigen Diagnosediensten müssen bestimmte Vorbedingungen hergestellt werden, damit sie eine positive Antwort liefern. Im einfachsten Fall wird nur eine bestimmte Diagnose-Session vorausgesetzt. Bedingungen können auch bestimmte Systemzustände, wie z. B. einen laufenden Motor, voraussetzen. Um solche Zustände herzustellen und zu prüfen, ist es oft nötig, auf Modell- und Steuergerätegrößen zuzugreifen zu können.

Um all diese Bedingungen herzustellen, muss die Testautomatisierung auf entsprechende Tools zugreifen. ECU-TEST bietet Anbindungen verschiedenster Tools. Im vorliegenden Fall werden verschiedene HiL-Systeme eingesetzt, sodass Modellzugriffe (austauschbar per ETAS LabCar, dSpace ControlDesk und Micronova NovaSim), Mess- und Kalibrierzugriffe (per ETAS INCA) und Zugriffe auf interne Größen (per PLS UDE Debugger) durchgeführt werden können (vgl. Bild 4).

Der Zugriff auf diese Tools in ECU-TEST erfolgt dabei transparent über sogenannte Testgrößen. Die verschiedenen Aktionen zur Herstellung notwendiger Vorzustände werden in einem Bibliothekpaket zusammengefasst. Für jede ID kann ein solches Bibliothekpaket angegeben werden.

Vergleich der Daten mit Steuergerätegrößen

Um einen Diagnosedienst tiefergehend zu testen, ist es oft nötig, Steuergerätegrößen mit einzubeziehen. So kann bspw. überprüft werden, ob die Antwortnachricht des UDS-Dienstes mit dem Wert der Steuergerätegröße übereinstimmt. Wie bereits ausgeführt

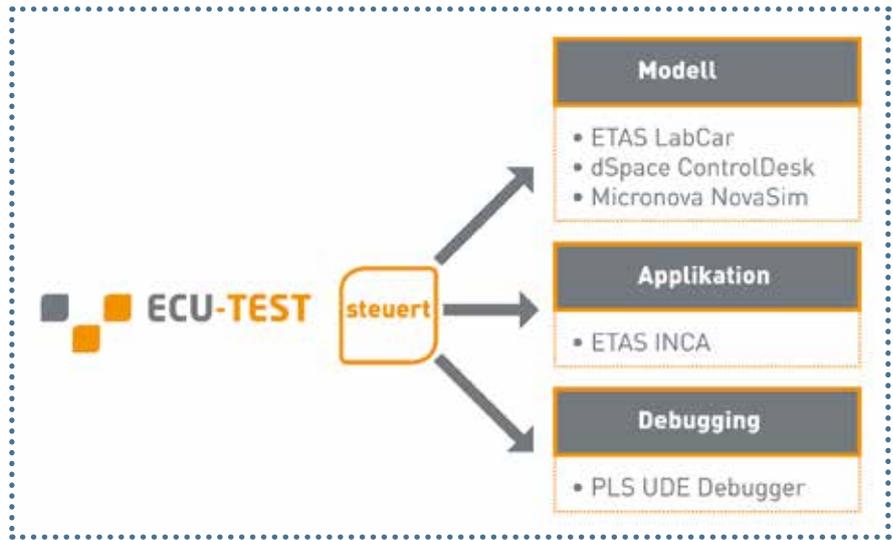


Bild 4: Verwendete Toolanbindungen von ECU-TEST. © Tracetronic

kann die Testautomatisierungssoftware ECU-TEST über Schnittstellen problemlos auf Steuergerätegrößen zugreifen und den Wert der Diagnosenachricht mit dem Wert der Steuergerätegröße vergleichen. In einem Online-Test erfolgen jedoch das Senden einer Diagnose-Anfrage und das Lesen einer Steuergerätegröße sequenziell, dies erschwert den Vergleich bei sich schnell ändernden Steuergerätegrößen.

i ECU-TEST

Als integriertes Testautomatisierungswerkzeug zur Spezifikation, Implementierung, Ausführung und Dokumentation von Testfällen dient ECU-TEST der Absicherung komplexer technischer Produkte durch Regressionstests. Die Software unterstützt eine breite Palette von Testumgebungen (MiL / SiL / HiL / Fahrzeug) angewendet werden. ECU-TEST zeichnet sich neben der hohen Wiederverwendbarkeit der Testfälle durch eine intuitive grafische Bedienoberfläche aus. Durch die Parametrierung, Strukturierung und generische Testbeschreibung sind die erzeugten Testfälle weitestgehend unabhängig von der spezifischen Testumgebungshardware/-software und somit in hohem Maße wiederverwendbar.

Durch Offline-Prüfungen kann hierfür eine Verbesserung der Testbarkeit erreicht werden, indem im Online-Teil des Tests die Messdaten während der Ausführung der Stimulation aufgezeichnet werden. Das Trace-Analysewerkzeug TRACE-CHECK kann anschließend die Aufzeichnungen offline auswerten. Sogenannte Triggerblöcke helfen den zu prüfenden Bereich einzugrenzen. Einfache Prüfungen können mit Berechnen-Schritten definiert werden. Für komplexere Prüfungen stehen Echtzeitlogik, Timing-Diagramme und Python-basierte Analysevorlagen in TRACE-CHECK zur Verfügung.

Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit des Testablaufs

Ein wichtiges Merkmal, um möglichst flexibel und zügig auf neue Anforderungen reagieren zu können, ist die einfache Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit des Testablaufs. Wie wichtig dies ist, hat sich bei der Anwendung in der Praxis herausgestellt: In einem Fall bestand die Vermutung, dass ein Diagnose-Dienst in einer gegebenen Entwicklungsstufe eine ungewöhnlich hohe Auslastung des Steuergeräte-Prozessors verursachen könnte. Die maximale Zykluszeit eines Tasks wird dabei in einer steuergeräteinternen Größe gespeichert und musste also nur nach jeder getesteten ID geprüft werden. Durch die übersichtliche Darstellung des abstrakten Testfalls im graphischen Editor von ECU-TEST war



es einfach, die entsprechende Größe am Anfang und am Ende des (abstrakten) Testfalls zu lesen und auf eine zu große Steigerung hin zu prüfen.

Übersichtlicher Testreport

Bei der automatisierten Ausführung von Tausenden von Testfällen ist auch ein übersichtlicher Testreport wichtig. ECU-TEST bietet bereits out-of-the-box einen Standard-Testreport. Dieser ist analog zum Testfall aufgebaut, d.h. für jeden Schritt im Testfall gibt es einen Schritt im Testreport. Ein Anwender, der den Testfall kennt, findet sich dadurch auch schnell im Report zurecht. Zudem bietet ECU-TEST die Möglichkeit Testreport-Generatoren zu entwickeln. Dafür gibt es eine API, mit welcher Informationen aus dem Standardreport extrahiert werden können. Im vorliegenden Fall wird so automatisch ein Excel-Report generiert, der einen schnellen Überblick über die Ergebnisse der einzelnen Prüfungen liefert.

Benefit

Die Verwendung von Testfallgeneratoren, die aus einer Datenbasis und abstrakten Testfällen eine Vielzahl von konkreten Testfällen generieren und automatisch zur Ausführung bringen, führt zu einer effizienten Testfallerstellung und einer hohen Testabdeckung. Die skizzierte Lösung zeichnet sich besonders durch die Möglichkeit aus, dass neben dem Senden und Empfangen von Diagnosenachrichten auch der Zugriff auf Steuergeräte- und Modellgrößen ermöglicht wird. Dadurch können die Daten der Diagnosenachrichten mit Steuergerätegrößen verglichen und Vorbedingungen, die für einen bestimmten Diagnose-Dienst notwendig sind (wie z. B. ein laufender Motor), automatisch hergestellt werden. Es ist möglich, Negativtests durchzuführen, um die in verschiedenen Szenarien erwarteten Fehlercodes zu überprüfen. Die Lösung zeichnet sich dabei durch eine einfache Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit aus.

Die Robert Bosch AG konnte durch die Erhöhung des Automatisierungsgrads beträchtliche Ressourcen und Kapazitäten einsparen. Der vollständige Test wird nun für zehn Hauptvarianten insgesamt 10- bis 20-mal im Monat für jeweils ca. 3.000 Identifier vollautomatisiert ausgeführt.

Zukünftig soll das Eingabeformat ODX durch das Testkonzept mit abgedeckt werden. Aufgrund des modularen Aufbaus des Testfallgenerators muss hierzu lediglich ein ODX-Parser bereitgestellt werden, der die benötigten Informationen für die Testfälle liefert.

Das Thema der hochautomatisierten Absicherung der Diagnosefunktionalität wurde auf der 10. Tagung „Diagnose in mechatronischen Fahrzeugsystemen“ vorgestellt, weitere Informationen sind im Tagungsband enthalten. ■ (oe)

» www.tracetronic.de

.....
Randy Döring und **Michael Gebauer** arbeiten bei der TraceTronic GmbH, **David Rotter** bei der Robert Bosch AG.