

Die Zukunft im Griff

Virtualisierte Tests und XiL für automatisiertes Fahren

Fahrerassistenzsysteme (ADAS) sind so weit gediehen, dass der Schritt zum automatisierten Fahren in greifbare Nähe rückt. Damit sensorgestützte elektronische Systeme menschliche Fahrer tatsächlich ersetzen können, müssen sie umfassend abgesichert werden. Dabei geht es um nicht weniger als den Nachweis fehlerloser Interaktion der Soft- und Hardwaresysteme mit einer variablen Umwelt. Die Komplexität ist enorm. Zeit- und kosteneffizient wird sich nur dort bewältigen lassen, wo virtualisierte Testverfahren, Daten-Wiederverwendung und Künstliche Intelligenz zusammenkommen.

Autoren: Dr. Jürgen Häring, Joachim Löchner, Thomas Schöpfner

Heftiges Schneetreiben. Schnee haftet an der Kleidung von Passanten und Radfahrern; im Nu bedeckt er Straßenschilder und Fahrbahnmarkierungen. Kommen sensorgestützte, hoch automatisierte Fahrzeuge damit zurecht? Werden sie richtig reagieren, wenn ein Kind sich plötzlich von der Hand der Eltern losreißt und auf die Straße rennt, wenn Rehe oder Wildschweine aus dem Dunkeln auftauchen oder wenn Ampeln ausfallen und Polizisten den Verkehr per Handzeichen regeln? Mit Blick auf das automatisierte Fahren werden die-

se Fragen zu beantworten sein – und theoretisch unendlich viele weitere Fragen zu allen erdenklichen Verkehrs-, Wetter- und Umweltsituationen. Vor dem Hintergrund, dass drei bis vier Dutzend Sensoren pro Fahrzeug zusammenwirken, deren Daten permanent unter Echtzeitbedingungen von Steuergeräten (ECUs), Mikroprozessoren (μ Ps) und Grafikprozessoren (GPUs) ausgewertet und in Fahrbefehle für die Fahrzeug-Aktorik übersetzt werden müssen, wird die enorme Komplexität dieser Aufgabe klar. Hinzu kommt, dass all dies, je nach

Hersteller, in komplett unterschiedlichen, häufig aktualisierten Hard- und Softwarearchitekturen geschieht. Doch damit nicht genug. Durch Updates over-the-air (OTA) ändert sich die Software während der Lebensdauer laufend. Spätestens jetzt wird klar, dass neue, konsequente Ansätze in der Entwicklung gefragt sind.

Virtualisierung macht Komplexität beherrschbar

Die Absicherung von hoch automatisierten Fahrzeugen sprengt alle bisherigen Dimensionen. Um sie dennoch unter



Nur mit Simulation und Virtualisierung finden Entwickler noch den Weg durch all die Problemstellungen des automatisierten Fahrens.

Berücksichtigung des Zeit- und Kostenrahmens bewältigen zu können, sind intelligente Ansätze gefragt: Es gilt, über den gesamten Entwicklungszyklus der eingesetzten Soft- und Hardwaresysteme hinweg effiziente, weitestgehend virtualisierte Methoden zu etablieren. Im Idealfall gewährleisten dies durchgängige Daten- und Workflows (Bild 1). Hohe Datendurchlässigkeit ist hier zentral: Einerseits, um verschiedene Datenformate in die virtualisierten Tests einspielen zu können, andererseits, damit bereits erfolgte Verifizierungen und Validierungen von Stufe zu Stufe weiterverwendet werden können, um verlässlich darauf aufzubauen. Das kann nur gelingen, wo Schnittstellen standardisiert sind und eine offene Systemarchitektur der Absicherungskette den Einsatz von Entwicklungswerkzeugen verschiedener Anbieter ermöglicht.

ETAS verfolgt beide Ansätze seit vielen Jahren konsequent und hat dabei ein breites Portfolio an X-in-the-Loop-Lösungen (XiL) aufgebaut. Sie reichen vom Model-in-the-Loop-Ansatz (MiL) für die grundlegende Auslegung der Systemfunktionen und -architektur in der Frühphase, über Software-in-the-Loop-Verfahren (SiL) zur Absicherung von Softwarefunktionen, die schon sehr früh zum Einsatz kommen, lange bevor ECUs, µPs, GPUs und andere Fahrzeuginfrastruktur als Hardware bereitstehen. Dabei erlaubt der Einsatz beliebig vieler virtueller Steuergeräte bereits umfassende Tests bis hin zur Simulation künftiger Car-to-x-Kommunikation. Diese haben auch den Vorteil, dass sich Tests zeitsparend parallelisieren lassen, dabei schneller als in Echtzeit durchgespielt werden können und Situationen so oft wie nötig reproduzierbar sind. Später ist es in Hardware-in-the-Loop- (HiL) sowie Vehicle-in-the-Loop-Settings (ViL) möglich, diese in SiL-Tests verifizierten und validierten Funktionen auch mit der

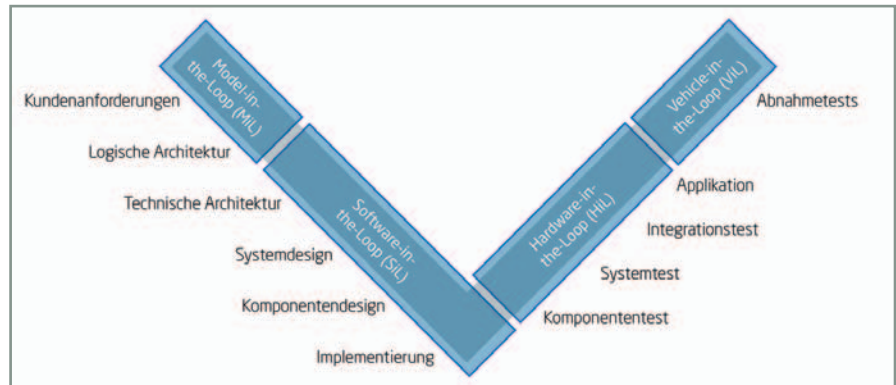


Bild 1: Durchgängige Tests sind ein wichtiger Schlüssel zum Erfolg.

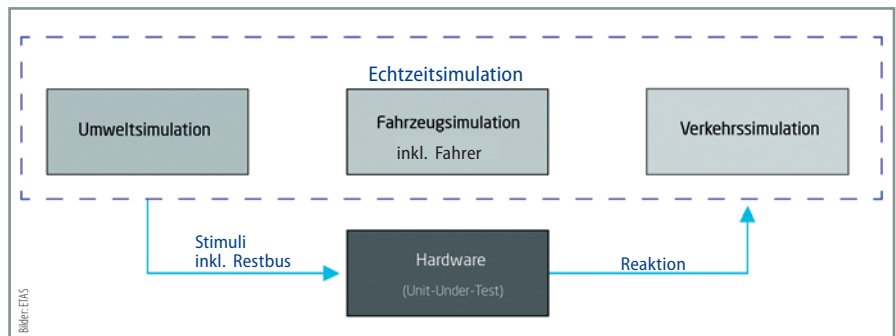


Bild 2: Für erfolgreiche ADAS-Tests muss auch die Verkehrssituation am HiL simuliert werden.

Serienhardware zu testen und zu validieren. Die Simulationen parallelisieren nicht nur den Entwicklungsprozess: Im ADAS-Umfeld ermöglichen sie es auch, die Interaktion der Fahrzeugsysteme mit variablen Umweltbedingungen, auch in sicherheitskritischen Situationen, zu erproben.

Vorhandene Werkzeugkette intelligent einsetzen

Es kommt also darauf an, die XiL-Werkzeugkette effizient zu nutzen, sie für neue Datenformate und Simulationsaufgaben zu öffnen und sie hierbei zugleich auf die rasant zunehmenden Datenvolumina vorzubereiten. Wo bisher vor allem fahrzeuginterne Systeme im Fokus standen, gilt es nun zusätzlich, die dreidimensionalen Daten der Umfelderkennung, Verkehrssimulationen oder das Fahrerverhalten und die Aufgaben der autonomen Fahrzeug-

führung in die Tests einzubeziehen (Bild 2). Je nach Architektur gilt es dafür, verschiedene ECUs und Prozessoren mit den heute üblichen Automotive-Datenbussen und künftigen Gigabyte-Ethernetleitungen zu verbinden. Die schwierigere Aufgabe besteht darin, jeweils geeignete Stimuli für die in die Simulationen eingebundenen Sensoren und Steuergeräte zu injizieren. Diese sind für Stereo-Videokameras andere als für Radar- oder Lidar-Sensoren.

Die Herausforderung beginnt mit der grundlegenden Frage, wie entsprechende Datenfiles für die Fülle an Testfällen generiert – und wie sie abgelegt werden, damit Entwickler bei Bedarf schnell gezielt darauf zugreifen können. Dieser erste Schritt erweist sich in gegenwärtigen Entwicklungsprojekten als hohe Hürde. Denn es fehlt an leistungsfähigen Tools für die notwendige Datenerfassung. Datenraten von 500 MByte/s am Steuergerät sind gefragt, schon bald werden es 1,5 bis 3 Gigabyte/s und mehr sein. ETAS hat dafür jüngst die neue, hoch performante Schnittstellenbaureihe GETK-Px vorgestellt. Daneben stehen leistungsfähige Datenlogger bereit, die per 10-GByte/s-Ethernet-Switch an die Schnittstellen angebunden werden. Wechselspeicher mit Terrabyte-Volumen erleichtern die Workflows.

Eck-DATEN

Der Weg zum automatisierten Fahren führt über virtualisierte Tests, smartes Datenhandling und Künstliche Intelligenz. Nur mit effizienten Testmethoden und mit der Wiederverwendung von Artefakten und Messdaten, wo immer es möglich ist, lässt sich diese Aufgabe überhaupt noch bewältigen. Je reifer die virtuelle Erprobung, desto geringer die Gefahr, dass in späten Entwicklungsstadien Fehler oder ungeahnte Systemschwächen auftreten. Mit einer passenden XiL-Lösung entlang der Toolkette lassen sich auch die gigantischen Aufgaben, die im Rahmen der Realisierung des automatisierten Fahrens anfallen, in den Griff bekommen.

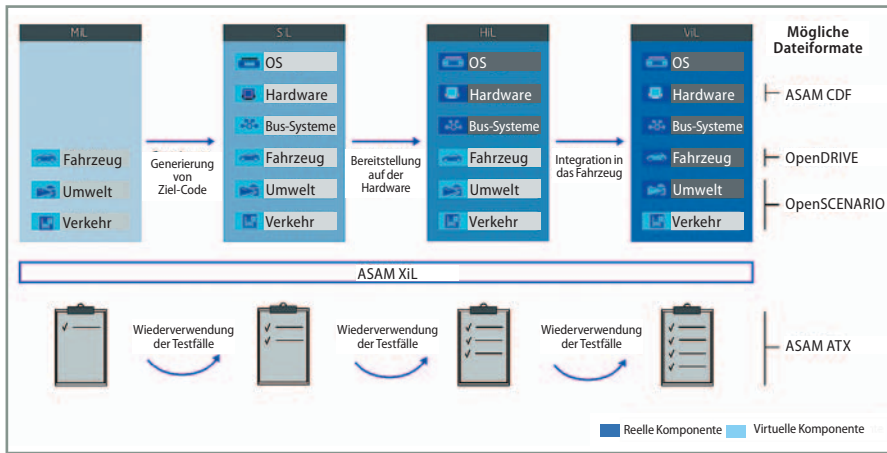


Bild 3: Schematische Darstellung der beteiligten Komponenten in den verschiedenen XIL-Ebenen.

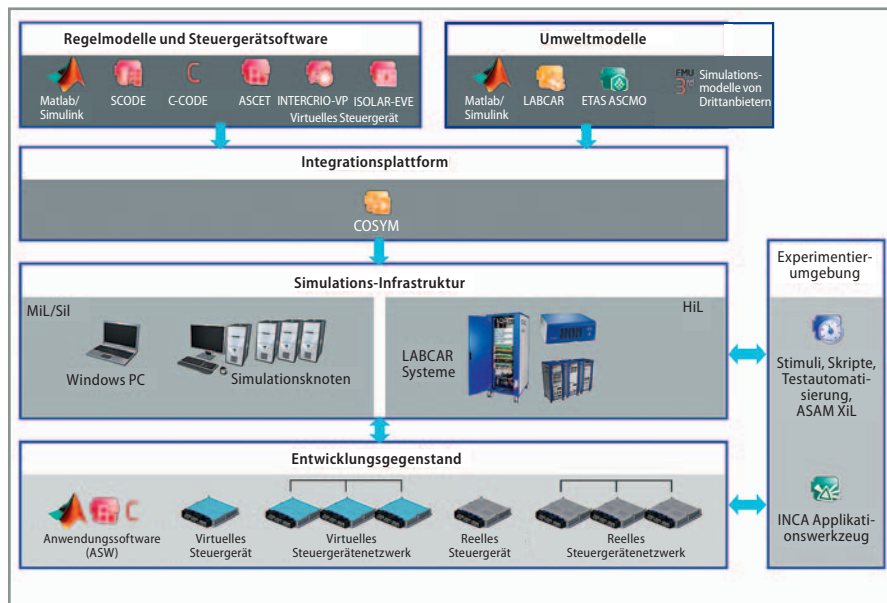


Bild 4: Übersicht über die Komponenten eines durchgängigen XIL-Ansatzes mit ETAS COSYM als Integrationsplattform.

Standardisierung ist ein Muss...

Damit Entwickler solche Lösungen auch wirklich nutzen, müssen diese sich reibungslos in gewohnte Workflows integrieren lassen. Das gelingt nur durch die Vereinheitlichung von Softwareprotokollen, Datenformaten und Schnittstellen. Darum orientiert sich ETAS konsequent an vorhandenen Standards und wirkt in vielen Standardisierungsgremien mit. Diese Philosophie spiegelt sich im Umfeld des automatisierten Fahrens neuerdings auch darin, dass Anwender ETAS-Lösungen im Automotive Data- and Time-Triggered Framework (ADTF) nutzen können.

Diese Entwicklungsumgebung schlägt eine Brücke von der Visualisierung im Fahrzeug zu den Sensor- und Steuergerätestests im Labor – und ist heute im ADAS-Bereich bei vielen führenden Herstellern und Zulieferern im Einsatz. Standardisierung ist auch die Voraussetzung dafür, dass

sämtliche im Fahrzeug gemessenen Rohdaten in den XIL-Tests ein- und abgespielt werden können. Dieser Daten-Replay ist ein fester Bestandteil der Absicherungsstrategie. Durch geschickte Kombination von virtuellen und Realdaten lassen sich schließlich die verschiedenen „Perzeptionsschichten“ der eingesetzten ADAS-Steuergeräte validieren – und darüber letztlich auch vorher eingesetzte Simulationsdaten absichern. Diesen Rückschluss zwischen Simulation und Realität gilt es in Zukunft iterativ zu verfeinern, um die Effizienz virtualisierter Tests in vollem Umfang nutzen zu können. Erst dann sind die jeweiligen Ergebnisse auch noch in späteren Entwicklungsschritten gültig.

...und bereitet das Feld für Künstliche Intelligenz

Die Datenbasis dafür kann aus virtualisierten Tests vorhergehender Projekte und

Versuchsfahrten stammen. Dank lückenloser, zeitlich synchronisierter Aufzeichnung von Messdaten und deren intelligenter Auswertung wird es möglich, bisher ungenutzte Daten mithilfe von Big-Data-Algorithmen zu veredeln. Entwickler könnten in Datenbanken gezielt auf jeweils passende Sequenzen zugreifen. Unter anderem dafür treibt ETAS Lösungen wie das Enterprise Automotive Data Management (EADM) voran. Durch den Daten-Re-Use wird es möglich, neuronale Netze systematisch anzulernen – etwa um sie auf Objekterkennung, Freiraumberechnung oder die Entscheidungsfindung im realen Verkehrsgeschehen zu trainieren.

Eine zukunftsfähige Testmethodik muss die nahtlose Wiederverwendung von Artefakten ermöglichen. Nur so lässt sich der exponentiell steigende Testaufwand im vertretbaren Zeit- und Kostenrahmen bewältigen. Dies gilt im einzelnen Projekt, wo der Re-Use den Testaufwand mit jeder Entwicklungsstufe bis hin zur Applikation reduziert. Das gilt projektübergreifend, weil die Effizienz der virtuellen Absicherung mit der wachsenden Basis an Artefakten und Messdaten stetig zunimmt. ETAS hat daher die Integrationsplattform ETAS COSYM geschaffen, die eine effiziente Durchgängigkeit bei Simulation und Test ermöglicht.

Virtualisierung ist der Schlüssel, um trotz der theoretisch unendlichen Parameterkombinationen eine vernünftige Risikominimierung zu erreichen. Sie erlaubt den schnellen Wechsel von Parametern und die beschleunigte Ausführung auf parallel laufenden virtuellen ECUs. Eine solche Methodik deckt etwaige Fehler oder Systemschwächen frühzeitig auf und minimiert den Bedarf an teuren Versuchsfahrten.

Selbst in späten Entwicklungsstadien, wo die Tests beispielsweise mit den umfassenden HiL-Lösungen aus der Labcar-Familie von ETAS fortgeführt werden können, gewährleisten Tools wie ETAS EHOOKS volle Flexibilität. Mit diesem Werkzeug können Ingenieure Bypass-Freischritte setzen und so Funktionen gekapselt erproben – unabhängig vom Steuergeräte-Lieferanten. Entwickler können so Algorithmen direkt in die Steuergerätesoftware integrieren und prüfen. Auch in der Applikation gewähr-

leisten freigeschnittene Bereiche schlanke Workflows, etwa indem sich instabile Signale einfach überbrücken lassen.

Durchgängigkeit über alle Stufen der XiL-Erprobung hinweg

Effiziente Virtualisierung im ADAS-Umfeld setzt nicht nur Know-how und Lösungen für einzelne Stufen der XiL-Tests voraus. Durchdachte Gesamtlösungen sind gefragt, in denen es standardisierte Schnittstellen und Datenformate erlauben, Testfälle einfach über alle Entwicklungsstadien hinweg zu reproduzieren. Vereinheitlichte Zugänge zur jeweiligen Unit-Under-Test (UUT) und den verwendeten Modellen und Datenfiles können mit etablierten Standards wie ASAM CDF, ASAM XiL und ASAM ATX sowie mit neuen Ansätzen, wie Openscenario realisiert werden. Erst auf Basis dieser Standardisierung ist es möglich, die Verifizierung und Validierung von Software für autonom fahrende Fahrzeuge nahtlos von der Fehlersuche im vereinfachten Modell bis zur Erprobung mit realen Hardwarekomponenten voranzutreiben – und dabei jeweils Testbeschreibungen,

Datensätze mit Parametern, Stimuli für Sensoren oder Evaluierungsmodule von Stufe zu Stufe weiterzuverwenden (Bild 3).

Fazit

Um ADAS und das hoch automatisierte Fahren effizient absichern zu können, ist umfassende Virtualisierung unabdingbar. Die Komplexität und Fülle der Testaufgaben steigt schon allein durch die Fülle unterschiedlicher Sensoren, Soft- und Hardwarearchitekturen im Fahrzeug rasant. Auch muss die noch weit komplexere Interaktion der Systeme mit der Umwelt und mit allen anderen Verkehrsteilnehmern abgesichert werden. Zu bewältigen ist dies nur mit effizienten Testmethoden und mit dem Re-use von Artefakten und Messdaten, wo immer er möglich ist. Standardisierte Schnittstellen und Datenformate sind von zentraler Bedeutung.

Daneben braucht es hoch performante Lösungen zur Datenerfassung und -aufzeichnung in Fahrzeugen. Die so gewonnenen Daten müssen für die ADAS-Entwicklung nutzbar gemacht werden, um die

Lücke zwischen Versuchsfahrt und Simulation nach und nach zu schließen. Je reifer die virtuelle Erprobung, desto geringer die Gefahr, dass in späten Entwicklungsstadien Fehler oder ungeahnte Systemschwächen auftreten. Dazu trägt ETAS mit seinem Lösungsportfolio entlang der virtuellen XiL-Erprobung bei. Schneetreiben – so viel ist sicher – darf und wird die Sicherheit von selbstfahrenden Fahrzeugen nicht beeinträchtigen. (av) ■



Autor

Dr. Jürgen Häring

Leiter des Produktmanagements im Bereich Test und Validierung bei ETAS in Stuttgart

Joachim Löchner

Field Application Engineer bei ETAS in Stuttgart

Thomas Schöpfner

Solution Manager für ADAS-MCD-Lösungen bei ETAS in Stuttgart

all-electronics.de

infoDIREKT

321ael0618

ELECTROLUBE
THE SOLUTIONS PEOPLE

smthybridpackaging
System Integration in Micro Electronics

5-7 June 2018, Nuremberg
Hall 4, Stand 548

Durchbruch in der Anwendung von Schutzlacken

Unser Wissen um weite Bereiche der Industrie, kombiniert mit unseren Fortschritten in Forschung und Entwicklung, haben zum Entstehen einer Palette an Schutzlacken mit einer zwangsläufig hohen Leistungsfähigkeit und Beständigkeit für den Einsatz in Wehrtechnik, Luft- und Raumfahrt, sowie in anderen kommerziellen Industriezweigen geführt.

Obgleich bereits vielfältige Elektro-Chemikalien für Lösungen im Rahmen unseres Produktspektrums vorhanden sind, ist es unsere spezielle Herangehensweise an Problemstellungen, die uns als Schlüssellieferant und -entwickler für die technische- und Elektroindustrie unseren Platz im Markt hat finden lassen.

Ist es nicht an der Zeit herauszufinden, wie Electrolube Ihnen dienen kann? Rufen Sie einfach an, oder besuchen Sie unsere Web-Seite.

+49 221 8282 9060

www.electrolube.com

Scannen Sie den Code und entdecken Sie unser umfassendes Spektrum ausgezeichneter Schutzlacke und elektrochemikalischer Lösungen.



- Reinigung in der Elektronikfertigung & allgemeine Reinigung
- Schutzlacke
- Vergussmassen
- Thermische Management Lösungen
- Kontaktschmiermittel
- Wartungs & Service-Produkte