

AUTOSAR für intelligente Fahrzeuge

Die AUTOSAR Adaptive Plattform

Lorenz Slansky, AUTOSAR Chairman, Daimler AG

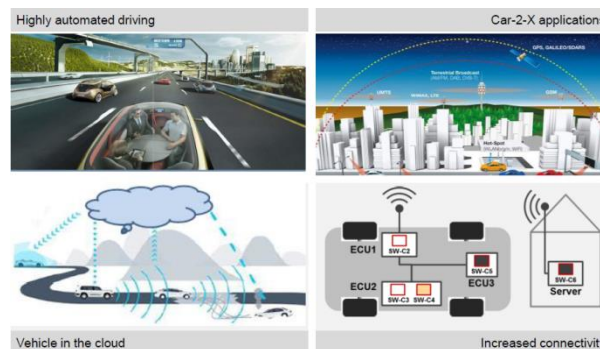
Dr. Thomas Scharnhorst, AUTOSAR Spokesperson, AUTOSAR Entwicklungspartnerschaft

Neue Anwendungen, wie hoch automatisiertes Fahren, Car-2-X, Software-Updates-Over-The-Air oder Fahrzeuge als Teil des Internet der Dinge, erheben völlig neue Anforderungen an eine Software-Plattform für die nächste Generation von Steuergeräten. AUTOSAR als weltweit führende Standardisierungsorganisation für fahrzeuginterne Software nimmt sich dieser Herausforderung an und ebnet den Weg für intelligente und anpassungsfähige Fahrzeuge. Basierend auf einer Reihe von ausgewählten Anwendungsfällen, die von den AUTOSAR-Partnern identifiziert wurden, werden die Herausforderungen zur Bewältigung der Anforderungen für Fahrzeuge der nächsten Generation beschrieben. Die neue Plattform zielt darauf ab, den dynamischen Einsatz von Kundenanwendungen zu unterstützen. Es wird eine Umgebung geschaffen, die rechenintensive Applikationen und tief eingebettete und Nicht-AUTOSAR-Systeme reibungslos miteinander verbindet und dabei typische Merkmale bewahrt, die in tief eingebetteten Systemen gefordert werden, wie z.B. Sicherheit, Determinismus und Echtzeit-Fähigkeiten. Die AUTOSAR Adaptive Plattform, die basierend auf existierenden Standards wie POSIX spezifiziert wird, wird ergänzt durch automobilspezifischen Funktionalitäten, die es ermöglichen, die Plattform in einem Automobilnetz zu betreiben.

I. EINLEITUNG

Fahrzeuge entwickeln sich weiter zu echten Cyber-physikalischen Systemen, während die Verbindung zum Internet und der Austausch von Daten mit Smartphones bereits Stand der Technik ist. Zukünftige Fahrzeuge werden mit fast allem kommunizieren: Smart-Homes, Straßen-Infrastruktur und auch mit Fahrzeugen um sie herum - sie werden ein Teil des Internets der Dinge.

Abb. 1. Anwendungsfälle, die eine Weiterentwicklung des AUTOSAR-Standards vorantreiben



Ein weiterer Trend neben der zunehmenden Konnektivität ist die Vision des autonomen Fahrens. Weitere Verbesserungen der heutigen Fahrerassistenzsysteme wie Adaptive Cruise Control ebnet den Weg zu hoch automatisiertem Fahren und autonomen Parkplätzen, siehe Abbildung 1.

Die Realisierung dieser neuen Fähigkeiten führt auch zu neuen Anforderungen an die Software-Infrastruktur, die diese Funktionalitäten unterstützt. Neben den vorhandenen Anforderungen wie funktionaler Sicherheit und Security muss die Softwarearchitektur auch z.B. Hardware mit hoher Rechenleistung und vielen Kernprozessoren, Updates-over-the-Air, Kommunikation mit Backend-IT-Systemen oder den dynamischen Einsatz von Applikationen, sowie die Zuverlässigkeit zur Realisierung autonomer Fahrzeuge gewährleisten. Eine Untersuchung basierend auf AUTOSAR Classic zeigte, dass diese neuen Anforderungen nicht durch heutige Softwarearchitekturen realisiert werden können, bei denen die fahrzeuginterne Kommunikation fast immer über einen tief eingebetteten Micro Controller erfolgt, der die AUTOSAR Classic Software Architektur benutzt. Im Allgemeinen ist eine Software-Infrastruktur erforderlich, die viel flexibler ist als heute. Sie muss in hohem Maße verfügbar und in der Lage sein, sich an bestimmten Anwendungsanforderungen zu einem gegebenen Zeitpunkt anzupassen. Eine Erweiterung der Softwarearchitektur von AUTOSAR Classic von tief eingebetteten Systemen ausgehend, erwies sich als nicht realisierbar. Infolgedessen werden die heutigen Architekturen durch eine neue

Plattform ergänzt, die sich zusammen mit Betriebssystemen für Hochleistungsrechner durch Merkmale der Zuverlässigkeit wie z.B. Sicherheit, Verfügbarkeit, Security oder Echtzeit auszeichnet. Trotzdem bleiben die bekannten Eigenschaften des tief eingebetteten Systems erhalten. Die Kombination dieser Plattformen führt zu einem „Quantensprung“ der heutigen E/E-Architekturen.

II. SCHLÜSSEL DER NEUEN E / E ARCHITEKTUR

Die folgenden zwei Schlüsselaspekte charakterisieren die E/E-Architekturen von morgen:

A Integration heterogener Softwareplattformen

Netzwerk-Architekturen von heutigen Autos können hauptsächlich in die verschiedenen Domänen Infotainment und Konnektivität, Chassis, Powertrain gruppiert werden. Während Infotainment-Steuergeräte in der Regel Linux oder kommerzielle Allzweck-Betriebssystemen nutzen, ist die AUTOSAR Classic Plattform der Standard für tief eingebettete Steuergeräte. Mit den neuen Anwendungsfällen und der steigenden Nachfrage auch aus tief eingebetteten Applikationen für hohe Rechenleistung, entsteht ein dritter Steuergerät-Typ mit unterschiedlichen Merkmalen, die mit bestehenden E/E-Architekturen verbunden werden müssen.

B Serviceorientierte und signalbasierte Kommunikation

Die traditionelle Automobil-Kommunikation basiert immer noch auf der Idee von Steuergeräten, die Signale an andere Steuergeräte als Broadcast liefern. Dieses Paradigma passt sehr gut für Steuerungsdaten von begrenzter Größe, die zyklisch kommuniziert werden müssen.

Fortgeschrittene Anwendungen, wie hoch automatisiertes Fahren mit höheren Nutzlastanforderungen, z.B. um dynamische Längen der Botschaften von Objekten auszutauschen, die von Sensoren und Ethernet als Kommunikationssystem genutzt werden, erfordern anspruchsvollere Protokolle. Das Konzept der serviceorientierten Kommunikation basiert auf Anwendungen, die einen Service auf dem Kommunikationssystem anbieten und anderen Anwendungen, die diesen Service abonnieren. Die Daten werden nur an die Abonnenten gesendet. Die Kombination aus serviceorientierter Kommunikation mit dem bestehenden signalbasierten Paradigma ist der zweite Schlüsselaspekt zukünftiger E/E-Architekturen und bedeutet eine anspruchsvolle Herausforderung aus methodischer Sicht.

AUTOSAR als globales Standardisierungskonsortium für Automobilsoftwarearchitekturen zielt darauf ab, diese Trends aufzugreifen und einen einheitlichen Standard für dieses Umfeld zu schaffen.

C Neuer Standard

Für tief eingebettete Systeme, die typische Antriebsstrang- und Chassis-Funktionalitäten realisieren, bleibt die AUTOSAR Classic Plattform die erste Wahl. Solche Anwendungen zeichnen sich durch hohe Ansprüche an Sicherheit, Echtzeit und Determinismus aus, während sie auf kostengünstiger Hardware laufen. Mittlerweile bietet AUTOSAR diesen Anwendungen eine bewährte und ausgereifte Softwareplattform mit einer weit verbreiteten Methodik, die alle heutigen Kooperationsmodelle unterstützt.

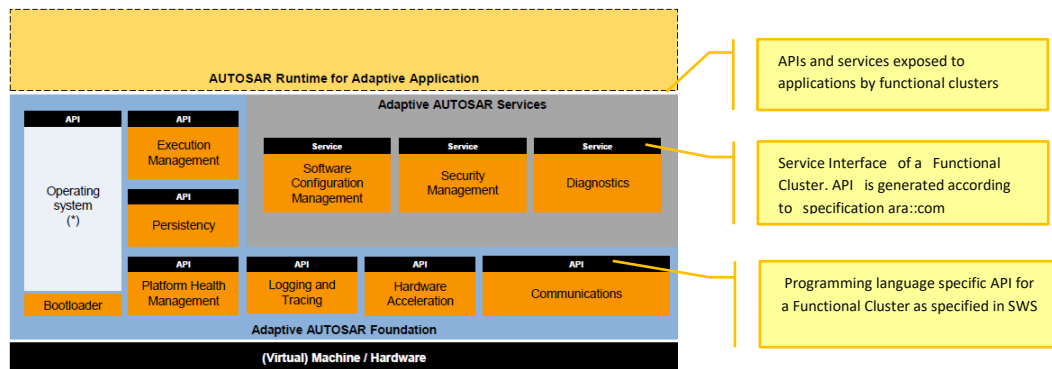
Um die dynamische Bereitstellung von Kundenanwendungen zu unterstützen, um zuverlässige Anwendungen zu unterstützen und um eine Umgebung für Anwendungen bereitzustellen, die High-End-Rechenleistung erfordern, setzt AUTOSAR derzeit eine zweite Softwareplattform auf, die als AUTOSAR Adaptive Plattform bezeichnet wird. Auf der Grundlage bestehender Standards ist die Idee, von den Entwicklungen in anderen Bereichen (z. B. Unterhaltungselektronik, Automatisierungsindustrie) so weit wie möglich zu profitieren und dabei weiterhin automobilspezifische Anforderungen, wie z.B. funktionale Sicherheit, zu berücksichtigen.

III. DIE AUTOSAR ADAPTIVE PLATTFORM

Abbildung 2 zeigt die Gesamtarchitektur dieser neuen Plattform. Für Release 17-03 war eines der Hauptziele für die AUTOSAR Adaptive Plattform, den Anwendungsentwicklern eine stabile Applikationsschnittstelle wie die AUTOSAR Runtime for Adaptive Applications (ARA) zur Verfügung zu stellen. Diese standardisierte Schnittstelle erlaubt den Zugriff auf Betriebssystemfunktionalitäten und eine Kommunikations-Middleware, die den Datenaustausch mit lokalen und entfernten Anwendungen sowie den Adaptive AUTOSAR Services ermöglicht. Das zweite Ziel besteht darin, die grundlegende Funktionalität zu unterstützen, die zur reibungslosen Integration der Plattform in bestehende E/E-Architekturen auf Basis von Ethernet benötigt wird.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden folgende Funktionscluster spezifiziert: Der Kern der AUTOSAR Adaptive Platform basiert auf POSIX. Das Betriebssystem kann von der Applikation über eine Teilmenge von POSIX nach IEEE1003.13 [1], nämlich PSE51, verwendet werden und stellt dem Anwendungsentwickler häufig verwendete Funktionalitäten wie Signale, Timer, Semaphoren, Signal und Thread Handling zur Verfügung. Eine Anwendung, die sich auf die Verwendung dieser Teilmenge beschränkt, muss für jede AUTOSAR Adaptive Platform portabel sein. Aus funktionaler Sicht definiert das Betriebssystem einige wesentliche Unterschiede der AUTOSAR Adaptive Platform im Vergleich zur AUTOSAR Classic Platform. Anwendungen sind nicht mehr an einen sehr strengen und statischen Ablaufplan und eine Speicherverwaltung gebunden, sondern können eigenständig (innerhalb klar definierter Grenzen), Threads erstellen und zerstören und Speicher verwalten, abhängig von ihrem aktuellen Bedarf.

Fig 2. Architektur der AUTOSAR Adaptive Platform



(*) OS not standardized by AUTOSAR

Das Funktionale Cluster Execution Management ist verantwortlich für das Starten und Herunterfahren des Steuergerätes sowie der Applikationen durch die Verwaltung der Applikationszustände. Gemeinsam mit dem geplanten Platform Health Management (nächste Version 17-10) muss darauf geachtet werden, dass die notwendigen Ressourcen für die Applikationen eingehalten werden, um Degradation oder ähnliche Strategien auszulösen, damit das Steuergeräts in einer kritischen Situation nach einer gut definierten Strategie reagiert.

Die Kommunikations-Middleware realisiert und abstrahiert die serviceorientierte Kommunikation zwischen lokalen Applikationen sowie Anwendungen, die sich auf anderen Steuergeräten befinden. Dazu gehört auch die Interaktion mit den AUTOSAR Adaptive Services.

Für das Release 17-03 wurde die Unterstützung von Ethernet-basierten Kommunikationssystemen auf Basis von SOME / IP als Busprotokoll erreicht, indem z.B. Anwendungen auf der AUTOSAR Adaptive Platform ermöglicht werden, die Kommunikationsbeziehungen zu Steuergeräten der AUTOSAR Classic Platform aufbauen. Die erste Version enthält auch Log- und Trace-Funktionen zum Debuggen eines AUTOSAR Adaptive Steuergeräts sowie eine erste Version für persistente Speicherung von Daten und die Portierung der wichtigsten Diagnose Funktionen zu einer POSIX-basierten Architektur.

Das Ziel für das Release 17-03, die ersten Serienprojekte zu starten, um mit der Entwicklung von Steuergeräten und Applikationen auf Basis des AUTOSAR Adaptive Standards zu beginnen, wurde größtenteils erreicht. Für die folgenden Releases der Adaptive Platform existiert eine Roadmap mit einer großen Zahl an Zusatzfunktionen. Dies schließt z.B. die Unterstützung für Fehler tolerante Systeme mit ein, sowie verbesserte Sicherheits- und Security Eigenschaften und die Integration von Car2X-Kommunikationsprotokollen. Aufgrund der Hauptanwendungsfälle der Adaptive Platform liegt der Schwerpunkt auf der Unterstützung der Zuverlässigkeit.

IV. UNTERSTÜTZUNG FÜR DIE INTEGRATION VON HETEROGENEN PLATTFORMEN

Die von AUTOSAR definierte Methodik ist heute die einzige standardisierte Lösung, die es ermöglicht, die Softwarearchitektur zusammen mit der Netzwerktopologie in einem einheitlichen maschinenlesbaren Format zu beschreiben. Bisher betrachtete dieses Konzept nur die Steuergeräte auf Basis der AUTOSAR Classic Platform und dem Prinzip der signalbasierten Kommunikation. Für die Zukunft besteht die wichtigste Herausforderung darin, einen nahtlosen Integrationsprozess unterschiedlicher Plattformen zu unterstützen. Mit der Einführung von Ethernet und einem serviceorientierten Kommunikations-Paradigma auf Basis von SOME / IP im Release 4.1.1 der Classic Platform hat AUTOSAR bereits einen großen Schritt zur Unterstützung dieses Anwendungsfalls gemacht. In Bezug auf SOME / IP kann ein Service als funktionale Darstellung eines Steuergeräts auf dem Bus

unabhängig von der zugrunde liegenden Softwareplattform gesehen werden. Daher muss eine formale Beschreibung eines Services unabhängig von einer bestimmten Plattform sein, sei es die AUTOSAR Classic Plattform, die AUTOSAR Adaptive Plattform oder auch eine Nicht-AUTOSAR Plattform. Der entscheidende Punkt besteht darin, dass jede Plattform den Service auf die gleiche Weise realisiert, d.h. in Bezug auf sein Verhalten und der Darstellung im On-the-Wire-Format. Das bedeutet, dass AUTOSAR Antworten auf folgende Aspekte geben muss:

- Beschreibung der relevanten Kommunikationsbeziehungen auf Software-Ebene
- Bereitstellung von standardisierten Kommunikationsprotokollen.

Der Hauptunterschied zwischen den Plattformen, die von AUTOSAR und anderen Plattformen unterstützt werden, ist dann die Unterstützung einer Methodik, die es den Tool-Herstellern ermöglicht, eine automatisierte Konfiguration von Steuergeräten mit einem Software-Stack bereitzustellen, der dem Standard entspricht.

V. AUTOSAR STANDARDS UND ZEITLEISTE

Um den Standard beherrschbar und früh nutzbar zu machen und um Flexibilität zu ermöglichen, hat AUTOSAR beschlossen, seine Ergebnisse in mehrere Standards mit verschiedenen Funktions-Sets aufzuteilen. Ein AUTOSAR-Standard ist nun definiert als ein konsistenter Satz von AUTOSAR Ergebnissen, die gleichzeitig freigegeben werden. AUTOSAR Ergebnisse, sind die folgenden (aber nicht beschränkt auf die folgenden):

- textliche Erklärungen
- Textspezifikationen
- Testspezifikation
- Quellcode
- andere formale oder halbformale Textformate (z. B. ARXML, UML-Modelle, XML-Schemata)

Der Ansatz, die Ergebnisse von AUTOSAR in Standards zu strukturieren, eröffnet auch die neue Möglichkeit, mit zukünftigen Anwendungsfällen umzugehen und die neue AUTOSAR Adaptive Plattform neben dem AUTOSAR Acceptance Test und der AUTOSAR Classic Plattform zu etablieren. Gemeinsame Teile dieser Standards wie Bus-Protokolle und gemeinsame Aspekte der Methodik werden als separater Standard als AUTOSAR Foundation veröffentlicht.

Bisher hat sich die AUTOSAR-Partnerschaft auf die folgenden Roadmap für ihre Hauptstandards geeinigt. Die nächste Bugfix-Version für die AUTOSAR Classic Plattform ist für Dezember 2017 geplant, gefolgt von einer weiteren Release im Oktober 2018, die Erweiterungen des Standards vorsieht. Das erste Release R17-03 von AUTOSAR Adaptive wurde am 31. März pünktlich veröffentlicht. Diesem werden in etwa im Halbjahresrhythmus mit der nächsten Version 17-10 im Oktober 2017 sowie zwei weitere bis Oktober 2018 folgen. Ziel ist es, dass die wichtigsten Entwicklungsaktivitäten im Oktober 2018 in einer gemeinsamen Veröffentlichung von AUTOSAR Classic, Adaptive und Foundation abgeschlossen werden. Diese synchronisierte Veröffentlichung der drei AUTOSAR Standards soll die Anwendung einer neuen gemeinsamen Methodik zur Anwendung von AUTOSAR als Ganzes in E/E-Architekturen ermöglichen.

VI. SCHLUSSFOLGERUNG

Seit mehr als 10 Jahren hat der AUTOSAR Standard bewiesen, dass er über eine bestens etablierte und sehr gut geeignete Organisation verfügt, um den Standard für Software-Infrastrukturen und Plattformen, die den Anforderungen der Automobilelektronik entsprechen, zu definieren, zu koordinieren und diesen bereit zu stellen..

Die anstehenden Herausforderungen sowie neue Funktionalitäten stellen weiterhin anspruchsvolle Anforderungen an zukünftige E/E-Architekturen. Mit der Umstrukturierung des Portfolios und der Einführung der neuen AUTOSAR Adaptive Plattform hat die Standardisierungsorganisation AUTOSAR diese Herausforderung angenommen und wird auch in Zukunft eine gemeinsame Plattform für ihre Nutzer bieten.

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wurde von den Mitgliedern des AUTOSAR-Steuerkreises und dem AUTOSAR-Projektleiter-Team unterstützt. Unser besonderer Dank gilt Dr. Bechter, M. Niklas und Dr. Wille, die zur Erstellung dieser Veröffentlichung beigetragen haben.

REFERENZEN

- [1] <http://www.autosar.org>
- [2] IEEE1003.13; IEEE Standard for Information Technology - Standardized Application Environment Profile (AEP) - POSIX® Realtime and Embedded Application Support
- [3] Fürst, Simon, Dr. Bechter, Markus, BMW Group, AUTOSAR for Connected and Autonomous Vehicles-The AUTOSAR Adaptive Platform. 46th Annual IEEE-IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks, 16.06.28. Toulouse, France.