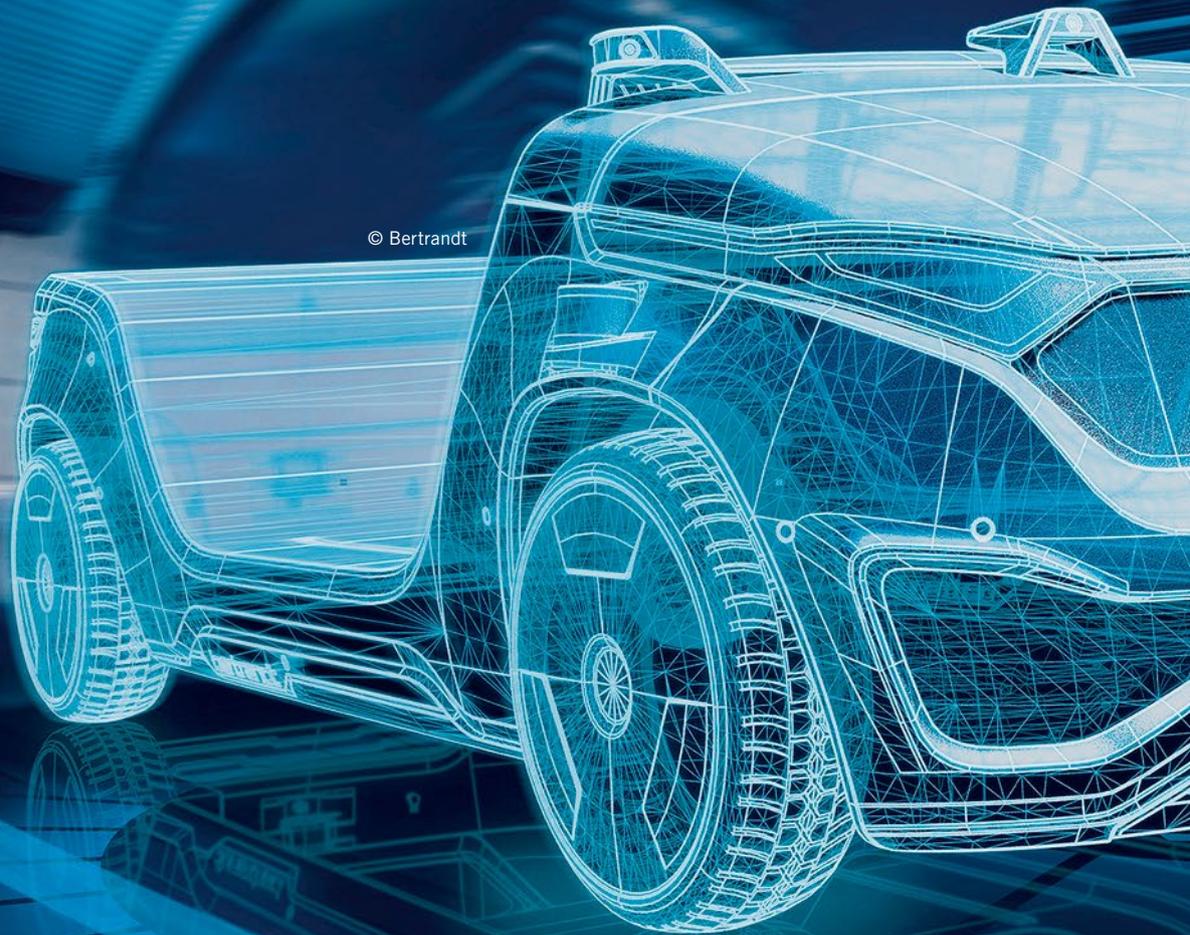


Serviceorientierte E/E-Architektur mit der Innovationsplattform HARRI

Serviceorientierte Kommunikation ist ein Thema, das die Automobilbranche stark beschäftigt. Immer mehr E/E-Architekturen, die diese Konzepte anwenden, werden von Automobilherstellern, Systemlieferanten oder Technologiefirmen vorgestellt. Jedoch ergeben sich damit auch Risiken und Grenzen, die es zu untersuchen gilt. Mit der Innovationsplattform HARRI stellt Bertrand eine eigene Lösung für zukünftige Fahrzeug-E/E-Architekturen vor.

© Bertrand



AUTOREN



Dipl.-Ing. Cornelius Butzkamm
ist Teamleiter Architektur und
Vernetzung bei Bertrand
in Ingolstadt.



Konstantin Brand, M. Sc.
ist Spezialist für Automotive
Ethernet und SOA bei
Bertrand in Ingolstadt.

STATUS QUO

Die aktuellen technologischen Herausforderungen der Automobilindustrie stellen neue Anforderungen an zu verarbeitenden Datenmengen sowie an Geschwindigkeiten des Datentransports. Die Einführung von Automotive Ethernet bietet einen Lösungsansatz, der neue Möglichkeiten bezüglich Geschwindigkeit und Datenmenge mit sich bringt und zusätzliche Chancen bietet, den Informationsaustausch konzeptionell neu zu gestalten. Ein weiterer aktueller Trend zeigt sich in der Einführung von E/E-Architekturen mit hochperformanten Domain-Controllern. Durch die technologischen Neuerungen werden vermehrt serviceorientierte Kommunikationskonzepte auf Ethernet-basierten Netzwerkstrukturen eingesetzt. Ein Protokoll, das serviceorientierte Kommunikation gewährt, ist das SOME/IP-Protokoll (Scalable Oriented MiddlewarE over IP). Dabei handelt es sich um ein Remote Procedure Call (RPC) Protocol, das nach den Bedürfnissen der Automobilindustrie entwickelt wurde [1].

FÜR AUTONOMES, VERNETZTES UND ELEKTRIFIZIERTES FAHREN

Bertrand entwickelt Lösungen für künftige technologische Fragestellungen der automobilen Welt entlang der gesamten Wertschöpfungskette und beschäftigt sich dabei mit den aktuellen Trendthemen Digitalisierung, autonomes Fahren, Vernetzung und Elektromobilität. Die technischen Lösungen dafür wurden auf der Innovationsplattform HARRI zusammengefasst. Bei dem Projekt wurden sowohl Ansätze der agilen Entwicklung als auch von SPICE vereint und so eine User Experience auf Basis von psychologischen und technischen Ansätzen bis hin zur intuitiven Kommunikation zwischen Mensch und Maschine mit einem benutzerfreundlichen Interface (HMI) geschaffen. Die Datenverarbeitung im und außerhalb des Fahrzeugs ist Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Digitalisierung und Vernetzung. Der Showcase demonstriert Themen wie eine solide Backend-Struktur, schnelle Erkennung und Verarbeitung von gesammelten Daten und Car-2-X-Kommunikation.

Um die technischen Schwerpunkte rund um die oben genannten Trendthemen realisieren zu können, wurde eine

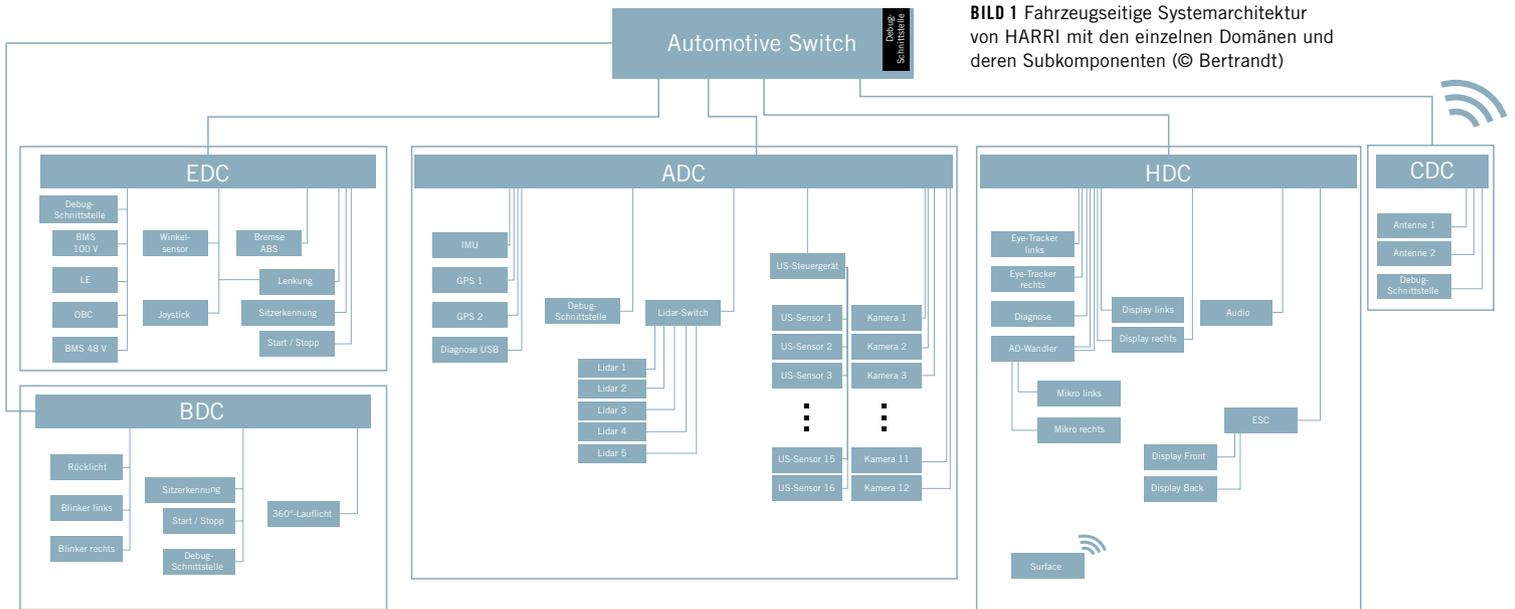


BILD 1 Fahrzeugseitige Systemarchitektur von HARRI mit den einzelnen Domänen und deren Subkomponenten (© Bertrand)

neue E/E-Architektur mit fünf Domain-Controllern implementiert, bei der auf Interdomain-Ebene mittels 100BASE-T1 [2] mit SOME/IP kommuniziert wird. Mit HARRI wurde somit ein Ansatz einer clusterbasierten, serviceorientierten Domain-Rechnerarchitektur umgesetzt. Die Domains wurden wie folgt aufgeteilt: Der Autonomous-Drive-Domain-Controller (ADC) vereint in seiner Subdomain vor allem Sensorik zur Umfelderkennung (Lidar, Kamera, Ultraschall). In der Subdomain des Electric-Vehicle-Domain-Controllers (EDC) befinden sich Aktuatorik/Regelkreise zum Bewegen eines Elektrofahrzeugs (X-by-Wire-Anwendungen). Unterhalb des HMI-Domain-Controllers (HDC) wurde ein HMI-Konzept für autonom fahrende Fahrzeuge umgesetzt (Displays, Sprachdialogsystem). Der Connectivity-Domain-Controller (CDC) ist für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Backend mit weiteren Frontend-Anwendungen verantwortlich. In der Body-Domain-Controller-Subdomain (BDC) wurden Sitzplatzbelegungen und Lichtfunktionen umgesetzt, **BILD 1**.

VERSCHIEDENE ARCHITEKTURKONZEPTE

Aufgrund verschiedener Veröffentlichungen, Präsentationen und Fachdiskussionen, bezogen auf serviceorientierte Kommunikationskonzepte im

Fahrzeug, hat sich herausgestellt, dass es unterschiedliche Interpretationsmöglichkeiten und Vorteile der einzelnen Ansätze gibt. Im Folgenden werden diese verschiedenen Ansätze sowie die Besonderheiten gegenübergestellt. Um die bestmögliche Lösung zur Integration in den Showcase zu erhalten, hat sich das zuständige Team ausführlich mit den verschiedenen Ansätzen beschäftigt, **BILD 2**.

ZENTRALISIERTER ANSATZ

In zentralisierten Architekturen werden alle Informationen in einer zentralen Stelle zusammengeführt. Um dies zu

realisieren, werden sogenannte hoch-integrative Steuergeräte konzipiert, auf denen mehrere virtuelle Steuergeräte realisiert werden. Die serviceorientierte Architektur (SOA) dient dabei dazu, die Software dieser Steuergeräte modular und erweiterbar zu gestalten. Die definierten Services tauschen Informationen direkt untereinander aus (Software-Parameterübergabe). Diese virtuellen Signale sind nicht auf einem physikalischen Medium messbar, was in einem fortgeschrittenen Integrationsstadium zu Herausforderungen führen kann. Zudem zeigt sich, dass in diesem Ansatz Services voneinander abhängen und unter Umständen sogenannte Deadlocks

BILD 2 Bei HARRI wurde ein dezentraler Ansatz mit einer Domain-Struktur umgesetzt (© Bertrand)



mit sich bringen. Vorteil von virtuellen Steuergeräten, die über Services miteinander kommunizieren, ist unter anderem eine sehr kurze Latenzzeit des Datenaustausches.

DEZENTRALISIERTER ANSATZ MIT LOAD BALANCING

Dezentralisiertes Load Balancing ist ein Ansatz, bei dem Steuergeräte mit einem leistungsstarken Backbone verbunden sind. Zu Beginn startet jedes Steuergerät mit vordefinierten Services. Befindet sich das Steuergerät in einem bestimmten Leistungsschwellwert, kann es über ein Handover-Konzept Services zu einem anderen Steuergerät mit freien Rechenkapazitäten übergeben. Ein Service ermöglicht somit, dass eine Berechnungsaufgabe am Ort A durch freie Rechenkapazitäten am Ort B berechnet wird. Dadurch wird ein dynamisches Nutzen freier Kapazitäten ermöglicht. Heruntergebrochen auf den Nutzdateninhalt der Ethernet-Frames werden hier interne Berechnungsgrößen und Rechenraten über das physikalische Medium transportiert, die somit erfassbar, aber nicht interpretierbar sind.

DEZENTRALISIERTER ANSATZ MIT THEMENCLUSTERN

In einer dezentralen, clusterbasierten Architektur, wie sie bei der Innovationsplattform eingesetzt wurde, gibt

es konkrete Aufgabenfelder, die in logische Domains mit einem leistungsstarken Domain-Controller untergliedert sind. In deren Subdomain befinden sich alle notwendigen Peripheriegeräte, die zur Umsetzung der Services dienen. Dies hat den Vorteil, dass jede Domain autark arbeiten kann. Heruntergebrochen auf den Nutzdateninhalt der Ethernet-Frames werden bei diesem Ansatz Nutzdaten im klassischen Sinne der Fahrzeugkommunikation über das physikalische Medium transportiert, die somit erfassbar und auch interpretierbar sind.

PHILOSOPHIE DER SO-ARCHITEKTUR

Bei der Umsetzung von HARRI wurde ein Service als Dienst verstanden, der eine bestimmte Aufgabe erfüllt. Er ist eine einheitliche Schnittstelle, hinter der mehrere Applikationen verborgen sind. Ein Service besteht daher aus vielen kleineren Methoden, sogenannten Remote Procedure Calls (RPC), an denen sich andere Services bedienen können. Die Bedienung von RPCs entspricht einem der Grundgedanken des Kommunikationsprotokolls SOME/IP [3].

Die Service-Philosophie sieht vor, dass ein Service es ermöglicht, eine Aufgabe zu erledigen, von welcher der Nutzer nicht weiß, wie sie funktioniert. Als Grundregel wurde dafür definiert, dass ein Service eigenständig in einem

Themengebiet handeln kann. Damit das möglich ist, wurde die clusterbasierte Domain-Architektur gewählt, das heißt eine Domain hat direkten Zugriff auf alle für sie relevanten Informationen und kann ihre Themen eigenständig bearbeiten. Der direkte Zugriff wird zum Beispiel durch klassische Bussysteme (CAN, LIN) realisiert. Mit dem Service können die realisierten Funktionen im Fahrzeug zur Verfügung gestellt werden.

Um dies realisieren zu können, musste allerdings die Gewohnheit, Funktionen ganzheitlich zu planen, aufgegeben werden. Daher wurde die Philosophie etabliert, dass jeder Service eine Aufgabe, beispielsweise von A-N erfüllt. Durch die Serviceschnittstelle kann diese von anderen aufgenommen und weiter genutzt werden, um eigene Funktionen umzusetzen; beispielsweise von M-Z. Als Beispiel ist bei HARRI der ADC für das autonome Fahren (Objekterkennung, alternative Routenplanung, Überholvorgang) verantwortlich, aber nicht für deren Umsetzung. Der Electric-Vehicle-Domain-Controller (EDC) kann den Service des autonomen Fahrens abonnieren und die Information vom ADC erhalten. Was allerdings mit den Informationen geschieht, entscheidet der EDC. Dieser erhält zusätzliche Informationen von seiner Domain (Batterieleistung, Status der Lenkung, manueller Fahrwunsch) und verbindet diese Informationen mit denen des ADCs. Der ADC übernimmt den Dienst



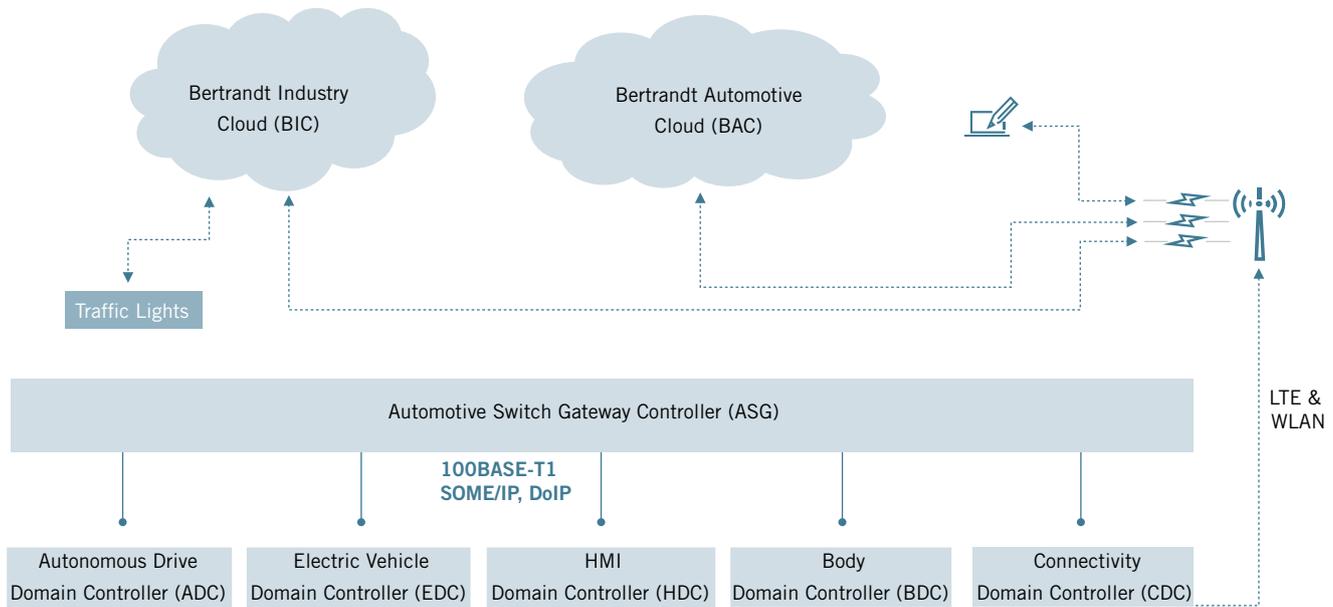


BILD 3 Über verschiedene Integrationsstufen von HARRI wurde das Prinzip der serviceorientierten Kommunikation stetig hinterfragt und weiterentwickelt © Bertrandt

des „Sehens“, der EDC entscheidet, wie es am besten umzusetzen ist. Mithilfe von komplexen Datenstrukturen kann ein digitales Abbild einer Situation beziehungsweise eines Szenarios geschaffen werden, das von einem anderen Teilnehmer aufgenommen und interpretiert werden kann.

Die Umsetzung gemäß dieser Philosophie birgt weitere Vorteile: Durch die einheitliche Schnittstelle müssen Informationen von der Applikation zum Service abstrahiert werden. Somit ist ein Austausch von Hardware- oder Softwarekomponenten innerhalb der EDC-Subdomain möglich (leistungsfähigere E-Maschine oder Lenkung), ohne einen Anpassungsaufwand auf Seiten des ADCs, **BILD 3**.

ABHÄNGIGKEITEN VON SERVICES VERRINGERN

Bei der Entwicklung der Innovationsplattform stellte Bertrandt fest, dass jeder Fachbereich die Schnittstellen und Methoden der Services beliebig definiert hat. Als Folge gab es komplexe Serviceabhängigkeiten, die zu Deadlocks führten. Um diese Thematik zu beherrschen, wurden die RPC kategorisiert. Events dienen der „klassischen Kommunikation“, wenn beispielsweise mehrere Servicemitglieder über Ereignisse informiert werden sollen. Felder werden als

gemeinsamer Speicher verwendet, in dem die Services Informationen teilen können. Der einfache Methodenaufruf wird derzeit bewusst nicht benutzt. Außerdem werden innerhalb eines Services keine weiteren Sub-Services integriert. So ist es gelungen, die Kette von Abhängigkeiten der Services zu verringern. Eine weitere Besonderheit der Innovationsplattform ist, dass alle Services zwingend direkt über den Ethernet-Bus kommunizieren. Damit war es möglich, die einzelnen Domains isoliert messtechnisch zu erfassen und erfolgreich zu testen. Services in HARRI können bewusst ein- und ausgeschaltet werden. Sind beispielsweise die oben erwähnten Fahrerassistenzsysteme vom Fahrer nicht gewünscht, so wird die Servicekommunikation nicht aufgebaut und die Kommunikation auf dem Ethernet-Kanal deutlich reduziert. Es konnten Buslasten um bis zu 40 % reduziert werden. Dies erlaubt ein situationsbasiertes Ressourcenmanagement.

AUSBLICK

Serviceorientierte Architekturen spielen in der Automobilindustrie eine immer größere Rolle. Zudem werden immer mehr hochintegrierte Steuergeräte entwickelt. Eine Herausforderung besteht darin, Serviceschnittstellen einheitlich zu definieren, um somit einen allge-

meinverständlichen Umgang mit Services zu ermöglichen. Nach über zwei Jahren Entwicklungsarbeit der Innovationsplattform HARRI hat Bertrandt eine Fahrzeugarchitektur entwickelt, die auf einem zuverlässigen serviceorientierten Ansatz basiert. Es ist schwer vorherzusagen, in welchen Bereichen sich serviceorientierte Kommunikationsansätze durchsetzen und ob sich einer der oben beschriebenen Ansätze gegenüber anderen Ansätzen absetzen wird. HARRI repräsentiert eine lauffähige, dynamisch erweiterbare und testfähige Umsetzung einer serviceorientierten E/E-Architektur in einem fahrbaren Fahrzeug [4].

LITERATURHINWEISE

- [1] Autosar SOME/IP protocol specification, <http://www.some-ip.com/papers.shtml>, aufgerufen am 22.11.2019
- [2] Metcalfe, B.; et al.: Automotive Ethernet – The Definitive Guide. Intrepid Control Systems, 2014
- [3] Matheus, K.; Königseder, T.: Automotive Ethernet. Cambridge: Cambridge University Press, 2017
- [4] Schiekhofer, P.: Aufbau eines Technologieträgers für das autonome und elektrische Fahren. In: ATZ 122 (2020), Nr. 3, S. 54-58



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE
 Test now for 30 days free of charge:
www.ATZelectronics-worldwide.com