

© Softing Automotive

Das Software-definierte Fahrzeug – Flash Programmierung im Grenzbereich

VERFASST VON



Markus Steffelbauer
ist Leiter des
Produktmanagements bei
Softing Automotive in Haar.

Die zunehmende Menge an Software im Fahrzeug durch Funktionen zur Steigerung der Effizienz, des Komforts und der Sicherheit führt zum Software-definierten Fahrzeug, aber auch zu Herausforderungen in der Flash-Programmierung, weil diese zum limitierenden Faktor zu werden droht. Softing Automotive zeigt, wie mit geeigneten Lösungsansätzen darauf reagiert werden kann.

■ Fahrzeuge werden immer effizienter: Rekuperation speichert Energie zurück, beim Segeln mit Navi-Unterstützung wird diese gar nicht erst benötigt, Motoren verbrauchen durch immer präzisere Arbeitspunkte weniger. Fahrzeuge werden immer komfortabler, etwa über Luftfederung oder Einparkhilfen. Und Fahrzeuge werden immer sicherer, weil sie autonome Fahrfunktionen oder einen Notbremsassistenten beinhalten. All diese Funktionen sind in wesentlichen Tei-

len in Software realisiert. Daher wird bereits heute vom softwaredefinierten Fahrzeug gesprochen.

Für kommende Fahrzeuggenerationen gilt dies umso mehr. Auf dem Weg zum vollautonomen Fahrzeug wird nicht nur eine weitere Steigerung der Softwaremenge stattfinden, sondern es muss auch zunehmend Infrastruktur mitgedacht werden. Dazu gehören zum Beispiel die Ampeln in der Umgebung oder das Parkhaus, in welches das Fahrzeug autonom ein-

parkt. Aber auch die Cloud, in die Fahrzeuge automatisch Unfälle und Staus, aber auch Auffälligkeiten des Straßenbelags melden, damit sich nachfolgende Fahrzeuge direkt darauf einstellen können, zählt dazu. Auch derartige Funktionen existieren – in Software.

KONSEQUENZEN

Die erste Konsequenz des softwaredefinierten Fahrzeugs ist eine sich massiv ändernde E/E-Architektur. In der heutigen Architektur hat sich über Jahre eine Dualität aus Fahrzeugfunktion und mechatrischem System etabliert. Ein mechatrisches System besteht hierbei aus dem mechanischen System und dem Steuergerät (Electronic Control Unit, ECU). ECUs werden über Bussysteme, heute immer noch meist CAN oder CAN FD, miteinander verbunden, so dass die Fahrzeugfunktionen auf Informationen aus anderen Funktionen zurückgreifen können. Der Zugang zum Fahrzeug von außen wird über ein zentrales Gateway geregelt, das auch intern eine Verteilungsaufgabe für mehrere Bussysteme übernimmt. Diese Architektur wird sich auf der Basis von High Performance Computern (HPCs) massiv ändern, **BILD 1**.

Dafür gibt es mehrere Gründe. Zum einen stellen HPCs die für neue Fahrzeugfunktionen benötigte Rechenleistung zur Verfügung. Angedacht sind Multi-Core-Rechner, die auch mehrere Betriebssysteme unterstützen können,

um beispielsweise echtzeitkritische und normale Funktionen integrieren zu können. Zweitens werden mehrere HPCs im Fahrzeug vorgehalten, um die für autonome Funktionen unerlässliche Redundanz darstellen zu können. Drittens werden die HPCs passend im Fahrzeug verteilt, um eine zonale Architektur zu ermöglichen. Dies ist insbesondere sinnvoll, um die benötigten Kupfermengen reduzieren zu können. Und schließlich existiert neben der OBD-Buchse für den Diagnosezugang eine drahtlose Verbindung, die das Fahrzeug in die Infrastruktur einbindet.

Die Anzahl der ECUs wird durch diese Architektur erheblich geringer. Da die Anzahl der Funktionen aber eher größer wird, werden folgerichtig zahlreiche Funktionen als Softwaremodule in den HPCs ausgeführt. Auf dem HPC müssen dadurch Module von verschiedenen Zulieferern integriert werden. Da alle Module einer Versionierung unterliegen müssen und mit Software auch in anderen HPCs und klassischen ECUs zusammenspielen müssen, kann man konsequenterweise sagen, dass der Fahrzeughersteller Softwarehersteller werden muss.

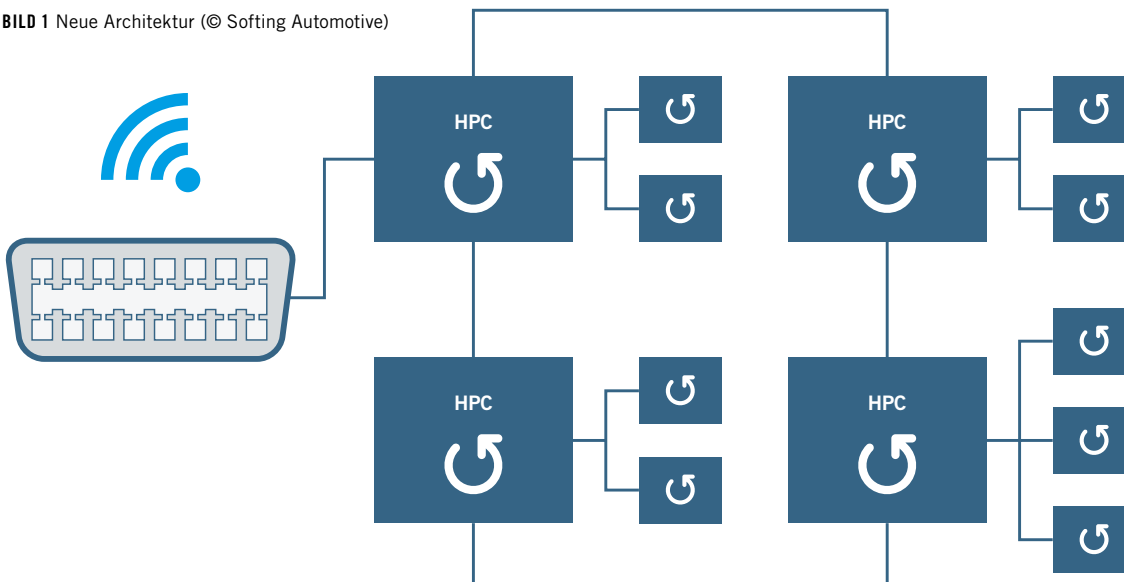
FLASHPROGRAMMIERUNG IN DER PRODUKTION

Die vielen Softwaremodule führen automatisch zu einer hohen Frequenz an Flash-Programmierungsvorgängen. Neben

der Freigabe der verschiedenen Versionsstände ist dabei die schiere Menge an Software eine große Herausforderung. Zur Einordnung: waren 2010 in einem Oberklassefahrzeug etwa 10 Millionen Lines of Code (LoC) zu finden, ist diese Zahl 2020 auf 100 Millionen LoC angewachsen. Schätzungen sagen für 2030 1000 Millionen LoC voraus, ein Faktor hundert in 20 Jahren. Geschätzt müssen dann rund 50 GB an Software programmiert werden.

Heute erfolgt die Programmierung von Steuergeräten typischerweise über die OBD-Buchse des Fahrzeugs. Als Bussystem ist dort CAN vorgeschrieben, CAN FD oder 100BASE-TX-Ethernet sind ebenfalls möglich. Der CAN wird mit einer Übertragungsrate von 500 kbit/s betrieben. Eine realistische Nutzdatenrate liegt aber bei nur 26 kB/s, verursacht durch Overhead aus dem Datenformat (CAN ID, Checksumme) und den sich aus dem Protokoll ergebenden Wartezyklen. Für CAN FD ist die Nutzdatenrate etwa fünfmal so hoch, also ungefähr 130 kB/s. Nimmt man die 50 GB Datenmenge als Maßstab, ergeben sich daraus Programmierzeiten von 540 beziehungsweise 108 h, was natürlich erheblich zu langsam ist. Führt man diese Überlegungen für Ethernet durch, kommt man bei 100 Mbit/s an Übertragungsrate auf realistische – hier sind deutlich mehr Headerinformationen zu übertragen und mehr Wartezeiten zu kalkulieren – Nutzdatenraten von 6,3 MB/s und

BILD 1 Neue Architektur (© Softing Automotive)



damit auf eine Programmierzeit von 130 min. Für Produktionsanwendungen mit Taktzeiten im Minutenbereich ist das immer noch erheblich zu langsam. Erst mit Gigabit-Ethernet kommt man mit 13 min auf eine vertretbare Zeitdauer.

Sieht man sich moderne Funkschnittstellen an, ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Den sehr hohen theoretischen Übertragungsraten, bei WiFi 6 sind 10 Gbit/s möglich, bei 5G sogar bis zu 20 Gbit/s, stehen deutlich reduzierte Nutzdatenraten gegenüber. Neben dem auch hier relativ großen Overhead spielt die Physik eine erhebliche Rolle. Die tatsächlich erreichbare Nutzdatenrate hängt nicht nur von der theoretischen Übertragungsrate ab, sondern auch von anderen Faktoren: beispielsweise der aktuellen Kanalbelegung (wie viele Fahrzeuge laufen gerade über einen Access Point) und der Feldstärke (unter anderem dem Abstand vom Access Point). Realistisch werden die 50 GB mit WiFi 6 in etwa 11 min und mit 5G in knapp über 30 min ins Fahrzeug programmiert.

Neben der reinen Programmiergeschwindigkeit spielt in der Fahrzeugproduktion die Verlässlichkeit eine große Rolle. Hier schneiden die Funkstrecken nicht gut ab, weil die aktuelle Nutzdatenrate von der Position am Band und den sich ändernden Verbindungsparameter zum Access Point abhängen. Ein weiterer Punkt bei der Linienproduktion ist ebenfalls zu beachten. In heutigen Linien wird in der Regel nicht nur ein Fahrzeugtyp produziert, sondern Mittelklasse-

und Oberklassefahrzeuge sowie SUV im beliebigen Wechsel. Daraus ergeben sich zusätzlich unterschiedliche Bandbreitenbedarfe und man muss schlussendlich nicht nur 50 GB Daten vorhalten, sondern ebendiese Menge für 5 bis 8 Baureihen.

LÖSUNGSKONZEPT

Heute erfolgt die Programmierung über Vehicle Communication Interfaces (VCIs), Kleinrechnern, die direkt in die OBD-Buchse gesteckt werden und über WiFi mit dem Programmiersystem verbunden sind. Diese sind für große Datenmengen nicht geeignet (Abschirmung im Fußraum, bei großen Datenmengen nicht-deterministische WiFi-Strecke). Kabelgebundene Lösungen, wie sie vor 20 Jahren üblich waren, sollen aber aus Handhabungsgründen ebenfalls nicht wieder eingeführt werden.

Es müssen folgende Grobanforderungen erfüllt werden: die deterministische und schnelle Programmierung mit großen Datenmengen ebenso, wie die kontinuierliche Versorgung mit neu freigegebenen Flashdaten und Handling von 400 GB (8 mal 50) an Daten für mehrere Fahrzeugbaureihen sowie eine minimale Bootzeit für schnelle Systemverfügbarkeit im Fahrzeug, ein Zugang zur OBD-Buchse, um keine zusätzliche Technologie im Fahrzeug zu benötigen, und ein Display für Statusinformationen und Bedienschritte.

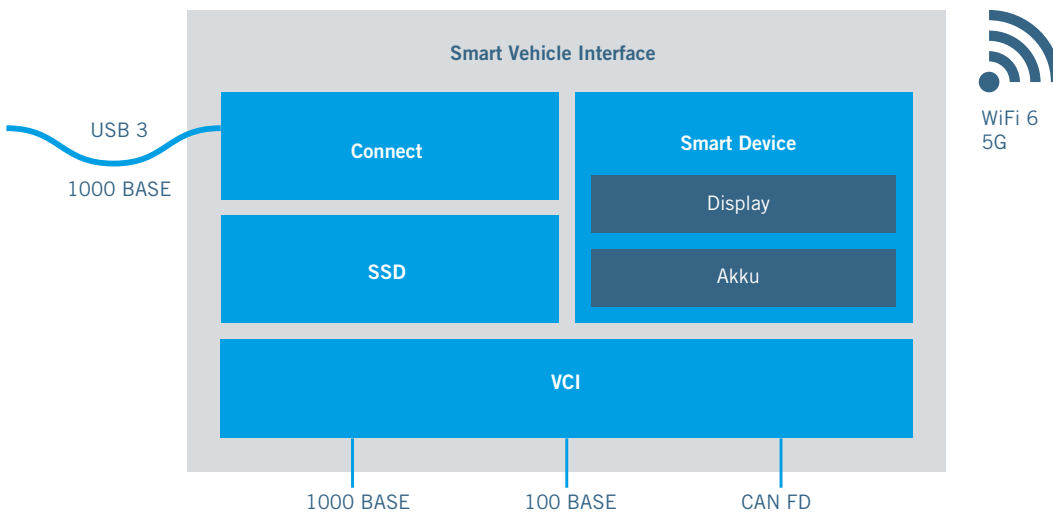
Die Bausteine für eine Lösung sind grundsätzlich alle vorhanden. Heutige VCIs beherrschen die Echtzeitverarbei-

tung der für die Fahrzeugkommunikation benötigten Protokolle hervorragend. Sie müssen dahingehend erweitert werden, dass sie Gigabit-Ethernet verarbeiten. Gleiches gilt für die Fahrzeugseite. Dies ist aber eine machbare Erweiterung. Die Kommunikation über schnelle Drahtlosverbindungen in Kombination mit Display haben wir alle durchgängig bei uns: Smart Devices. Zusammen sind die Grundanforderungen erfüllt, **BILD 2**.

Folgende Elemente sind in der Lösung enthalten:

- Das VCI übernimmt die Fahrzeugkommunikation. Neben der Flashprogrammierung über Gigabit-Ethernet existieren für die normale Diagnose noch Legacy-Zugänge zum Fahrzeug über 100BASE-TX und CAN FD.
- Das Smart Device bringt die Drahtlos-Verbindungstechnik und das Display für Statusinformationen und Applikationen mit. Daneben sorgt der integrierte Akku dafür, dass beim Fahrzeugwechsel keine Bootzeiten entstehen. Statusinformationen sind beispielsweise Verbindungsqualität zum Fahrzeug und zum Backend sowie der Ladezustand des Akkus.
- Die SSD speichert Daten für eine Vielzahl von Fahrzeugtypen, so dass beliebige Fahrzeuge am Band programmiert werden können. Sie muss schnell genug sein, um Daten, die über WiFi 6 oder Gigabit-Ethernet geladen werden, verzögerungsfrei zu speichern.
- Das Connect-Modul erlaubt einerseits kabelgebunden von extern

BILD 2 Hardware-Architektur (© Softing Automotive)



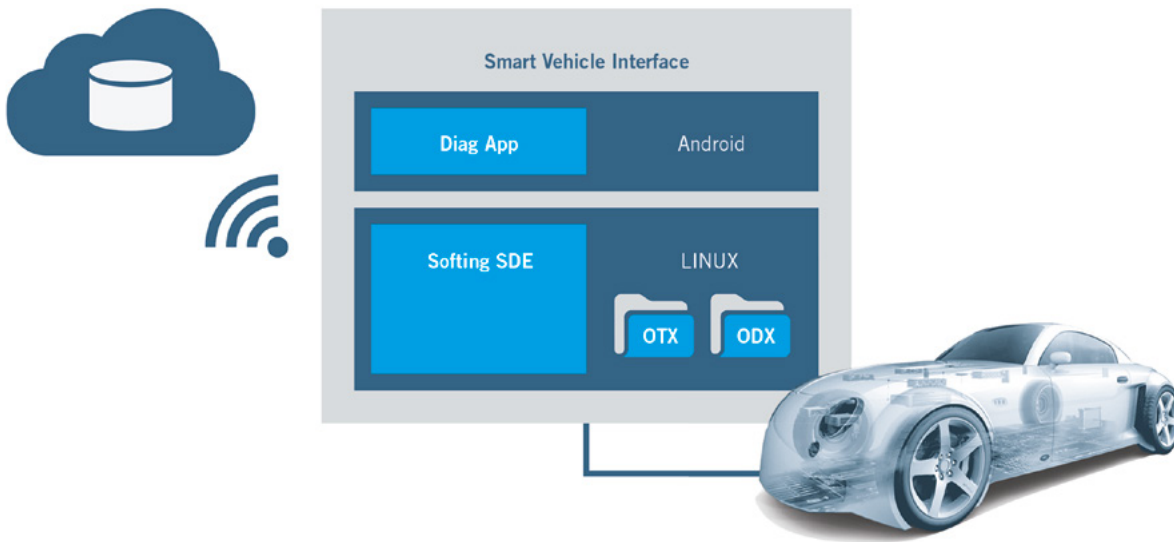


BILD 3 Einsatzbeispiel Diagnose mit Cloud-Anbindung (© Softing Automotive)

Daten ins Gerät zu bringen, andererseits verwaltet es auch die internen Hochgeschwindigkeitsverbindungen. Alle Module werden in einem kompakten Gehäuse untergebracht und über eine spezielle Adaption über ein Kabel am Fahrzeug angesteckt. Im Betrieb wird das Gerät zunächst mit den notwendigen (Flash-)Daten versorgt. Anschließend wird es am entsprechenden Bandabschnitt am Fahrzeug angesteckt. Durch Auslesen der Vehicle Identification Number (VIN) erfolgt eine eindeutige Zuordnung von Fahrzeug und Programmiergerät, so dass das Backend die entsprechend richtige Programmierprozedur anstoßen kann. Sind die Programmier- und Diagnoseaufgaben abgeschlossen, wird das Gerät wieder abgesteckt und über einen Transportwagen wird es geladen und wieder zum Ausgangspunkt zurückgebracht. In dieser Zeit können jederzeit aktualisierte Informationen hochgeladen werden, aber auch Reports zur Weiterverarbeitung in der Qualitätssicherung heruntergeladen werden.

WEITERE ANWENDUNGSFÄLLE

Das beschriebene Gerät ist grundsätzlich für die Programmierung von Fahrzeugen in der Produktionslinie vorgesehen. Die Konfiguration ist aber auch für eine Vielzahl anderer Anwendungen einsetzbar. Dazu muss lediglich ein entsprechendes Diagnosegrundsystem, beispielsweise die Softing SDE, installiert werden, das die üblichen Diagnosedaten (ODX ISO 22901-1 und OTX ISO 13209) verarbeitet. Die Diagnoseanwendung ist dann anwendungsfallspezifisch, **BILD 3**.

So kann beispielsweise im Fahrversuch über das Gerät bei Pausen der Fahrzeugzustand (Vehicle Health State) von mehreren Fahrzeugen ausgelesen und anschließend direkt zur Weiterverarbeitung über 5G in die Cloud gespielt werden. Genauso ist es möglich, neue Software auf die betroffenen Fahrzeuge aufzuspielen. Sind es kleinere Datenmengen, zum Beispiel für einzelne Steuergeräte, kann das direkt über 5G erfolgen, ansonsten über das WLAN am Stützpunkt. Ein anderes Beispiel wäre im

After Sales Service ein havariertes Fahrzeug, das direkt an der Straße diagnostiziert wird. Hierdurch können benötigte Ersatzteile in der Werkstatt ausgefasst und die anschließende Reparatur kann erheblich schneller durchgeführt werden.

FAZIT

Das Software-Defined Vehicle stellt die gesamte Branche vor große Herausforderungen, bezüglich der Entwicklung, aber auch was das Fahrzeugupdate angeht. Insbesondere in der zeitkritischen Fahrzeugproduktion bedeutet das geschätzte Datenvolumen von 50 GB eine technische und logistische Herausforderung. Die Kombination aus einem Hochleistungs-VCI und einem modernen Smart Device ermöglicht eine Lösung, die eine schnelle und deterministische Programmierung mit einer kontinuierlichen Datenversorgung verbindet. Die Herausforderungen von morgen können so schon heute adressiert und ausgerollt werden.

FOLGEN SIE UNS AUF SOCIAL MEDIA:



IMPRESSUM

Sonderausgabe 2024 in Kooperation mit Softing Automotive Electronics GmbH, Richard-Reitzner-Allee 6, 85540 Haar, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Postfach 1546, 65173 Wiesbaden, Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, USt-IdNr. DE81148419

GESCHÄFTSFÜHRER:

Stefanie Burgmaier | Andreas Funk | Joachim Krieger

PROJEKTMANAGEMENT: Anja Trabusch

TITELBILD: © Softing Automotive Electronics GmbH

DIAGNOSE- UND TESTLÖSUNGEN BY SOFTING

