

10BASE-T1S ist fehlender Ethernet-Link für die Automobilkommunikation

Megatrends bieten neue Möglichkeiten

Vernetzung, Automatisierung und Elektrifizierung ziehen Veränderungen der E/E-Architektur nach sich. Dieser Artikel diskutiert, wie der neue Ethernet-Standard 10BASE-T1S diese Entwicklung ermöglicht und unterstützt.

Fionn Hurley

Die Automobilindustrie durchläuft momentan einen der größten Umbrüche in ihrer Geschichte. Autobauer müssen schnell Lösungen für mehrere signifikante Megatrends liefern, wie Elektrifizierung, Autonomie und vollständige Vernetzung. Um diese neuen Funktionen zu unterstützen, müssen sie ihre bestehenden E/E-Architekturen radikal modifizieren. Doch obwohl diese Revolution eine signifikante Herausforderung darstellt, ist sie auch eine Möglichkeit, sich von domänenbasierten Lösungen zu lösen, die zu sperrig für kontinuierliche Erweiterungen über mehrere Plattform-Generationen hinweg geworden sind. Mit diesem Architekturwechsel können sich Autobauer auf eine technische Lösung fokussieren und gleichzeitig mit Funktionen wie Fahrzeug-Personalisierung, Verkauf von Dienstleistungen und Over-the-air-Updates neue Umsätze nach dem Verkauf generieren. Die Branche strebt zu einer Zonenarchitektur hin und setzt dabei auf Techniken anderer Industriezweige, vor allem aus dem IT-Sektor.

Zonenarchitekturen (Bild 1) bestimmen die Konnektivität durch den physischen Ort und nicht durch die Funktion, wie das bei einer domänenbasierten Architektur gewesen ist. Diese Änderung reduziert die Anzahl der Steuergeräte (Electronic Control Units, ECUs) im Fahrzeug deutlich und spart bis zu einem Kilometer an Verkabelung [1] ein. Außerdem entkoppeln sie die Hardware von der Software, was in einer Service-ori-

entierten Architektur (SOA) mündet. Viele Automobilhersteller investieren stark, um die Verantwortung an der Software in die eigenen Hände zu bringen, damit sie eine Komplettlösung liefern können, die die Integration von Plattformen vereinfacht und mehr funktionsübergreifende Möglichkeiten bietet [2]. Diese skalierbare Software-Plattform minimiert Varianten, öffnet Möglichkeiten für neue Umsatzströme, führt zu langfristig geringeren Investitionen in Forschung und Entwicklung, verkürzt die Entwicklungs-

zeiten und unterstützt unterschiedliche Modellreihen. Diese Architekturänderung bringen viele Herausforderungen mit sich. Viele OEMs haben ihre Organisation umstrukturiert –weg von individuellen Gruppen hin zu funktionsübergreifenden Organisationen.

Das Automobil wird schnell zu einem Hauptabnehmer von Ethernet-Bausteinen, der Ethernet-Einsatz in Fahrzeugen wird als eine wichtige Säule für die Einführung dieser Architekturen angesehen. Ethernet bietet die notwendige

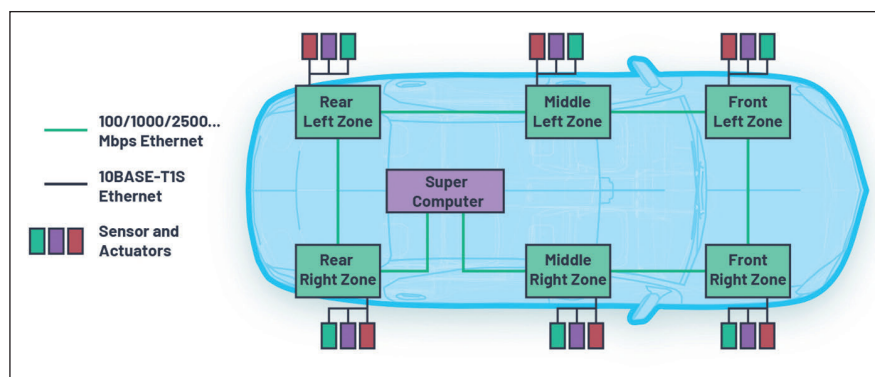


Bild 1: Zonenarchitekturen eines Automobils © Analog Devices

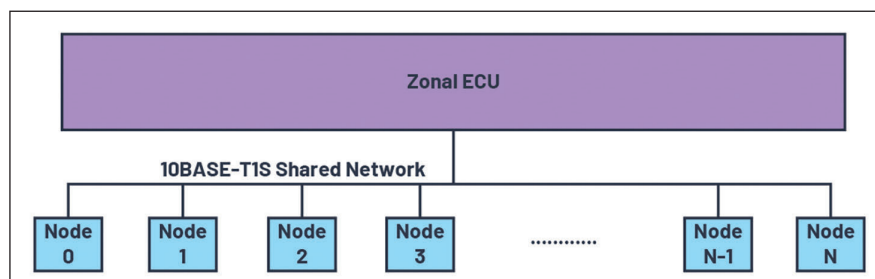


Bild 2: Die Bustopologie von 10BASE-T1S © Analog Devices

Skalierbarkeit, unterstützt mehrere Geschwindigkeiten, ist ein bewährtes Übertragungsmedium, unterstützt eine Service-basierte Architektur und bringt vollständig entwickelte Funktionsblöcke für die funktionale Sicherheit und Cyber-Security mit. Ethernet hat ein klar definiertes OSI-Modell, mit dem es einfach möglich ist, die Komplexität des gesamten Fahrzeugnetzwerks zu managen.

Automotive-spezifische Anforderungen

Obwohl viele fundamentale Ethernet-Konzepte von anderen Branchen genutzt werden können, hat die Automobilarchitektur einige besondere und einzigartige Anforderungen, die zur Entwicklung neuer Technologien führen. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Automobilelektronik ist es, das Gewicht der Fahrzeuge das einen direkten Zusammenhang mit der Reichweite hat, zu verringern. Der heute zum Einsatz kommende Kabelbaum ist das drittschwerste Subsystem in einem Fahrzeug und kann bis zu 60 kg wiegen [3]. Traditionelle Ethernet-Kabel nutzen zur Datenübertragung vier differentielle Leiterpaare, was zusätzliches Gewicht und eine komplexe Verlegung der Kabel bedeutet. Das ist nicht optimal für Automobilanwendungen. Um dieses Problem zu lösen, wurden neue IEEE-Standards entwickelt, die die Ethernet-Datenübertragung über ein einziges verdrehtes Leitungspaar erlauben. Das ist mit einer reduzierten Kabellänge gekoppelt, die durch Zonenarchitekturen ermöglicht wird, was beträchtliche Einsparungen bei den Kabeln und dem Gewicht bedeutet.

Was treibt den Bedarf nach 10BASE-T1S an?

Weil sich das Konzept der Zonenarchitekturen weiterentwickelt hat, wird offensichtlich, dass die Ethernet-Verbindung bis zu den Edge-Sensoren und Aktoren nötig ist, um die Vorteile voll ausschöpfen zu können. Bestehende Verbindungstechnologien wie FlexRay und CAN benötigen eine Protokollübersetzung, die normalerweise in Gateways implementiert sind, was zu erhöhten Kosten, Komplexität und Latenz führen kann. Bestehende Automotive-Ethernet-Technologien wie 100BASE-T1 haben zu hohe Systemkosten, um einen Über-

gang von den Edge-Verbindungsanwendungen auf Ethernet zu rechtfertigen, weil diese Technik die Anwendung einer geschalteten Punkt-zu-Punkt-Verbindung erfordert. Das Ergebnis war ein Aufruf zur Interessensbekundung von der IEEE eine Lösung für dieses Problem zu liefern. Einige der enthaltenen Schlüsselanforderungen [4] sind:

- Schnellere Kommunikation als bestehende Techniken wie CAN (FD)
- Ablösung älterer Netzwerktechniken in Fahrzeugen wie FlexRay
- Eine Alternative zu 100BASE-T1 für Steuergeräte, in denen 100BASE-T1 nicht kosten- und energieeffizient ist
- Die Fähigkeit, Verbindungen zu einfachen und redundanten Sensornetzwerken herzustellen.

Sensor-Aktor-Verbindung

Die 10BASE-T1S-Spezifikation wurde als Teil der IEEE 802.3cg entwickelt, die im Februar 2020 publiziert wurde. 10BASE-T1S ist die fehlende Verbindung im Automobil-Ethernet-Ökosystem. Es ermöglicht die Verbindung von Ethernet bis zur Edge und erfüllt die Anforderungen der Zonenarchitekturen.

Multidrop-Topologie unterstützen

Ein neuer Aspekt von 10BASE-T1S, der ihn von anderen Automotive-Ethernet-Technologien unterscheidet, ist die Unterstützung einer Multidrop-Topologie, bei der alle Knoten mit demselben ungeschirmten verdrehten Leitungspaar verbunden sind. Diese Bus-Implementierung bietet eine optimierte Stückliste (Bill of Materials, BOM), weil sie nur einen Ethernet-PHY in jedem Knoten benötigt. Somit werden Switches oder die Implementierung einer Sterntopologie, wie sie bei anderen Ethernet-Technologien üblich sind, überflüssig. Der Standard spezifiziert, dass mindestens acht Knoten unterstützt werden müssen – wobei wesentlich mehr unterstützt werden können (**Bild 2**). Zudem sind Bus-Leitungslängen bis zu 25 m möglich.

Ein weiterer Aspekt dieses Standards ist die Vermeidung von Kollisionen in der physikalischen Schicht (Physical Layer Collision Avoidance, PLCA), die Datenkollisionen im verteilten Netzwerk vermeidet. Diese Implementierung sichert eine deterministische maximale

Latenz, die von der Anzahl der Knoten im Netzwerk und der zu übertragenden Datenmenge diktiert wird. Jedem Knoten wird die Möglichkeit zu senden zugewiesen. Hat ein Knoten momentan keine zu sendenden Daten, gibt er die Möglichkeit zu senden an den nächsten Knoten weiter und unterstützt damit eine hohe Auslastung der verfügbaren 10-Mbit/s-Übertragungsrate.

Power-over-10BASE-T1S-Netzwerke sind aufgrund der Tatsache, dass es sich um AC-gekoppelte Systeme handelt, ebenfalls möglich. Das führt zu weiteren Einsparungen bei der Verkabelung, kleineren Steckverbindern und erhöhter Zuverlässigkeit, die aus der reduzierten Komplexität der Kabel und Steckverbinder resultieren. Die Standardisierung von Power-over-Data-Lines, die bereits für Punkt-zu-Punkt-Implementierungen erfolgt ist, wird Teil der Erweiterung für IEEE-Standards, um die Multidrop-Topologie zu unterstützen.

Reduzierte Systemkosten

Die E/E-Architektur im Fahrzeug erlebt einen Wandel – der Übergang von domänenbasierten hin zu Zonenarchitekturen steht bevor. 10BASE-T1S ist mit seiner optimierten Verbindung von Ethernet auf die Edge das fehlende Glied, um diesen Übergang zu unterstützen. Es gibt beim Einsatz Hürden zu überwinden – Ethernet-Verbindungen sorgen für zusätzliche Kosten und Komplexität zur Modul-Implementierung. 10BASE-T1S adressiert diese Bedenken direkt durch reduzierte Systemkosten und Produktoptionen, die eine unterschiedliche Art von Partitionierung der Signalkette unterstützen. Analog Devices beteiligt sich an der Standardisierung. ■ (eck)

www.analog.com

Quellenverzeichnis

[1] <https://cariad.technology>, Mai 2021

[2] "The Case for an End-To-End Automotive-Software Platform", Ryan Fletcher, McKinsey & Company, Januar 2020.

[3] "Wiring Harness Development in Today's Automotive World", Dan Scott, Siemens, Juli 2020.

[4] „10 Mb/s Single Twisted Pair Ethernet Call for Interest“, IEEE 802.3 Ethernet Working Group.



Fionn Hurley ist Marketing Manager in der Automotive Cabin Electronics Group bei Analog Devices in Limerick, Irland. © Analog Devices