

© Vector Informatik

AUTOMOTIVE-KOMMUNIKATIONSSYSTEME IM WANDEL

CAN XL für zukünftige Fahrzeugarchitekturen

Mit CAN XL steht nur wenige Jahre nach der Markteinführung von CAN FD erneut eine CAN-Variante am Start. Aktuell etabliert sich im Fahrzeug parallel zur signalbasierten Kommunikation die serviceorientierte Kommunikation. In diesem Zusammenhang liefert CAN XL die Grundlagen für eine effiziente Kooperation von IP-Technologie sowie klassischer signalbasierter Kommunikation.

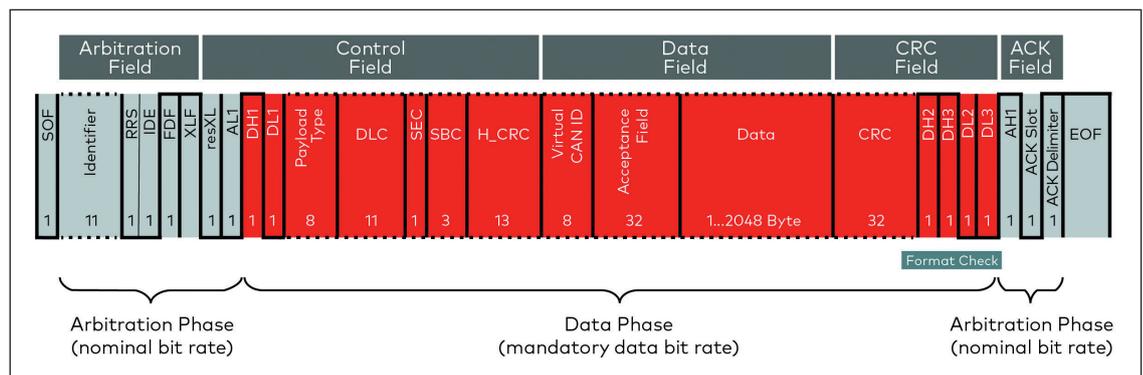
Die Entwicklungsabteilungen der Automobilindustrie konzentrieren sich aktuell zu einem großen Teil auf die Herausforderungen rund um den Mobilitätswandel. Im Mittelpunkt stehen Assistenzsysteme, autonomes Fahren, die Elektromobilität

sowie ständige Connectivity ins Internet beziehungsweise in die Cloud. Eine unverzichtbare Voraussetzung für autonomes Fahren sind beispielsweise leistungsfähige Sensorsysteme, wie Radar, Laserscanner und Videokameras im Fahrzeug. Sie generieren Daten in einer

Größenordnung, wie sie bis vor wenigen Jahren im Automobilbereich unbekannt waren. Diese explodierenden Datenmengen gilt es zu transportieren und in Echtzeit zu verarbeiten. Für den schnellen Datentransport hat die Industrie daher Automotive Ethernet auf den

Bild 1: CAN-XL-Frame
(aktueller Entwicklungsstand). Mit Nutzdatenlängen bis 2048 Byte liefert CAN XL die Voraussetzung künftig auch Ethernet-Frames zu transportieren und IP-Kommunikation zu nutzen.

© Vector Informatik



Weg gebracht, das vorrangig die Bandbreiten von 100...1000 Mbit/s (10BASE-T1, 1000BASE-T1) abdeckt und zunächst im ADAS-Bereich Verwendung findet. Am unteren Ende der Ethernet-Vernetzung wird 10BASE-T1S derzeit entwickelt, mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 10 Mbit/s.

Hand in Hand mit Ethernet und der IP-Technologie geht die serviceorientierte Kommunikation einher. Anwendungen benötigen Daten und Dienste. Dabei spielt es keine Rolle wer diese zur Verfügung stellt. Dies erfordert einen dynamischen Verbindungsaufbau zwischen Datensinke (Consumer) und Datenquelle (Provider). Ein weiterer großer Vorteil der serviceorientierten Kommunikation ist die Übertragung von dynamischen

Body Control. CAN als Pionier der Automotive-Vernetzung wird nach oben hin ergänzt durch FlexRay und CAN FD, deren Übertragungsraten von 1...10 Mbit/s reichen. Diese neueren Systeme sind prädestiniert für zeitkritischere Applikationen bei Engine Management, Body Control und Chassis Control, sie finden zum Beispiel Anwendung im Bremssystem. Die 25...150 Mbit/s-Domäne schließlich repräsentiert MOST, das für Infotainment Anwendungen genutzt wird.

Nach dem Aufstieg von Automotive Ethernet wäre angesichts der gewachsenen Vielfalt an Kommunikationssystemen eine Konsolidierung geboten, sollen Komplexität und Kosten begrenzt werden. Da sich die Einsatzbereiche von

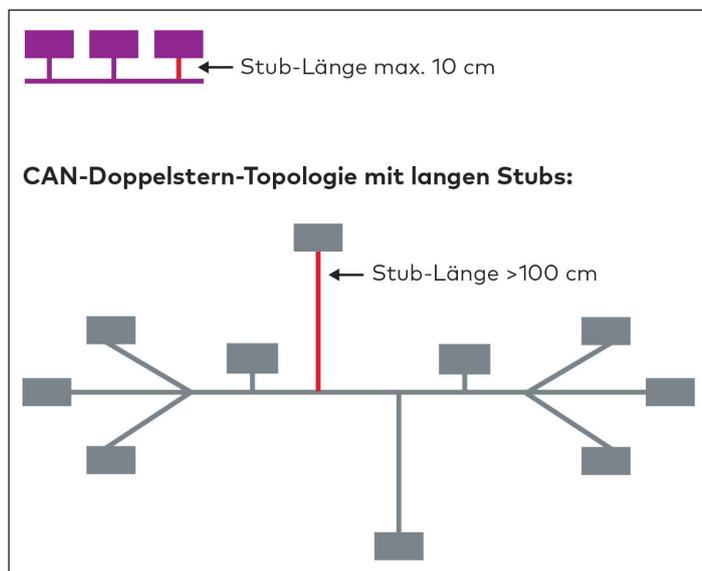


Bild 2: Netzwerk-Topologien von 10BASE-T1S und CAN XL. CAN XL ermöglicht andere Topologien mit Stern und langen Stubs. © Vector Informatik

schon Datenstrukturen. Die Größe der zu übertragenden Daten ergibt sich, zum Beispiel bei Sensordaten-Fusions-Anwendungen, erst während der Laufzeit einer Applikation. Solche Daten lassen sich nicht statisch mappen, vielmehr muss das Kommunikationssystem sie dynamisch serialisieren.

Klassische Bussysteme: Perfekt für Regelungsaufgaben

Demgegenüber stehen die klassischen automobilen Netzwerke, wie CAN und CAN FD bzw. FlexRay, die eine signalbasierte Kommunikationstechnik nutzen. CAN arbeitet in den meisten Anwendungen mit einer Übertragungsraten von 500 kbit/s und besetzt im Automobil Bereiche, wie Engine Management und

FlexRay und MOST auch mit Ethernet gut abdecken lassen, werden diese Systeme wohl mittelfristig ersetzt. Damit würden CAN und Ethernet übrig bleiben, wobei Ethernet mit einer Übertragungsraten von 100...1.000 Mbit/s nun Infotainment, ADAS, Telematik und den Connectivity-Bereich abdeckt. CAN und CAN FD arbeiten im Bereich von 0,5...5 Mbit/s und sind verantwortlich für Engine Management, Body Control. Chassis Control Systeme könnten zukünftig mit 10 Mbit/s Systemen wie CAN XL oder 10BASE-T1S realisiert werden.

Bedenkt man, dass etwa 90 Prozent aller Netzknoten mit Geschwindigkeiten bis 10 Mbit/s kommunizieren, erschließt sich der 10-Mbit/s-Domäne ein breites Anwendungsfeld. Es reicht von Audio-Anwendungen über Radar- und Ultra-

KPIT

KPIT's Engineering ToolChain

Transforming Diagnostics data landscape at leading automotive/industrial equipment OEM

Key Highlights

An integrated & an automated approach for diagnostic data design, data creation/management and ECU validation

Enables left-shifting of testing & verification

Drives data uniformity, transparency, and re-use across the ecosystem

Uniquely positioned to support OEM, as they face diagnostic complexities arising from their Electrification and Autonomous programs

To start your transformational journey

write to us at diagnostics@Kpit.com

Scan the code To download the **Engineering toolchain booklet**



KPIT Technologies GmbH

+49 89 3229966 0
Kpit.com

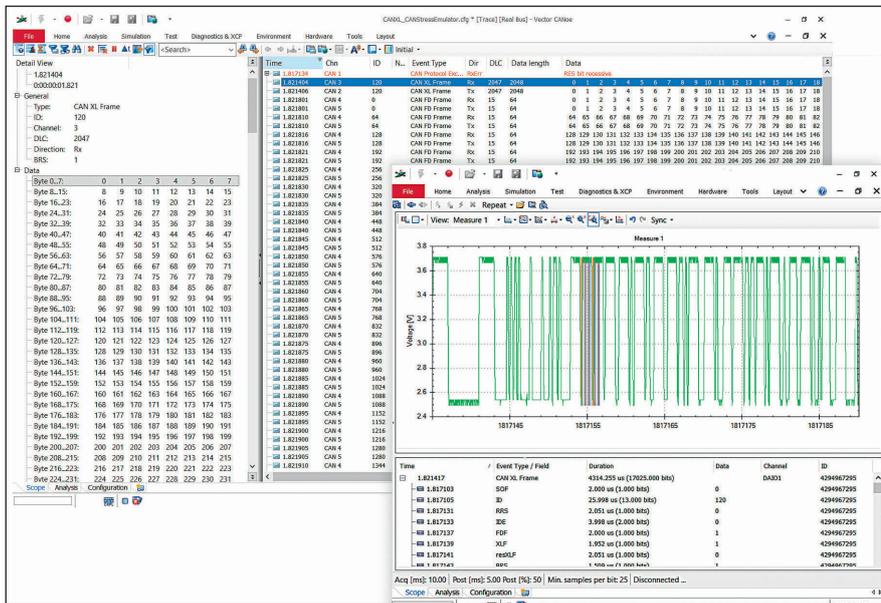


Bild 3: Umsetzung von Vector einer CAN-XL-Kommunikation als Prototyp auf Basis von CANoe.

© Vector Informatik

schallsensoren bis zum Chassis Control. Technisch gesehen stehen bei den ersten genannten Applikationen das Streamen und Serialisieren von Daten sowie das Prinzip der Serviceorientierung im Fokus. Bei den Anwendungen im Chassis Control dagegen dominiert die signalorientierte Kommunikation. Wie bereits angedeutet, konkurrieren in diesem Bereich CAN XL und die Ethernet-Variante 10BASE-T1S.

CAN XL – neuestes und schnellstes CAN

CAN XL ist eine Weiterentwicklung von CAN und CAN FD und arbeitet vom Prinzip her weitgehend identisch. Eine CAN-Botschaft lässt sich in Arbitrierungs- und Daten-Phasen unterteilen. Während CAN XL in der Arbitrierungsphase niedrige Übertragungsgeschwindigkeiten von 500 kbit/s bis 1 Mbit/s verwendet, ist die Geschwindigkeit in der Datenphase skalierbar in dem weiten Bereich von 2 Mbit/s bis 10 Mbit/s. Dieses Bitraten-Switching ist nun obligatorisch bei CAN XL.

Als Zugriffsverfahren kommt wiederum CSMA/CR (Carrier Sense Multiple Access/Collision Resolution) zum Einsatz, das konkurrierende Schreibzugriffe durch Bitarbitrierung auflöst. Damit verfolgt CAN XL ein strenges Prioritätenkonzept, bei dem sich die höherwertige Botschaft verzögerungsfrei durchsetzt. CAN XL unterstützt nur noch 11-bit-Iden-

tifizier, 29-bit-Identifizier gibt es hier nicht mehr. Des Weiteren zeichnet sich CAN XL durch eine hohe Übertragungssicherheit aus. Mit Hamming Distance 6 für Header und Frames sowie Format Checks liegt sie sogar höher, als die von FlexRay oder als es Ethernet CRCs ermöglichen.

Nicht nur die höhere Datenübertragungsraten sind für künftige Anwendungen wichtig, eine entscheidende Motivation für die Entwicklung von CAN XL ist auch die skalierbare Nutzdatenlänge, die eine variable Länge von 1...2.048 Byte aufweisen kann. Das versetzt künftige Kommunikationssysteme im Automobil gegebenenfalls in die Lage, Ethernet-Frames in CAN-XL-Botschaften zu verpacken beziehungsweise IP-Kommunikation via CAN XL zu nutzen (Bild 1).

10BASE-T1S: Bustopologie mit geregelter Netzwerkzugriff

Ebenfalls mit einer Übertragungsraten von 10 Mbit/s arbeitet das neue 10BASE-T1S. Bei der betrachteten Automotive 10-Mbit/s-Ethernet-Variante steht das „S“ für Short Distance oder Short Range, die explizit für das Automobil vorgesehen ist. Sie deckt kurze Distanzen mit der Variante 10BASE-T1L (L – Long Distance), die Reichweiten bis 1.000 Meter zur Verfügung stellt und typisch in Industrieanwendungen zu finden ist. Als Physical Layer für 10BASE-

T1S kommt ein ungeschirmtes verdrilltes Aderpaar zum Einsatz („T1“). Im Gegensatz zu den anderen heutigen Switched-Ethernet-Varianten handelt es sich bei 10BASE-T1S von der Topologie her um einen Bus. Alle Teilnehmer sind über kurze Stichleitungen (Stubs) von maximal 10 Zentimeter Länge an eine gemeinsame Ethernet-Leitung angekoppelt (Multi-Drop-Bustopologie). Damit stellt sich sofort die Frage nach dem Netzwerkzugriff: Im Ethernet-PHY ist ein Round-Robin-Verfahren implementiert, das einen kollisionsfreien Netzwerkzugriff mittels PLCA (Physical Layer Collision Avoidance) ermöglicht. Dies garantiert deterministische Reaktionszeiten für jeden Netzwerkteilnehmer, und in der Anwendung ist Echtzeitfähigkeit gegeben. Der kollisionsfreie Zugriff erlaubt es außerdem, stets die volle Bandbreite von 10 Mbit/s zu nutzen. 10BASE-T1S stellt lediglich Halb-Duplex-Betrieb bereit, dafür ist nur ein PHY pro Steuergerät anstelle von zwei pro Verbindung nötig.

Mit diesen Eigenschaften eignet sich 10BASE-T1S auch für Anwendungen, die im Bereich der klassischen automobilen Netzwerke liegen. Während sich Ethernet 10BASE-T1S von oben her in der 10-Mbit/s-Domäne positioniert, stößt CAN XL, von unten kommend, in die 10-Mbit/s-Domäne. Sowohl 10BASE-T1S- als auch CAN-XL-Domänen könnten häufig als Netzwerkzweige unter einer 100BASE-T1-Domäne arbeiten. Die Kopplung von 10BASE-T1S an 100BASE-T1 ist problemlos über einen Switch möglich. Zum Anschluss von CAN-XL-Zweigen dagegen ist ein Gateway erforderlich. Beide Modelle haben mit ihren unterschiedlichen Ansätzen Vor- und Nachteile und könnten parallel nebeneinander existieren. Die Entscheidung, welches Kommunikationssystem in diesem Bereich künftig die vorherrschende Rolle spielen wird, hängt einerseits von Kostenüberlegungen ab, andererseits von technischen Faktoren und nicht zuletzt von der Rückwärtskompatibilität zu CAN und CAN FD.

Weit verbreitet: Signalbasierte CAN-Kommunikation

Ein gewichtiges Argument für CAN XL ist die nach wie vor hohe Dominanz klassischer CAN-Varianten mit signalba-

sierter Kommunikation in zahlreichen Fahrzeugen. In den typischen regelungstechnischen Aufgaben hat sich der signalbasierte Ansatz seit nahezu drei Jahrzehnten bewährt. Zusammen mit dem bei CAN verwendeten Prioritätenprinzip erfüllt das System ideal die notwendigen Echtzeitanforderungen. Ein wesentliches Merkmal der signalbasierten Kommunikation ist die vordefinierte statische Kommunikationsmatrix. Signale, wie Temperaturen, Drücke, Geschwindigkeiten oder Umdrehungen, haben stets dieselbe feststehende Größe, die fest auf einen CAN-Frame gemappt und an Steuergeräte gesendet werden. Zusätzlich wurden sogenannte PDUs eingeführt, die eine Zwischenschicht bilden und der Kommunikation mehr Flexibilität verleihen.

Anders als 10BASE-T1S bietet CAN XL die Möglichkeit komplexere Topologien mit Stern und langen Stubs einzusetzen. Daher lassen sich bewährte Topologien vorhandener CAN-Lösungen nicht eins zu eins durch 10BASE-T1S Netzwerke ersetzen. Deren restriktivere Bustopologie erlaubt lediglich Stubs von 10 cm Länge. Einem Upgrade von CAN/CAN FD auf CAN XL hingegen steht von dieser Seite nichts entgegen, denn in der Leitungsführung und im ausgeklügelten Kabelbaum steckt viel Know-how und Entwicklungszeit (Bild 2).

Genau dieser Migrationspfad macht CAN XL interessant für solche Automobilhersteller, die stark im Bereich der Klein- und Mittelklassewagen vertreten sind. In diesem Massenmarkt wird sich

noch geraume Zeit kein autonomes Fahren finden, allenfalls einfache Assistenzsysteme, zum Beispiel Antiblockiersysteme. Ohne Radarsensoren, hochauflösende Kameras und so weiter ist eine Ethernet-Vernetzung nicht zwingend, stattdessen sind die klassischen Systeme noch stark vertreten, allen voran natürlich CAN. Für solche Fahrzeuge bietet CAN XL die ideale Plattform für Weiterentwicklungen auf der Basis der bestehenden Fahrzeugarchitektur. Es sind keine Redesigns von Kabelbäumen, Controllern, und Protokoll-Stacks notwendig. Der einfachere Protokoll-Stack von CAN gegenüber IP erlaubt die Nutzung von kleineren und damit günstigeren Controllern. Ein Ziel für CAN XL wäre es, diese Tradition fortzuführen.

Fazit und Ausblick

Mit CAN XL kommt eine CAN-Variante, die einerseits einen einfachen Migrationspfad für bestehende klassische CAN- und CAN-FD-Netzwerke darstellt und gleichzeitig hinsichtlich der Übertragungsrate die Lücke zwischen CAN/CAN FD und Ethernet schließt. Eine CAN-XL-Kommunikation kann in den entsprechenden Anwendungsbereichen kleinere und damit preiswertere Controller ermöglichen als Ethernet. Mit Nutzdatenlängen bis 2048 Byte liefert CAN XL die Voraussetzung künftig auch Ethernet-Frames zu transportieren und IP-Kommunikation zu nutzen. Damit könnten CAN XL sowie 10BASE-T1S in Zukunft gemeinsam als Bindeglied zwi-

schen der signalbasierten Kommunikation auf den unteren Ebenen und der serviceorientierten Kommunikation der höheren Systeme fungieren. Mit entsprechenden Erweiterungen in den verschiedenen Protokollschichten werden sich hier interessante Möglichkeiten eröffnen. Erste vielversprechende CAN-XL-Prototypen sind bereits entwickelt, so unter anderem von Vector Informatik (Bild 3). ■ (oe)

www.vector.com

Im zweiten Teil dieses Fachbeitrags, der in der nächsten Ausgabe (Hanser automotive 6/2020) erscheint, geht es um IP-Konzepte mit CAN XL und die Transformation von SOME/IP in Richtung „SOME/CAN“. Beschrieben werden verschiedene Lösungsansätze mit ihren jeweiligen Anforderungen an Software-Stack und Hardwareressourcen, die über ein denkbare „SOME/CAN“ bis hin zur Hardwarefilterung beim Routen von Ethernet Frames über CAN XL reichen.



Dipl.-Ing. (FH) Peter Decker ist seit 2002 bei Vector Informatik und arbeitet als CAN Product Manager im Bereich Networks and Distributed Systems.



Dipl.-Ing. (FH) Oliver Garnatz ist seit 2000 bei Vector Informatik und arbeitet als Solution Manager im Bereich Embedded Software.

Haptik- und Sensing-Lösungen

Die Produkte der CS40L25-Familie von **Cirrus Logic** enthalten einen leistungsstarken Haptik-Treiber, einen digitalen Signalprozessor und einen Aufwärtswandler. Die Bauelemente sind resonanz-sensitiv, können leistungsfähige LRAs (Linear Resonant Actuators) und VCMs (Voice Coil Motors) ansteuern und verbessern die Nutzererfahrung durch die Unterstützung spezieller Haptik-Wellenformen. Die geringe Latenz ermöglicht das Ansteuern des Haptik-Motors in Echt-

zeit, sodass die Anwender eine sofortige taktile Rückmeldung erhalten. Regelalgorithmen verbessern die



Effektivität der LRAs und ermöglichen eine wirkungsvolle, einheitliche Haptik mit einem knackigeren, weniger „summenenden“ Effekt.

Der derzeit in der Bemusterung befindliche CS40L25B-DNZ ist die AEC-Q100-qualifizierte Variante für Automotive-Anwendungen im QFN-32-Gehäuse in Wattle-Flank-Technik und ermöglicht Infotainment-Applikationen wie etwa Touch-Buttons und Touchscreens.

www.cirrus.com/products/CS40L25