

Mit CAN XL können vorhandene Vernetzungskonzepte, Vernetzungstopologien und Kabelbäume ohne große Modifikationen weiterverwendet werden.

© Vector Informatik

IP-KONZEPTE MIT CAN XL

Transformation von SOME/IP in Richtung SOME/CAN

Bei der Vernetzung künftiger Automobilgenerationen werden im Wesentlichen die verschiedenen Ethernet- und CAN-Varianten zum Einsatz kommen. Eine wichtige Rolle für das effiziente Neben- und Miteinander der beiden grundverschiedenen Konzepte soll das neue CAN XL übernehmen. Dabei stellen sich die Fragen, ob auch CAN-XL-Steuergeräte an der servicebasierten Kommunikation teilnehmen können und welche Wege es gibt, um dies zu realisieren?

Die technischen Eckdaten von CAN XL sind weitgehend definiert: Die neue CAN-Variante bietet Datenraten bis 10 Mbit/s und ist mit einer variablen Nutzdatenlänge im Bereich von 1...2048 bit unter anderem in der Lage, komplette Ethernet Frames innerhalb von CAN XL Frames zu transportieren. Erwartungsgemäß ist CAN XL ansonsten weitgehend rückwärtskompatibel zu CAN oder CAN FD und dem Konzept der signalbasierten Kommunikation. Dies ist insbesondere von Vorteil für die Weiterentwicklung der Elektronikarchitekturen von Klein- und Mittelklassewagen, bei denen noch keine Ethernet-Hochleistungskommunikation

für fortgeschrittene Assistenzsysteme (ADAS) und autonomes Fahren erforderlich ist. CAN XL erlaubt es, vorhandene Vernetzungskonzepte, Vernetzungstopologien und Kabelbäume ohne große Modifikationen weiterzuverwenden.

Mit CAN XL das Beste aus beiden Welten nutzen

Dennoch gehört die Zukunft der serviceorientierten IP-Kommunikation mit Ethernet, bei der der Middleware SOME/IP (Scalable service Oriented MiddlewarE over IP) mit ihrem Service-Discovery-Verfahren SOME/IP-SD eine

zentrale Bedeutung zukommt. SOME/IP ermöglicht innerhalb von Fahrzeugen einen dynamischen Verbindungsaufbau zwischen Providern (Datenquellen) und Consumern (Datensenken). Wer die Dienste oder Daten liefert ist für moderne Anwendungen unerheblich.

Weiter beherrscht die serviceorientierte Kommunikation das Übertragen dynamischer Datenstrukturen. Bei Sensordaten-Fusions-Anwendungen beispielsweise ergibt sich die Größe der zu übertragenden Daten erst während der Laufzeit. Solche Daten lassen sich nicht statisch mappen, wie es bei der signalbasierten Kommunikation üblich ist, vielmehr muss das Kommunikationssystem

tem sie dynamisch serialisieren. Verantwortlich für die Serialisierung ist in der AUTOSAR-Classic-Plattform das SomeIpXf-Modul. Da es Teil der Middleware-Ebene von AUTOSAR ist, lässt sich die Funktionalität zum Serialisieren dynamischer Daten auch für CAN XL nutzen.

Dynamischer Verbindungsaufbau mit SOME/IP-SD

SOME/IP unterstützt sowohl einen voll-dynamischen als auch einen semi-dynamischen Verbindungsaufbau. Der voll-dynamische Verbindungsaufbau kommt zur Anwendung, wenn die Netzwerkknoten keinerlei Kenntnisse über IP- und MAC-Adressen voneinander haben. Er baut auf allen Protokollebenen die Kommunikation dynamisch auf, womit einige Vorteile verbunden sind: so lässt sich ein Service im Netzwerk beliebig auf andere Knoten verschieben, ohne dass Änderungen an den Steuergeräten notwendig sind. Dasselbe gilt für MAC- und IP-Adressen. Beim voll-dynamischen Verbindungsaufbau nutzen Consumer und Provider gegebenenfalls mehrfach das Address Resolution Protocol (ARP), um gegenseitig die MAC- und IP-Adressen zu ermitteln.

Ebenso gibt es Gründe, die für den semi-dynamischen Verbindungsaufbau sprechen, bei dem IP-Adressen und MAC-Adressen statisch festgelegt sind.

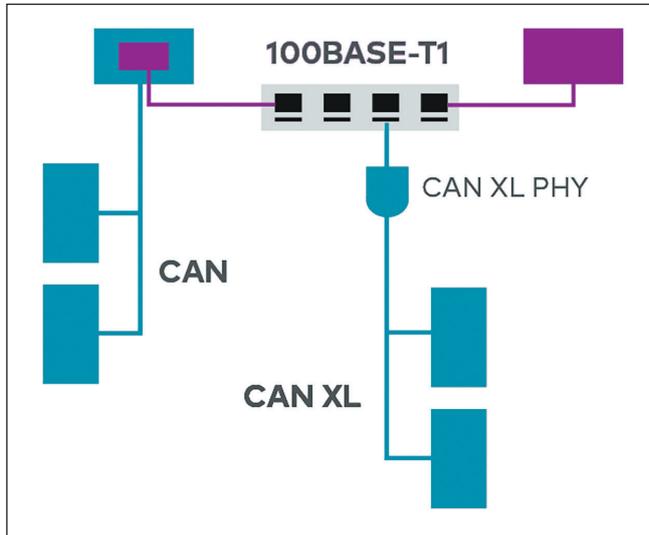


Bild 1: Ethernet-CAN-Netzwerk mit „CAN PHY“. © Vector Informatik

Jedes Steuergerät verfügt über eine Mapping-Tabelle, in der die IP- und MAC-Adressen der anderen Netzwerkknoten hinterlegt sind. Auch diese Methode baut zur Laufzeit dynamisch die Kommunikation auf der Serviceebene auf, erlaubt aber einen schnelleren Start der Kommunikation, da sie ohne ARP auskommt. Auch beim semi-dynamischen Verbindungsaufbau lassen sich Services beliebig verschieben, da alle IP- und MAC-Adressen bekannt sind. Der Nachteil besteht darin, dass IP/MAC-Adressen nun nicht mehr veränderbar sind. In diesem Fall sind zusätzlich die Mapping-Tabellen in allen betroffenen Steuergeräten zu aktualisieren. Wichtig zu wissen ist, dass die Indus-

trie, je nach Fahrzeug beziehungsweise Modellreihe, manchmal voll-dynamischen und manchmal semi-dynamischen Verbindungsaufbau einsetzt. SOME/IP funktioniert mit jeder Ethernet-Variante, egal ob es sich um rein geschichtete Netzwerke handelt oder solche mit Bustopologie.

Serviceorientierte Kommunikation auf CAN XL

Um der Rolle als Bindeglied zwischen Ethernet- und CAN-Domänen gerecht zu werden, soll CAN XL auch an der serviceorientierten Kommunikation teilnehmen können. Von großem Interesse für die Designer künftiger E/E-Architekturen ist daher, welche Möglichkeiten CAN XL aus technischer Sicht in dieser Richtung bietet. Gleichzeitig streben die Anwender stets nach der kostengünstigsten Lösung, und somit ist entscheidend, welche Anforderungen die einzelnen Lösungen an den Software Stack und die Steuergerätehardware stellen.

Ethernet Frames routen

Eine erste Möglichkeit ist es, Ethernet Frames auf CAN XL zu routen. Dazu lässt sich ein Standard Ethernet-Switch verwenden. Hardwareseitig ist zwischen dem Port, an dem das CAN-XL-Netz hängt, und dem CAN-XL-Bus ein noch neu zu entwickelnder CAN XL PHY einzufügen. Dieser soll in der Lage sein, die kompletten Ethernet Frames in CAN XL Frames zu kopieren und umgekehrt – je nach Richtung der Kommunikation. Der CAN XL PHY ist lediglich am Ether-

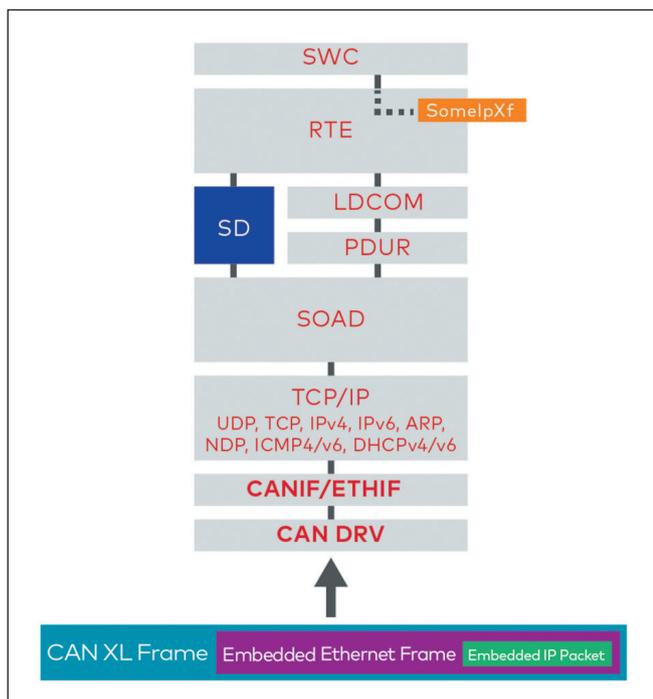


Bild 2: Stack für eingebettete Ethernet-Kommunikation über CAN XL.

© Vector Informatik

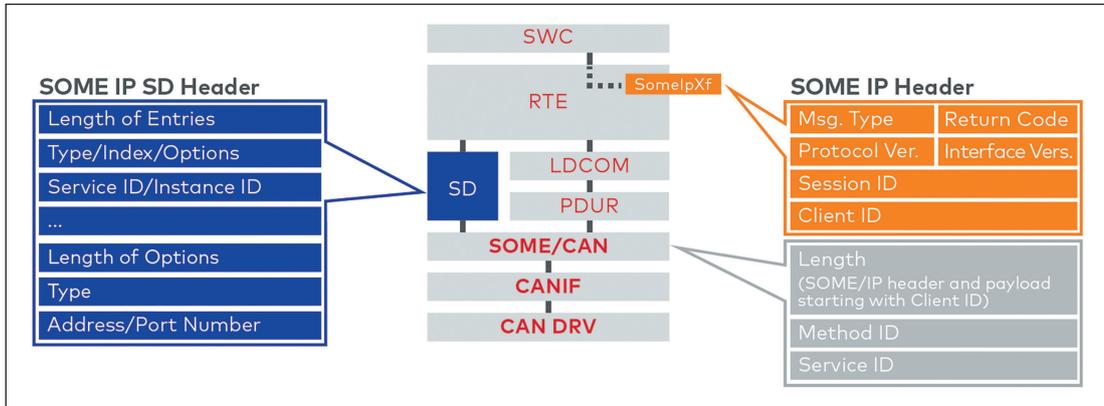


Bild 4: Serialisierung von SOME/IP in einem Stack mit neuem „SOME/CAN“ Modul.

© Vector Informatik

net Switch nötig, während an den CAN-XL-Knoten gängige Transceiver ausreichen. Grundsätzlich ist es natürlich auch möglich ein herkömmliches Gateway zu verwenden (Bild 1).

Deutliche höhere Anforderungen stellen sich dafür an den CAN XL Stack. Sobald Ethernet Frames in CAN XL eingebunden sein können, ist zusätzlich ein üblicher TCP/IP Stack im CAN-XL-Steuergerät erforderlich. Wohlgermerkt: Im CAN XL Frame ist ein Ethernet Frame eingebettet, welcher wiederum ein IP-Paket enthält. Der Interface Layer wiederum muss sowohl das Verhalten von CAN als auch das von Ethernet beherrschen. Der CAN-Teil des Interface Layers packt den Ethernet Frame aus, der Ethernet-Anteil den IP Frame. Des Weiteren erfordert jeder CAN-XL-Knoten eine virtuelle MAC-Adresse. Dann wird für den CAN XL PHY nur ein CAN Frame benötigt, um die vom Ethernet-Netzwerk empfangenen Frames auf CAN XL weiter zu senden und für jeden CAN-XL-Knoten jeweils einen weiteren CAN Frame für Antwortdaten. Filterfunktionen können auf Basis der im Frame eingebetteten MAC-Adresse stattfinden. Unter diesen Voraussetzungen arbeiten SOME/IP, SOME/IP-SD und ARP genauso wie in einem reinen Ethernet-Netzwerk (Bild 2)

IP Frames routen

Als zweiter Weg bietet es sich an, mit Hilfe eines passenden Gateways statt Ethernet Frames die IP Frames auf CAN XL zu routen. Das Gateway hat jetzt die Aufgabe, den IP Frame aus dem Ethernet Frame auszupacken. Mit Hilfe einer entsprechenden Routing-Tabelle im Gateway erkennt dieses anhand der eingebetteten IP-Adresse, dass es sich um

ein Paket handelt, das in einen CAN XL Frame einzupacken und auf den CAN-XL-Bus zu routen ist. Auch hier ist wieder ein TCP/IP Stack auf Seiten des CAN-XL-Steuergerätes nötig. Beim CAN Interface sind nur kleinere Änderungen in der Implementierung notwendig, größere Änderungen sind im TCP/IP Stack zu erwarten. Zum Filtern bietet sich die im Frame eingebettete IP-Adresse an. Auch in diesem Szenario funktionieren SOME/IP und SOME/IP-SD genauso, wie in einem reinen Ethernet-Netzwerk (Bild 3).

Für die ersten beiden vorgestellten Wege lässt sich zusammenfassend sagen: SOME/IP-Funktionalität ist in beiden Fällen realisierbar. Das Routen von Ethernet Frames benötigt einen neuen CAN PHY am Standard Switch, während für den Software Stack auf den CAN-XL-Steuergeräten eine neue Zwischenschicht erforderlich ist. Auch beim

Routen von IP Frames sind Änderungen im Software Stack notwendig. Logische Änderungen sind in den Softwaremodulen nicht notwendig, lediglich in der Implementierung sind Anpassungen notwendig. In beiden Fällen wäre eine Hardwarefilterung sinnvoll aber aufwändig zu realisieren.

Serviceorientierung auf CAN XL ohne TCP/IP

Eine dritte Lösungsmöglichkeit ist ganz auf den TCP/IP Stack zu verzichten. Die Motivation dafür ist darin begründet, weil sich so etwa 50...100 kB ROM Speicherplatz in jedem CAN-XL-Steuergerät einsparen lässt, was folglich die Nutzung von kleineren und günstigeren Controllern erlaubt. Dazu ersetzt im Software Stack ein neu eingeführter „SOME/CAN“ Layer die Module TCP/IP (TCPIP) und Socket Adaptor (SOAD). Der SOME/CAN Layer ist ein Vorschlag der Autoren und daher bei Marktinteresse noch ausführlicher zu spezifizieren und zu implementieren. Das Routen und die Umwandlung von SOME/IP in SOME/CAN geschieht im Gateway. SOME/IP Messages werden im PDU-Router-Modul umgewandelt. SOME/IP-SD Messages sind in der Applikation zu deserialisieren und korrespondierend als SOME/CAN Messages wieder zu serialisieren. Dabei ersetzt das Gateway die IP-Adresse und die Port-Nummer im SOME/IP-SD Header, zum Beispiel jeweils durch eine CAN ID, und kennzeichnet den Frame als „CAN XL Type.“ Ein CAN XL Frame transportiert nun einen eingebetteten modifizierten SOME/IP Frame, der folgerichtig als „SOME/CAN Message“ zu bezeichnen ist. Während bei Ethernet SOME/IP-Teilnehmer auf einen dedizierten (UDP) Port hören, war-

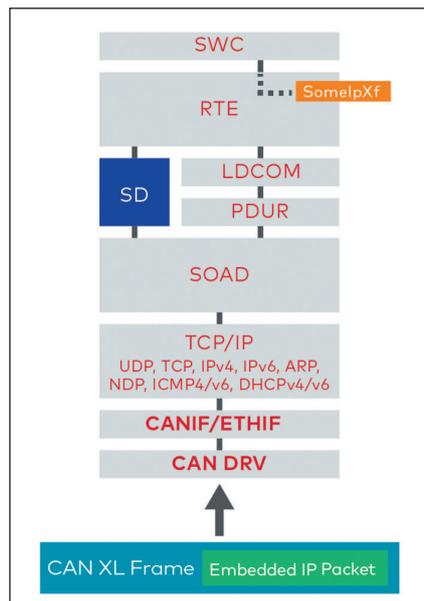


Bild 3: Stack für eingebettete IP Kommunikation über CAN XL. © Vector Informatik

ten SOME/CAN-Teilnehmer auf spezielle SOME/CAN IDs. Ob es sich um eine SOME/CAN Message oder um Service Discovery handelt, wird im Header durch den Message Value angezeigt. Der Message Value mit dem Wert 0xFFFF 8100 kennzeichnet eine Service Discovery Message (Bild 4).

SOME/IP-Kommunikation lässt sich auf die gezeigte Weise ohne TCP/IP Stack auf CAN transformieren. Damit ist SOME/CAN machbar, jedoch angewiesen auf bestimmte Softwaremodule eines entsprechend erweiterten AUTOSAR Stack. Ein Filtern via Hardware ist deshalb ausgeschlossen.

Erweiterungen in Richtung Hardwarefilterung

Entwickelt man den SOME/CAN-Ansatz adäquat weiter, ist eine Hardwarefilterung doch noch praktikabel. Dazu erhält jeder Teilnehmer eine Knotenadresse. Die Knotenadresse erlaubt nun ein Filtern per Hardware. Weiter ist es in diesem Zusammenhang notwendig, Multicast- oder Broadcast-Adressen für das Service Offering bereitzustellen. Da zum Adressieren nun Knotenadressen dienen, muss das Gateway diese statisch mappen. Für ein dynamisches Mapping ist eine passende Address-Resolution-Lösung für CAN-Knotenadressen umzusetzen. Durch eine Knotenadresse sind Filterung und Netzwerkzugriff voneinander getrennt. Das heißt, die Priorität kann damit geändert werden, ohne dass eine Änderung an einem Teilnehmer erfolgen muss.

Ausblick

Der Beitrag stellt mehrere Optionen vor, wie sich mit CAN XL eine serviceorientierte Kommunikation verwirklichen lässt. Das Routen von Ethernet Frames und IP Frames ist vorstellbar, benötigt aber eine gute Möglichkeit der Hardwarefilterung, um effizient zu sein. Um kleinere und kostengünstigere Controller zu realisieren, wäre es sinnvoll die SOME/IP-Kommunikation unter Verzicht eines TCP/IP Stack auf CAN XL zu realisieren. Das Problem der frühen Hardwarefilterung lässt sich durch die Einführung einer Knotenadresse beseitigen, um Interrupt-Lasten zu vermeiden. In welche Richtung sich die serviceorientierte Kommunikation auf CAN XL genau entwickelt, ist im Detail noch offen. Dass Serviceorientierung auf CAN XL notwendig ist, zeigen die zu realisierenden Anwendungsfälle. Insgesamt ist CAN XL dafür gut gerüstet. ■ (oe)

www.vector.com



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.

www.hanser-automotive.de

automechanika FRANKFURT

Zukunftswerkstatt 4.0

14.–18.9.2021



Werden Sie
Teil dieser
Sonderschau!

Wie sieht sie aus, die Werkstatt der Zukunft? Präsentieren Sie Ihre Technologien und Systeme am Hotspot für die Mobilität von morgen. Die Zukunftswerkstatt 4.0 in der Festhalle Frankfurt ist Innovationsschaufenster, Schulungszentrum und Testlabor. Hier sind Sie an der Schnittstelle zwischen Praxis, Politik und Wissenschaft und sichern sich maximale Aufmerksamkeit. Mehr Infos unter automechanika.com/zukunftswerkstatt

ZUKUNFTSWERKSTATT 4.0

 messe frankfurt