

Eine Architektur für globales Car-to-X

Wie sich mit der neuen Lösung von NXP und Cohda Wireless die verschiedenen weltweiten Standards zur C2X-Kommunikation flexibel erfüllen lassen, zeigt dieser Beitrag.



Aufgrund der flexiblen Skalierbarkeit der von NXP und Cohda entwickelten Lösung lässt sich die neue Architektur weltweit auf breiter Ebene einsetzen.

RoadLINK

Leistungsfähige Anwendungen zur Car-to-X-Kommunikation (C2X) sind heute nicht mehr nur bloße Vision, sondern werden immer mehr zur Realität. Die weltweiten Automobilhersteller sehen mittlerweile das große Potenzial dieser Technologie zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, Verbesserung des Verkehrsflusses und Reduzierung des Energieverbrauchs, insbesondere im Zusammenspiel mit infrastrukturbasiereten Diensten. Langfristig wird die C2X-Kommunikation auch als einer der Schlüsselfaktoren für autonomes Fahren angesehen, wobei das Fahrzeug selbstständig auf wechselnde Fahrsituationen reagiert. Aktuelle Architekturentwicklungen haben mittlerweile viele der Herausforderungen in den Griff bekommen, mit denen die Car-to-X-Technologie in der Vergangenheit noch zu

kämpfen hatte – insbesondere die geringe Standardisierungsreife, fehlende Performance und die nur schwer an die Anforderungen der Automobilhersteller adaptierbaren Systeme. NXP und sein Partner Cohda Wireless beantworten diese Herausforderungen mit einem marktreifen System, das nicht nur unterschiedliche regionale Anforderungen erfüllt, sondern auch andere Standards wie normales WLAN und sogar Mautdienste mit einer einheitlichen Hardwareplattform und entsprechender Softwarekonfiguration am Bandende unterstützt.

Feldversuche wie SPITS (Niederlande), simTD (Deutschland), score@F (Frankreich) und Safety Pilot (USA) belegen die neuen Impulse für diese Technologie. Im simTD-Feldversuch in Deutschland wurden durch 120 Fahr-

zeuge insgesamt 1.650.000 Testkilometer in 41.000 gefahrenen Stunden zurückgelegt. Angesichts dieser Erfolge werden jetzt konkretere Pläne zur Realisierung der Technologie laut. Die vertretenen Automobilhersteller im CAR 2 CAR Communication Consortium, das sich für eine weltweite Harmonisierung der Netzstandards zum drahtlosen Austausch von Daten und Informationen zwischen Fahrzeugen, Verkehrsinfrastruktur und Service-Providern stark macht, sichern eine Umsetzung bereits ab 2015/2016 zu.

Flexible Standards für Car-to-X

Aufgrund der flexiblen Skalierbarkeit der von NXP und Cohda entwickelten Lösung lässt sich die neue Architektur

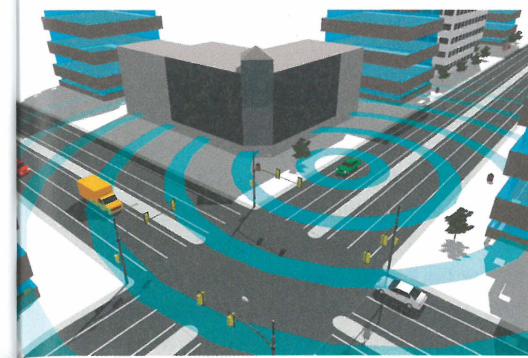


Bild 1: Signale innerhalb einer C2X-Kommunikation können von Gebäuden, anderen Fahrzeugen und größeren Objekten jeder Art reflektiert werden.

weltweit auf breiter Ebene einsetzen. Der neue RoadLINK-Chipsatz enthält NXPs aktuelle SDR-Technologie (Software-Defined Radio) und deckt damit eine Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungsfällen auf Basis einer einheitlichen, global einsetzbaren Hardwareplattform ab. Die Chiplösung unterstützt dabei beide Ausprägungen von C2X: Sicherheit (Car-to-Car-Kommunikation, C2C) und intelligentes Verkehrsmanagement (C2I, beinhaltet Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur) sowie externes WLAN.

Chip-Lösungen für C2X

Eine der verfügbaren Konfigurationsoptionen umfasst eine Antenneneinheit mit zwei AEC-Q100-Grade-3-zertifizierten Chips. Der Dual-Channel-SDR-Prozessor SAF5100 verarbeitet die

802.11p-Firmware von Cohda – sie unterstützt internationale Standards wie IEEE 802.11p/1609.x für den Betrieb in den USA, entsprechende ETSI-Äquivalente für die Nutzung in Europa sowie den japanischen Standard für den 760-MHz-Betrieb. Diese Standards wurden ausschließlich zur Nutzung im Fahrzeugbereich mit oftmals sehr schnell wechselnden Signalumgebungen entwickelt, bei denen die erforderlichen Transaktionen wesentlich schneller verarbeitet werden müssen, als dies heute mit den konventionellen 802.11-Ad-hoc-Netzen möglich ist. Die Firmware unterstützt aber auch alle wichtigen 802.11a-/b-/g-/n-Protokolle für das Consumer-WLAN, sodass Daten über Home-WLAN-Verbindungen und Hotspots hochgeladen und genutzt werden können. Der Multiband-Dual-Channel-Transceiver TEF5100 wurde ebenfalls zur Nutzung in den weltweit eingesetzten Plattformen konzipiert und unterstützt neben 802.11p- auch die 802.11a-/b-/g-/n-Bänder.

Wichtige Eigenschaften des SAF5100 sind:

- Software-Defined Radio-Prozessor für weltweite C2X-Standards (Europa, USA, Japan)
- Unterstützung für unterschiedliche OEM-spezifische Antennen-Konfigurationen und verschiedene Diversity-Konzepte
- Klassenbeste 802.11p-Empfangsleistung und Reichweite im mobilen Einsatz auch ohne Sichtverbindung
- Flexibles Anwendungs-Management ermöglicht Updates im Feld zur Anpassung an Weiterentwicklungen bestehender Standards sowie zur Unterstützung etwaiger neuer regionaler Standards, sobald diese eingeführt werden.

Diese hohe Flexibilität bei den unterstützten Standards zeigt, wo die C2X-Welt heute steht und macht es den Automobilherstellern leichter, diese Technologie in ihren Fahrzeugen einzusetzen. Ohne sie würde die Notwendigkeit zur Abdeckung der unterschiedlichen regionalen C2X-Standards (ganz zu schweigen von den neuen Standards, die schon in der Pipeline sind) die F&E-Kosten der Automobilhersteller in die Höhe schießen lassen; ein Einbau von regional unterschiedlichen Systemen würde die Logistik- und Montagekosten in Dimensionen treiben, die die Nutzung von C2X sehr schnell unprofitabel werden lassen würde. Auf der Zuliefererseite müsste eine Vielzahl unterschiedlicher Hardwarevalidierungs- und -qualifizierungstests durchgeführt werden.

Multi-Standard-Lösung

Abhilfe schafft hier die Lösung von NXP/Cohda: Damit können Automobilhersteller jedes ihrer Fahrzeuge mit einem baugleichen System ausstatten und die entsprechenden regionalen Varianten per Programmierung am Bandende umsetzen. Die Vorteile liegen auf der Hand: einmalige Investition in Hardware und F&E, einmalige Validierung und Qualifizierung der eingesetzten Hardware sowie wesentlich schlankere Logistik- und Montageprozesse. Derzeit gibt es Standards für die Regionen EU, »

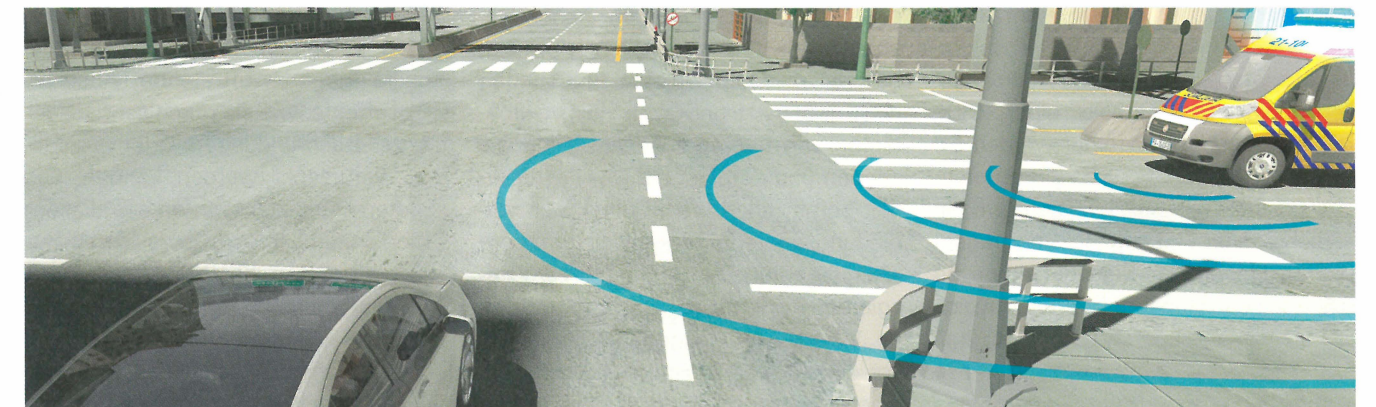


Bild 2: Datensicherheit ist auch bei C2X ein wichtiges Thema: So könnten Eindringlinge zum Beispiel die Identität geschützter Einsatzfahrzeuge annehmen, um damit bestimmte Sonderrechte für sich in Anspruch zu nehmen und andere Verkehrsteilnehmer zu blockieren.

Bilder: NXP Semiconductors

USA und Japan; weitere Ableitungen für andere Regionen und Länder sind jedoch zu erwarten. Die von NXP und Cohda zur Verfügung gestellte Plattform ermöglicht darüber hinaus auch die Durchführung von einfachen Upgrades im Feld, um weitere Services oder Standards auf Basis derselben Technologie zu integrieren.

Die Dual-Channel-Architektur von NXP und Cohda kann abhängig von den jeweiligen Konfigurationen Kontroll- und Servicekanäle gleichzeitig unterstützen und somit C2C und C2I gleichzeitig bedienen, aber auch zur Implementierung einer Antenna-Diversity-Funktion genutzt werden, um potenziellen Einschränkungen bei der Antennenverfügbarkeit aufgrund der genutzten Bauorte Rechnung zu tragen. Obwohl erste Use-Cases sich auf den Bereich der Sicherheitsanwendungen konzentrieren und daher nur einen Kanal benötigen, kann davon ausgegangen werden, dass weitere Dienste auf Basis des vorhandenen freien Kanals in nicht allzu ferner Zukunft folgen werden. Die beiden im Transceiver implementierten Synthesizer können dabei sowohl auf eine identische Frequenz abgestimmt werden (Single-Channel-Diversity), oder unterschiedliche Frequenzen nutzen (Dual-Channel-Empfang). Für eine elektronische Mauterfassung kann darüber hinaus auch die DS-RC-Frequenz von 5,8 GHz unterstützt werden.

Mehrwegeempfang und mobiler Betrieb

Die wichtigsten Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz der C2X-Technologie in der Praxis liegen bei Zuverlässigkeit und Kommunikationsgeschwindigkeit. Innerhalb einer C2X-Kommunikationsarchitektur werden die Signale zwischen Sender und Empfänger auf unterschiedlichen Signalwegen verschiedener Länge übertragen. (Bild 1). Neben der Signalreflektion an Objekten und Gebäuden verändern sich die Signalwege auch durch das sich in Bewegung befindliche Fahrzeug. Diese Kombination aus Mehrwegeempfang und mobilem Betrieb kann durch einen standardmäßigen WLAN-Chipsatz nicht zuverlässig unterstützt werden, der – in-

nerhalb gewisser Grenzen – entweder Störungen durch Mehrwegeempfang oder Mobilbetrieb ausgleichen kann, keinesfalls jedoch beide gleichzeitig. Ein WLAN-Chipsatz geht während der Dauer der Paketübertragung von einem statischen Kanal aus – innerhalb einer C2X-Architektur können sich die Signalwege durch das fahrende Fahrzeug jedoch in erheblichem Maße verändern. Die Performance verschlechtert sich auch bei längeren Datenpaketen, da ihre Übertragung einen größeren Zeitraum in Anspruch nimmt und damit die Wahrscheinlichkeit steigt, dass die Abschätzung zu Beginn der Signalübertragung vor Erreichen des Paketendes nicht mehr gültig ist. Um solchen Phä-

nomenen entgegenzuwirken, wurde die von NXP/Cohda-Lösung für einen gleichzeitigen Ausgleich von Störungen durch Laufzeitunterschiede bei Mehrwegeempfang und Mobilbetrieb ausgelegt. Zu diesem Zweck kommen proprietäre Techniken zum Einsatz, die die Kanalcharakteristik vor Beginn des Sendevorgangs abschätzen und auftretende Veränderungen während einer laufenden Paketübertragung nachverfolgen. Als Ergebnis dieses Verfahrens kann das Fahrzeug auch bei sehr hohen Geschwindigkeiten, bei reflektierten Signalanteilen durch Objekte und Hindernisse jeder Art und auch beim Durchfahren von Kurven zuverlässig Signale senden und empfangen. Der Fahrer erhält somit, auch wenn keine Sichtverbindung besteht, wesentlich präzisere Meldungen und hat mehr Zeit zum Reagieren: Systeme auf Basis modifizierter WLAN-Module geben Warnungen vor einer bevorstehenden Kollision mit einer Vorlaufzeit von gerade einmal drei bis fünf Sekunden aus, während die NXP/Cohda-Lösung dem Fahrer eine wesentlich längere Reaktionszeit von

typischerweise 20 bis 25 Sekunden zur Verfügung stellt.

Antennendiversität

Eine weitere Herausforderung bestand für die Automobilhersteller bisher auch in der möglichst optimalen Anordnung und Konfiguration von Modem und Antenne, um notwendige Kompromisse in Sachen Empfangsqualität auf ein Minimum zu beschränken. Die Verwendung einer einzelnen Antenne bietet hier zwar die kostengünstigste Lösung; sie stellt jedoch auch nur einen Datenpfad zur Verfügung. Für eine Integration in das Fahrzeugdach muss die Dachfläche möglichst eben sein. Systeme mit zwei

Antennen (Dual Remote Antennas) kosten mehr, sind jedoch für alle Dachformen geeignet – wenn beide Antennen abgesetzt voneinander an jeweils gegenüberliegenden Fahrzeugseiten installiert werden – und bieten damit die beste Empfangsleistung.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von zwei Antennen, die zur Verbesserung der Datenkommunikation in geringem Abstand zueinander in einem gemeinsamen Gehäuse verbaut werden; derartige Lösungen bieten jedoch im Normalfall keinerlei Abhilfe gegen auftretende Abschattungseffekte, wie sie durch sehr ausgeprägte Dachrundungen oder Glasdächer verursacht werden können. Die meisten Hersteller werden aus diesem Grund innerhalb ihrer jeweiligen Fahrzeugplattformen entsprechende Dual-Antenna-Lösungen mit zwei Antenneneinheiten vorhalten, um unabhängig von möglichen Abschattungseffekten, Dachgrößen, -materialien und -krümmungen jederzeit einen möglichst optimalen Signalempfang zu gewährleisten.

» Wenn man bedenkt, dass ein Fahrzeug bis zu zehn Nachrichten pro Sekunde absetzt, können von den in der Nähe befindlichen Fahrzeugen in jeder Sekunde viele Hunderte von Nachrichten gesendet werden, die verifiziert werden müssen.

Dipl.-Ing. Thomas Hinz, NXP Semiconductors

Datensicherheit

Wo immer wichtige Informationen über drahtlose Netze übertragen werden, steigt die Möglichkeit krimineller Attacken. C2X-Kommunikation macht da keine Ausnahme. So könnten Eindringlinge zum Beispiel die Identität geschützter Einsatzfahrzeuge annehmen, um damit bestimmte Sonderrechte für sich in Anspruch zu nehmen und andere Verkehrsteilnehmer zu blockieren (Bild 2). Hacker könnten an einem bestimmten Straßenabschnitt Falschwarungen zu einer stattgefundenen Notbremsung absetzen und damit den nachfolgender Verkehrsfluss bösartig verlangsamen. Das Know-how bei Krypto-Controllern für Bankkartenanwendungen und digitale Ausweise bildet die Grundlage zur Einhaltung höchster Sicherheitsanforderungen durch hochsichere Funktionen zur Authentifizierung und den Austausch von Zertifikaten – alle samt Funktionen, die Standard-mikrocontroller mit integrierten Sicherheitsfeatures in dieser Form nicht bieten können. Und mehr noch: Das System ist auch in der Lage, die große Zahl an erforderlichen Nachrichtenverifizierungen zuverlässig zu verarbeiten.

Wann kommt C2X?

Wann kann man nun davon ausgehen, dass sich C2X branchenweit durchsetzen wird? Zuerst wahrscheinlich in Europa – die im CAR 2 CAR Consortium vertretenen Automobilhersteller planen hier eine Umsetzung in den nächsten Jahren. Und auch in den USA wird durch einen Regierungsschub demnächst Bewegung in das Thema kommen; hier wird in den kommenden Monaten eine entsprechende Entscheidung erwartet. Für Japan gehen Experten von ersten Implementierungen im Jahr 2017 aus. Es sind vor allem die Sicherheitsapplikationen, die

eine frühzeitige Übernahme der Technologie vorantreiben, am Ende können es aber auch neue technische Möglichkeiten sein, die den Deal perfekt machen: so z. B. erweiterte Möglichkeiten für neue Dienste auf freien 5,9-GHz-Servicekanälen oder die Möglichkeit einer Nutzung von externem WLAN. Wenn es also darum geht, die für einen erfolgreichen Systemstart erforderliche kritische Masse an Fahrzeugen mit C2X-Technik auszustatten – mindestens 10% aller Fahrzeuge werden dabei mit einem Kommunikationsmodul für C2X-Anwendungen auszustatten sein,

will man einen spürbaren Mehrwert bieten – dann kann eine vollständigen Systemlösung wie die hier vorgestellte Lösung von NXP und Cohda Wireless der entscheidende Impuls sein, der die C2X-Revolution wortwörtlich auf der Straße ins Rollen bringt. ■ (oe)

» www.nxp.com



Dipl.-Ing. Thomas Hinz ist Senior Product Marketing Manager Business Line CAR Entertainment Solutions bei der NXP Semiconductors Germany GmbH und für das weltweite Marketing der NXP RoadLINK C2X-Produkte verantwortlich.