

Effiziente Entwicklung von FlexRay-Systemen im Fahrzeug

Dr. Carsten Böke, Dirk Grossmann und Roel Schuermans, Vector Informatik

Der FlexRay-Bus gewinnt an Fahrt. Die Standardisierung des Protokolls und der Datenbankbeschreibung für das FlexRay-Kommunikationsnetzwerk sind zum größten Teil durchlaufen. 2006 ist das erste Fahrzeug mit FlexRay an Bord auf den Straßen unterwegs. Mit einem durchgängigen Angebot unterstützt Vector Informatik den FlexRay-Entwickler in allen Phasen der Entwicklung.



Die Vorteile von FlexRay sind unbestritten. Ein bis zu zehnfach höherer Datendurchsatz als bei CAN, größere Nachrichtenlängen mit bis zu 254 Byte Datenkapazität pro Nachricht, die Übertragungsgarantie durch einen zeitdefinierten Buszugang, zwei Leitungen für eine redundante Datenübertragung (oder eine Verdopplung des Durchsatzes) und die definierten, kalkulierbaren Reaktionszeiten sprechen für sich. Erste Serienanwendung wird kein X-by-Wire-System sein, sondern ein elektronisches Dämpfer-Kontrollsystem mit hohen Abtastraten für den neuen BMW X5, der im Herbst 2006 auf den Markt kommt. In naher Zukunft dient FlexRay vor allem als Backbone. Der höhere Datendurchsatz ermöglicht es, gleich mehrere CAN-Busse zu ersetzen oder zu koppeln.

Speziell auf die Anforderungen des neuen Bussystems ausgelegt und sorgsam an die Kundenanforderungen angepasst, unterstützt Vector Informatik alle Entwicklungsphasen mit ausgereiften Werkzeugen sowie den dazu passenden Embedded Softwarekomponenten (Bild 1).

Vorausschauendes Arbeiten gefragt

Die zeitbasierte Busarbitrierung mit ihrer Forderung nach einem vorab definierten Kommunikations-Schedule verlangt im Vergleich zu CAN-Netzwerken einen erweiterten Entwicklungsansatz. Höchste Priorität genießt die frühzeitige Zuteilung der Nachrichten auf die einzelnen Sendeslots (Scheduling). Sie beeinflusst nicht nur die Performance des Systems, sondern auch seine Erweiterungsfähigkeit. Bei dieser Aufgabe erhält der Entwicklungsingenieur Unterstützung durch den DaVinci Network Designer für FlexRay (Bild 2).

Der Network Designer verfügt über eine umfangreiche Schedule-Funktion, mit der zum Beispiel die Zeitparameter des Zyklus, die Anzahl der Slots sowie die Aufteilung in den statischen und dynamischen Bereich definiert werden. Anschließend verteilt der Anwender in einer Tabellenansicht des Schedules mit verschiedenen Auflösungsebenen die Nachrichten per Drag-and-Drop auf die Zeit-Slots. Eingabefehler vermeidet eine Plausibilitätsüberprüfung, die aus den bisherigen Parametern auf einen Wertekorri-

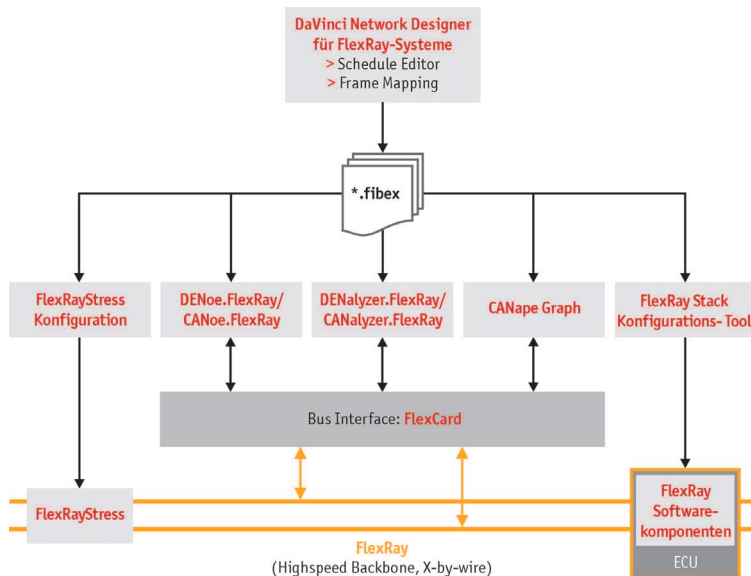


Bild 1. Vectors Lösungen für FlexRay

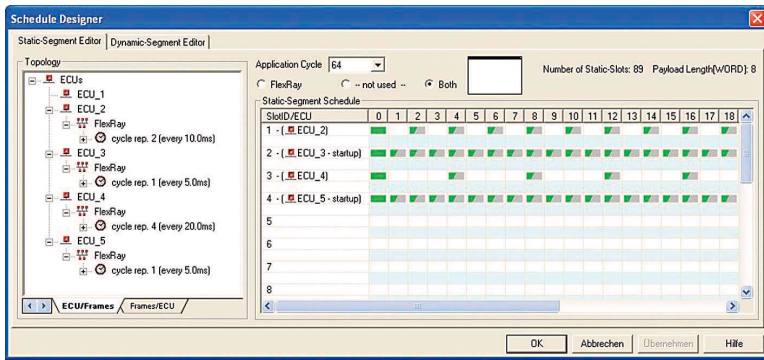


Bild 2. Design von FlexRay-Netzwerken mit dem DaVinci Network Designer

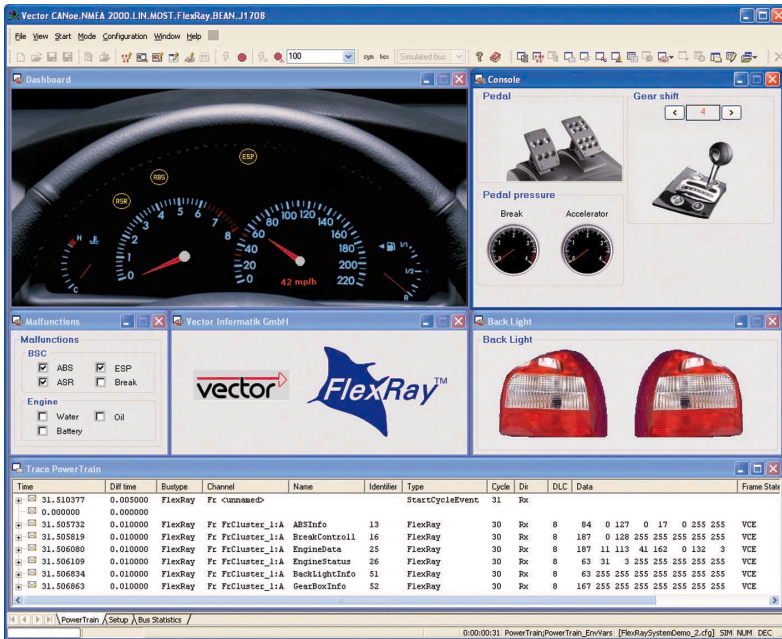


Bild 3. Simulation eines FlexRay Clusters mit DENoe.FlexRay

vor für den nächsten Eingabepunkt schließt. Der DaVinci Network Designer für FlexRay ist derzeit das einzige Design-Werkzeug, welches FIBEX-Datenbanken abspeichert. FIBEX ist ein ASAM-konformes Datenbankformat, das die Strukturbeschreibung sowie Signal-, Nachrichten- und Schedule-Informationen für ein FlexRay-Kommunikationsnetzwerk enthält.

Simulation und Analyse

Das umfassendste Vector Tool im Entwicklungsprozess von FlexRay-Systemen ist DENoe.FlexRay. Es deckt mit Hilfe der CAPL-Programmiersprache von der Simulation und Stimulation des Netzwerkes über Integrationstests und Restbussimulation bis hin zur Analyse des fertigen FlexRay-Netzwerkes mehrere Phasen ab (Bild 3). Mit der neuen Version 5.2 profitiert der Entwickler von erweiterten Funktionen bezüglich der Darstellung, Analyse und Generierung von FlexRay-Nachrichten. Unregelmäßigkeiten bei der Nachrichtenübertragung werden optisch hervorgehoben und dauerhaft angezeigt.

Beim Wechsel auf die zeitgesteuerte Kommunikation müssen sich die Anwendungen in ihrem Ablauf zum Kommunikations-Schedule synchronisieren. Deshalb gibt es für die in DENoe.FlexRay integrierte Programmiersprache CAPL einige neue Notification-

Funktionen, die eine komfortable Synchronisation der CAPL-Anwendung zum FlexRay-Schedule ermöglichen.

Das statische Schedule von Botschaften auf nahe Zeit-Slots erfordert kurze und deterministische Reaktionszeiten innerhalb der Anwendung. Doch auch modernste PCs mit ihren umfangreichen Anwendungen im Hintergrund erfüllen diese Anforderungen nicht immer zufriedenstellend. Deshalb hat Vector die Benutzeroberfläche vom Real-time-Server abgetrennt. Der Anwender bedient die Oberfläche zum Beispiel auf einem Notebook, das per Ethernet mit dem Real-time-Server verbunden ist. Der Server übernimmt die eigentliche Verarbeitung der eingehenden und ausgehenden Nachrichten in Echtzeit und kommt ohne Tastatur und Bildschirm aus. Das Betriebssystem des Servers bietet eine optimale Software-Architektur mit einem deterministischen Verhalten und kleinen Latenzen bei Unterbrechungen. Das verringert die Auswirkung von Störungen des Servers bei der Verarbeitung und führt zu kurzen Antwortzeiten.

AUTOSAR als Ziel

Für Steuergeräte in Serienprodukten stellt Vector Softwarekomponenten bereit. Der FlexRay-Stack mit seiner modularen Architektur setzt dabei nicht ausschließlich auf den zeitgesteuerten Ansatz auf, sondern lässt sich auch mit einem „herkömmlichen“ OSEK-Betriebssystem betreiben (Bild 4).

Dabei steht auch die Wiederverwendung bereits beim Kunden vorhandener Komponenten eines CAN-Stacks im Vordergrund, beispielsweise der Diagnostic Layer oder ein XCP on FlexRay Transport Layer für einen vorhandenen XCP Protocol Layer. Die Ergebnisse der aktiven Mitarbeit in der AUTOSAR-Arbeitsgruppe FlexRay werden konsequent in der Weiterentwicklung der einzelnen Komponenten umgesetzt.

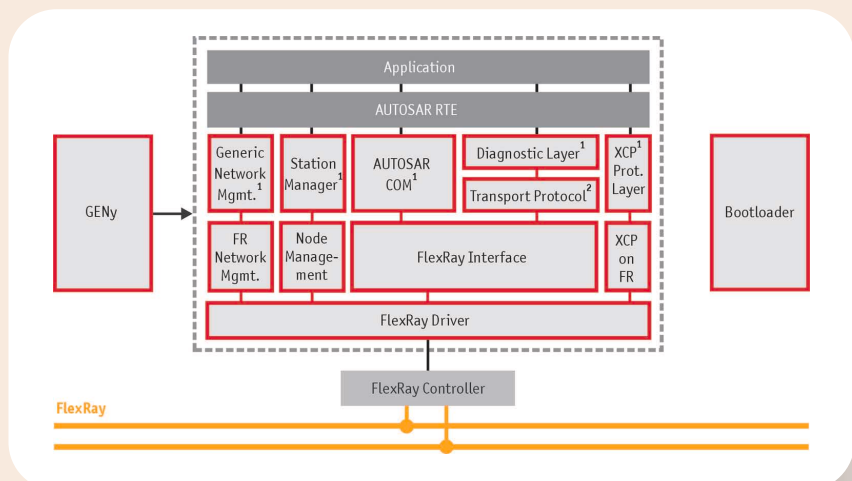


Bild 4. Architektur des Stand-alone FlexRay-Stack

Herzstück der Vector Stacks ist das Konfigurations-Tool GENy, mit dem der Anwender basierend auf einem eingelesenen Fibex-File den Vector FlexRay-Stack steuergerätespezifisch konfiguriert. Wer nur aus Leistungsgründen auf den FlexRay-Bus umsteigt und lediglich die ereignisgesteuerte Datenübertragung nutzt, verwendet die zusätzlichen, durch GENy konfigurierbaren Funktionen Receive- bzw. Transmit-Interrupt und die zugehörigen Call-Back-Funktionen.

Dynamische Zuordnung der Bandbreite

Für den Zugriff auf steuergeräte-interne Größen benötigt der Applikationsingenieur ein spezielles Mess- und Verstellprotokoll: XCP on FlexRay. Dieses nutzt den universellen, busunabhängigen XCP Protocol Layer. Für FlexRay ist lediglich ein neuer Transport Layer erforderlich. Die Spezifikation definiert speziell für FlexRay eine dynamische Zuordnung der für XCP zur Verfügung stehenden Bandbreite. Dadurch wird die noch freie Bandbreite identifiziert und dem aktuellen Applikationsdatenverkehr dynamisch und sehr effizient zugewiesen.

Für den ASAM-Arbeitskreis zur Standardisierung von XCP on FlexRay hat Vector die Grundlagen beigesteuert und bringt dort zur Zeit aktiv sein umfangreiches XCP-Know-How ein. Anfang 2006 dürfte der optimierte Draft in die offizielle ASAM-Spezifikation übergehen.

Im bereits erwähnten neuen BMW X5 wurden die vier Steuergeräte zur Dämpferkontrolle mit CANape Graph und Vector Embedded-Softwarekomponente per XCP on FlexRay appliziert. Derzeit verfügt CANape Graph als einziges MCD-Tool über eine XCP on FlexRay-Schnittstelle und eine Verwaltungsfunktion für die XCP-Bandbreite.

Widerstand im Netzwerk

Fehler entdecken, simulieren oder durch gezielte Störungen das Verhalten der Steuer-

geräte testen – FlexRayStress von Vector ermöglicht dies. Das handliche Störinstrument bietet verschiedene Funktionen. Für ein Oszilloskop können bitgenaue Trigger an jeder Stelle im Zyklus und Frame erzeugt werden. Im Knoten-Modus wird FlexRayStress wie ein normaler FlexRay-Knoten an den Bus angeschlossen und kann die Nachrichten anderer Knoten stören. Im Koppler-Modus teilt das Störinstrument den FlexRay-Bus in zwei Teile auf und kann so jede Nachricht, die von einem Teil in den anderen gesendet wird, deterministisch an definierten Bit-Stellen verändern oder zeitlich verzögern. Außerdem ist es möglich, den Bus kapazitiv oder mit Widerständen zu belasten, um Kurzschlüsse, hohe Übergangswiderstände oder andere Belastungen zu simulieren.

Noch lange nicht alles

Obwohl das ursprüngliche Ziel des FlexRay-Konsortiums, einen Standard-Datenbus für sicherheitsrelevante Anwendungen wie X-by-Wire-Systeme zu etablieren, erst mittelfristig realisiert werden wird, sind die Einsatzmöglichkeiten des schnellen, deterministischen FlexRay schon heute vielfältig. Sie reichen von der Substitution eines oder mehrerer CAN-Busse bis zu einem Kommunikations-Backbone mit CAN oder LIN als Sub-Busstrukturen. In diesen Aufgaben stecken zahlreiche neue Herausforderungen, aber auch großes Potenzial zur weiteren Optimierung der Vernetzung in elektronischen Systemen.

Das Portfolio von Vector ist vielseitig und deckt zahlreiche Aspekte bei der Entwicklung von FlexRay-Netzwerken ab. Die durchgängige Anbindung aller Tools an FIBEX und die Multibusfähigkeit erleichtern und beschleunigen die Entwicklung. Mit einer FlexRay-Grundlagenschulung vermittelt die VectorAcademy den Entwicklern das Wissen für die zügige Umsetzung ihrer Planungen.

In Kürze steht dann die dritte Generation der Interface-Hardware FlexCard zur Ver-

ZU DEN AUTOREN

Dr. rer. nat. Carsten Böke



*ist Senior Software Development Engineer in der Produktlinie Tools for Networks and Distributed Systems.
carsten.boeke@vector-informatik.de*

Dipl.-Ing. Dirk Grossmann

*ist Teamleiter in der Produktlinie Software and Integration Factory.
dirk.grossmann@vector-informatik.de*



Dipl.-Ing. Roel Schuermans



*ist Senior Product Management Engineer in der Produktlinie Measurement & Calibration.
roel.schuermans@vector-informatik.de*

fügung. Sie unterstützt mit dem Bosch-IP E-Ray die aktuelle FlexRay-Protokollvariante V2.1 und bietet optimierte und leistungsfähigere Analysemöglichkeiten.

- **Vector Informatik**
- **Kennziffer: 151**
- **Webcode: 01151**