

自動車の神経網（車載ネットワーク）

In-Vehicle Nerve Network: Automotive Network

あらまし

富士通は、自動車の各ECUを連携して動作させるための車載ネットワーク制御向けに各種のネットワーク制御コントローラを開発している。自動車内部の電子部品化が進み各種のデータが多種多様（ボディー制御系、安全走行制御系、情報系）になるに伴い、それぞれの特性に合った最適の転送スピード、転送方法が必要になってきている。今回、将来の安全走行制御系としては、転送レート10 Mbps、安全を確保するための冗長通信を行うことのできるネットワークプロトコルFlexRay、情報系としては、転送レート400 Mbpsで通信を行えるネットワーク規格IDB-1394に対応し、映像情報を2～3 msの低遅延で3分の1サイズに圧縮復元を可能とするSmartCODECを開発した。

本稿では、FlexRayとIDB-1394への富士通の取組み、および国際標準化が進んでいる中で各種標準化団体での活動について述べる。

Abstract

Fujitsu has developed an automotive network controller for connecting each type of electronic control unit (ECU). Many kinds of information have recently been computerized for automotive application (e.g., body control, safety control, infotainment control information) through networks, thus requiring the best possible network to meet each information requirement. This paper introduces FlexRay, which operates at 10 Mbps with safety network redundancy and conforms to IDB-1394 with SmartCODEC—a compression scheme for transferring certain image data for infotainment networks. These networks are now being discussed at international standardization organizations. Expectations are high for both types of networks to spread worldwide in the near future.



神 俊一（こう しゅんいち）
富士通マイクロエレクトロニクス（株）
自動車事業部ソリューション技術部
所属
現在、自動車に使われる電子デバイス（主にマイクロコントローラ）の
技術サポートに従事。



川西末広（かわにし すえひろ）
富士通マイクロエレクトロニクス（株）
自動車事業部GDC商品部 所属
現在、IDB-1394コントローラLSIの
技術サポートに従事。

ま え が き

近づくとも自動的にロックが解除されるスマートキーレスエントリーシステム、CO₂排出量の少ないエンジン、暗くなると自動的に点灯するヘッドライトなど、最近の自動車には様々な機能が搭載されている。環境に優しく燃費が良いこと、まるで家に居るような快適性、事故を未然に防いでくれる安全性などが今の車に求められている。

こうした要求に応えるべく、最新の自動車には多くの安全・快適機能が搭載されるようになった。これらの安全で快適な機能は、ECU（Electronic Control Unit）と呼ぶ電子装置によって実現している。例えば、メータのECUは、車の速度やエンジンの回転数などを表示し、オートエアコンのECUはセンサからの情報を基に常に車内を快適な温度に保っている。ワイパのECUは、雨滴センサの情報と車速からワイパを動かす速さを制御している。このように、それぞれのECUは、関連する周りのECUから車載ネットワーク（車内LAN）を通じて情報を得て車の快適性、安全性を向上させ、環境への配慮も行っている。

この車載ネットワークには、現在、ドア周りのネットワークとしてLIN（Local Interconnect Network）が、またメータ、エンジンなどをつなぐネットワークとしてはCAN（Controller Area Network）が既に普及している。こういった車載ネットワーク分野は、富士通の情報通信の技術が生かされるフィールドと考え1990年代から対応を進めている⁽¹⁾

本稿では、今、最も業界で注目されている2010年～2015年に実用化されようとしている安全系ネットワークプロトコルFlexRay^{(2),(3)}と情報系ネットワーク規格IDB-1394^{(4),(5)}への富士通の取組みを紹介する。

次世代の安全制御を担う神経網：FlexRay

FlexRayは、将来の車に要求されている安全面と環境面をイノベーションするネットワークとして、BMWをはじめヨーロッパを代表する自動車メーカが1999年からFlexRayコンソーシアムを設立し、仕様検討から普及活動まで行っている。すでに実車への投入ができるまでに技術が完成しており、

2007年にBMW X5のサスペンション制御部に搭載されている。おそらく2015年頃には、世界の50%近くの車に搭載されると予想する。

このネットワークの特徴としては、高い信頼性、ほど良い転送スピード10 Mbps（MAX）、柔軟なトポロジーなどがある。

● 高い信頼性

FlexRayは自動車の分野をターゲットとしているため、信頼性が要求されることは言うまでもない。そのため、飛行機のAirbusで使用されているTTP（Time Trigger Protocol）というネットワークの通信形態（冗長通信、時分割送信）を採用している。また、診断形通信（Diagnostic）の対応を行うためにイベントトリガ的な要素も必要となるが、FlexRayでは、二つの要素を併せ持つセグメント（Static Segment, Dynamic Segment）を準備している。

つまり、車内で流れる車速やエンジン回転数などの周期的な通信はStatic Segmentを使用し、診断時のみ使用する診断系通信はDynamic Segmentを使用することが可能である。

● ほど良い転送スピード

自動車の中のネットワークは、データ転送スピードが速ければ良いというわけではない。データのスピードが速すぎるとEMI（不要輻射ノイズ）の問題が発生し、ハーネスから出されるノイズによりラジオで意図しない電波を受けるなどの問題が発生する可能性がある。また、ハーネスをシールドしたり、光を使ったりすることによるEMI対策もできるが、価格面も合わせて考慮する必要があるため、ほど良い転送スピードが必要となり、現状10 Mbpsでの転送がMAXになっている。

● 柔軟なトポロジー

各部品をネットワークでつなげる際に、つなげ方（バス型、スター型）として複数あるが、このネットワークでは、多くのトポロジーをサポートしているため、用途によって最適なトポロジーを選択できるのも特徴である。

このような特徴を持っているネットワークが採用されるシステムとしては、X-By-Wire（エクスバイワイヤ）として代表されるBrake By Wire（ブレーキバイワイヤ）、Shift By Wire（シフトバイワイヤ）、Steer By Wire（ステアバイワイヤ）などが

挙げられる。こういった技術は、安全面、環境面に対して将来、自動車を大きく変化させると言われている。例えば、ブレーキを電動化する Brake By Wire 技術は、すでに駐車ブレーキとして実用化され始めているが、今後、通常のブレーキを By Wire 化することにより、細かいブレーキ制御を油圧からモータに変えることが可能になり、ナビゲーション情報などの外界情報と連携し自動ブレーキを掛けるような時代になってくる。そのほかにも、現在の車室内は、ハンドルの場所や形が決まっており、車室内のデザインが固定されている。しかし、Steer By Wire が導入されると車室内のデザイン自由度がイノベートする。

この By Wire 化を推進するためにも FlexRay は必要不可欠である。

● 製品の概要

富士通では、この安全走行系のネットワークをコントロールするマクロを搭載した 32 ビットマイコン MB91F465XA を開発した。本製品の特徴を表-1 に示す。

FlexRay が導入されても、既存のネットワーク (CAN, LIN など) がすべて置き換わるわけではない。つまり、既存のネットワークと FlexRay が共存することになり、その間で通信の受渡しをするゲートウェイの技術が必要になる。このゲートウェイの

技術は、富士通が十数年前から通信部門で培ってきたイーサネットと SONET との通信技術が使えるため、富士通の通信部門で活躍してきた技術者の多い富士通マイクロソリューションズと共同で活動を行っている。こういった分野で、富士通の強みを生かしたアプローチを行っていくことが富士通ならではの差別化になると考えている (図-1)。

富士通の製品としては、すでに、ほとんどの普通車に採用されている CAN を制御するデバイス (CANマイコン) が、ダッシュボード制御、エアコン制御、カーオーディオ制御などに採用されている。これは、CANマイコンの世界的なマーケットシェアを見ても上位の位置に付けている。また、FlexRay は数年後にスタンダードになると考え、国内半導体メーカーとして最も早く、FlexRay コンソシアムにメンバーとして加入し、活動を続けている。

なお、FlexRay のロゴは、名前から来たのか魚のエイがモチーフとして使われている。

次世代の快適空間を演出する神経網：IDB-1394

ナビゲーション、DVD、デジタルテレビをはじめとしたエンタテインメント系の映像や、周辺監視カメラといった安全系の映像など、自動車内で扱う映像コンテンツは、今後更に増大する傾向にある。これらのビデオコンテンツをオーディオコンテンツ

表-1 MB91F465XA の仕様

仕 様	諸 元	
最小実行命令時間	10 ns (内部 100 MHz 動作時)	
クロック	メインクロック	
メモリ	Flash ROM	544 Kバイト
	RAM	32 Kバイト：命令/データ共通
通信機能	FlexRay	2チャンネル (冗長通信が可能)
	CAN	2チャンネル
	LIN対応UART	3チャンネル
	I ² C	1チャンネル
アナログ機能	10ビット ADコンバータ	17チャンネル
	16ビットリロードタイマ	8チャンネル
タイマ機能	16ビット PPGタイマ	12チャンネル
	インプットキャプチャ	8チャンネル
	アウトプットコンペア	6チャンネル
	ウォッチドッグタイマ	1チャンネル
リアルタイムクロック	1チャンネル	
DMAコントローラ	5チャンネル	
外部割込み	11チャンネル	
電源電圧	3.0~5.5 V	
動作温度	-40~105°C	
パッケージ	LQFP (100ピン, 0.5 mmピッチ, 14 mm角)	

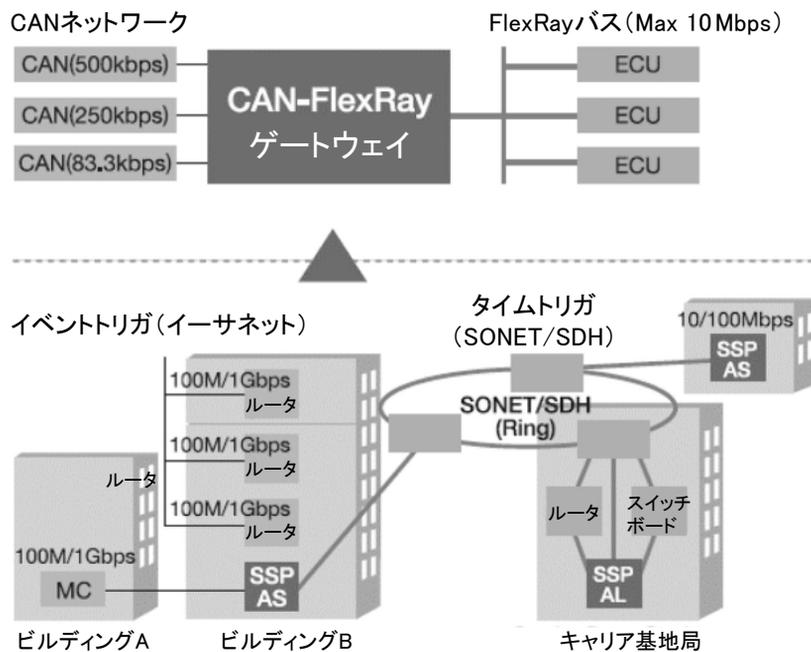


図-1 通信ネットワーク技術の車載への応用
Fig.1-Application of network technology to automobile.

および制御信号と併せて、同時に多重伝送できる次世代の情報系ネットワーク規格として、IDB-1394が注目されている。従来の情報系ネットワークは、まだ、ビデオ、オーディオコンテンツが少なかったこともあり、アナログ線やLVDS（Low Voltage Differential Signaling）といったピアツーピアのデジタルインタフェースが採用されている。数年前から情報系ネットワークとして、MOST（Media Oriented Systems Transport）が採用されているが、その伝送帯域から、オーディオコンテンツと制御信号の多重伝送にとどまっておらず、ビデオコンテンツのインタフェースは、従来のアナログ線やLVDSのまま変わっていない。このため、ワイヤハーネスの本数、重量の肥大化の問題は、CO₂削減のため、ますます顕著となってきている。この問題を解決する情報系ネットワークが、IDB-1394である。

IDB-1394は、民生機器でiLINKやFireWireと呼ばれているIEEE1394インタフェースの車載対応規格である。1394 Trade AssociationのAutomotive Workingで規格策定されており、車載要求スペック対応に親和性がある。また、1394 Trade Associationで規定され、民生機器に実装され実績のあるコマンドセットを、そのままIDB-1394でも

使用できるため、DVD、デジタルテレビなどの民生機器を、シームレスに車載対応することが可能である。

製品の概要

富士通では、IDB-1394の物理層とLINK層のLSI開発だけでなく、車載の映像伝送で必須要件と言える低遅延で高画質のビデオコーデックSmartCODECを開発した。また、1394 Trade Associationに対して提案を行い、標準化も完了した。SmartCODECにより、リアシートエンタテインメントにおけるリアディスプレイからのナビゲーションやDVDのメニュー画面のインタラクティブな操作や、周辺監視カメラからの映像伝送を、スムーズに低遅延で行うことが可能になる。このSmartCODECに加えて、著作権保護（DTCP）機能を内蔵したIDB-1394コントローラMB88388Aとオーディオ伝送のみを行うMB88389を開発した。MB88388AとMB88389の製品仕様を表-2に示す。これらの製品は以下の特徴を持つ。

(1) 高品質な映像圧縮・復元を低遅延で実現（MB88388A）

SmartCODECの搭載により、映像情報を2～3msの低遅延で3分の1サイズに圧縮・復元でき、

DVD、デジタルテレビの映像のほか、MPEGコーデックでは不可能なカーナビゲーション映像の伝送も実現できる。また、SmartCODEC内部のラインメモリだけでコーデック処理を行うため、外付けフレームバッファメモリは不要になる。

(2) IDB-1394対応の物理層・リンク層のワンチップ化で部品点数削減を実現（共通）

IDB-1394規格に準拠した物理層、リンク層の機能を内蔵しており、400 Mbps、200 Mbps、100 Mbpsの転送データ速度をサポートする。ワンチップ化によりシステムの部品点数を削減することが可能である。

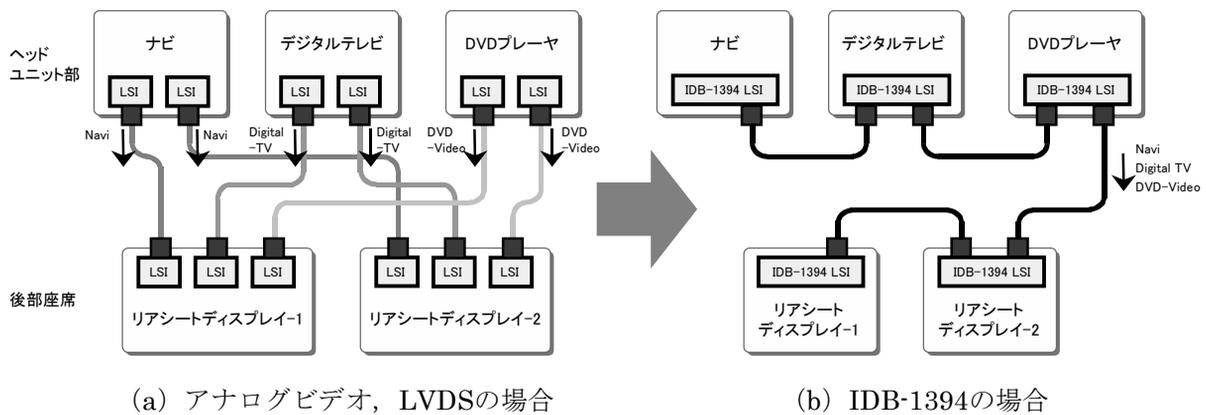
(3) 著作権保護機能DTCPを搭載（共通）

デジタルコンテンツの不正コピーなどを防止するため、著作権保護機能DTCPを搭載している。同時に二つのストリームの暗号化と復号化ができる。

富士通のIDB-1394コントローラにより、図-2のように、ヘッドユニット部に組み込まれているナビ、デジタルテレビ、DVDプレーヤの映像コンテンツを、後部座席で視聴するリアシートエンタテインメントシステムを構成した場合、従来のシステム構成よりも、ワイヤハーネス（ケーブル）は2本、LSIは7個、コネクタは4個、それぞれ削減することができる。これにより、従来システムよりも、約3割のコスト削減に加えて、軽量化も達成することが可

表-2 製品の主な仕様

製品名	MB88388A	MB88389
物理層	IEEE1394b-2002規格準拠 (最大速度400 Mbps, 2ベータポート)	
リンク層	IEEE1394b-2002規格準拠	
DTCP機能	同時に二つのストリームを暗号・復号化可能	
転送プロトコル機能対応	・ IEC61883-Part8 (BT.601) ・ IEC61883-Part6 (Audio)	・ IEC61883-Part6 (Audio)
映像インタフェース	BT656 or Digital-RGB入出力 1系統 (切換え)	なし
音声インタフェース	I ² S 8ch 入出力2系統	I ² S 8chまたはIEC60958 入出力2系統
SmartCODEC	搭載	なし
動作電圧	3.3±0.3 V (I/O), 1.8±0.15 V (内部)	
動作温度	-40~85°C	
パッケージ	LQFP (216ピン, 0.4 mmピッチ, 24 mm角)	LQFP (100ピン, 0.5 mmピッチ, 14 mm角)



- ・ワイヤハーネス : 6本→4本
- ・コネクタ : 12個→8個
- ・LSI : 12個→5個 に削減可能

図-2 IDB-1394によるシステムコストの削減
Fig.2-Reduction of system cost by IDB-1394.

能になる。さらに、ワイヤハーネスにHPCF（Hard Polymer Cladding Fiber）のような光ハーネスにすることにより大幅な軽量化も実現可能である。

む す び

本稿では、次世代の車載ネットワークとして注目されているFlexRayとIDB-1394について、製品化の動向とFlexRayコンソーシアムをはじめ、1394 Trade Associationなどでの標準化活動についても述べた。富士通では、さらなる拡大が期待されるカーエレクトロニクスの基幹技術として、車載ネットワーク用LSIの開発を推進していく予定である。

参 考 文 献

- (1) 富士通：車載ソリューションデモシステムのご紹介。
<http://jp.fujitsu.com/microelectronics/concept/demo.html>
- (2) 富士通：FlexRayとは。
<http://jp.fujitsu.com/microelectronics/technical/flexray/index.html>
- (3) 富士通：FlexRayデモシステムのご紹介。
<http://jp.fujitsu.com/microelectronics/technical/flexray/demo.html>
- (4) 富士通：IDB-1394。
<http://jp.fujitsu.com/microelectronics/products/assp/idb1394/>
- (5) 富士通：IDB-1394デモシステムのご紹介。
<http://jp.fujitsu.com/microelectronics/products/assp/idb1394/demo.html>

