

第4章 早わかり車載ネットワーク

標準規格 CAN, LIN, FlexRay の概要を押さえる

佐藤道夫

組み込みシステムでは、マイコンと周辺回路、あるいは制御機器と周辺機器をつなぐ通信プロトコルとしてさまざまな規格が存在する。自動車においても、搭載されているECU(電子制御ユニット)どうしを結ぶためにネットワークを利用する。従来は各自動車メーカー独自の規格が多かったが、最近では開発期間、コストなどを抑えるため、車載用の通信プロトコルの標準化が進んでいる。ここでは、制御系の車載ネットワーク・プロトコルとして、CAN, LIN, FlexRayについて、アクセス方式やフレーム構造などの基礎知識をまとめる。(編集部)

ここでは、現在の制御系ネットワークのデファクト・スタンダード(業界標準)とも言える「CAN(controller area network)」, ボディ系ネットワークへの採用が期待される

注1: ステアリング制御やブレーキ制御, サスペンション制御など, 従来機械的に制御していたものを, 電子的制御に置き換えることで, 自動車の軽量化(燃費の改善)やデザインの自由度の向上などを図る。

「LIN(local interconnect network)」, X-by-wire アプリケーション^{注1}に対応した「FlexRay」について, それぞれの特徴をまとめていきます(表1)。

● 知っている知識をもとに新規格を理解する

ところで, 新しいネットワーク・プロトコルを効率良く理解するには, どのようにすればよいのでしょうか。筆者の場合, LAN(local area network)で利用されているEthernetについての知識があるので, これをベースにメッセージの送信ルール(メディア・アクセス方式)などを確認します。

Ethernetのメディア・アクセス方式はCSMA/CD(carrier sense multiple access with collision detection)ですが, 例えばCANはこの方式を採用しています。ここで問題になるのが, Ethernetは情報系のネットワーク・プロトコルであるという点です。なぜなら, CANは自動車

表1
CAN, LIN, FlexRayの概要

プロトコル	CAN 2.0	LIN	FlexRay
アプリケーション	パワートレイン系 制御, 診断	ボディ系 スマート・コネクタ	X-by-wire 安全制御
伝送媒体	2線式(より対線)	1線式	2線式(より対線), (光ファイバ ^注)
メディア・アクセス	イベント・ドリブン (マルチマスタ)	タイム・トリガ (マスタ・スレーブ)	タイム・トリガ
エラー検出	15ビットCRC	ビット・チェック・サム	24ビットCRC
ID(識別子)長	11ビット(CAN 2.0A) 29ビット(CAN 2.0B)	8ビット(1バイト)	11ビット
データ長	0~8バイト	8バイト	0~254バイト
メッセージ・アクリング	あり	なし	なし
最大ビット・レート	10kbps~1Mbps	1kbps~20kbps	10Mbps
最大バス長	指定なし(平均40m)	40m	24m
最大ノード数	指定なし(平均32)	16	22
マイコンの必要性	要	要(マスタ)	要
スリープ/ウェイクアップ	なし	あり	あり
ハードウェア	あり	なし	あり

注: 光ファイバについては, 現在のプロトコルでは未定義

では制御系ネットワークに利用されるため、「リアルタイム性(ある処理に対する要求が出されてから、実際にその処理が行われるまでの時間)」が重要なポイントとなります。このリアルタイム性が、はたして情報系ネットワークと同じプロトコルで確保できるのかが問題となるわけです。

Ethernetでは、同時に複数のノード(ネットワーク上のコンピュータ)がメディア(通信媒体)にメッセージを送信することを想定しています。このような状態を「衝突(collision)」とし、これを「検出(detection)」することを定めています。衝突を検出した場合は、ある時間待機した後、

メッセージを再送します。しかし、ある時間待って再送しても、また衝突が起こる可能性は少なからずあるため、長い時間通信できないノードが出てくることが懸念されます。では、CANはCSMA/CDというプロトコルを自動車の制御ネットワークに利用するために、どのようにこの問題を解決したのでしょうか。

自動車向けのネットワーク特有のリアルタイム性や信頼性、エラー処理などを踏まえながら、車載ネットワーク・プロトコルの概要を見ていきましょう。

CAN プロトコルの概要

車載ネットワーク・プロトコルで最初のデファクト・スタンダードになったのは、ドイツのBosch社が開発した「CAN」です。同社は、1980年代の初期に「将来、自動車にもネットワークが使われる」という判断から研究開発をスタートし、1991年に現在の仕様であるCANプロトコル仕様2.0A/Bを公開しました。1993年にはISOの「ISO11989」として標準化されました。

● ネットワーク・トポロジ——バス型

CANのネットワーク・トポロジは、基本的にバス型です。

Bosch社の策定したCAN 2.0A/B仕様書にはネットワークのバス長は規定されていません。また、接続可能なノード数についても規定されていませんが、これらはCANの物理層の処理を行うトランシーバ(送受信回路)の電気的仕様で決まってきます。例えば、図1に示す高速CAN(J2284)は米国の自動車関連の業界団体であるSAE(Society of Automotive Engineers)が策定したCANの規格ですが、ここではビット・レートは500kbps、最大バス長は40m、最大ノード数は16と規定されています。

● フレーム——データ、リモート、エラー、オーバーロード

CANのメッセージ転送では、4種類のフレームが用意されています。

● **データ・フレーム(図2(a))**：トランスミッタ(送信ノード)からレシーバ(受信ノード)にデータを伝えるフレーム。データ・フレームと次のデータ・フレームの間は、3ビット以上のインターフレーム・スペースというフレームで分離される。

● **リモート・フレーム(図2(b))**：バス上のあるノードからデータ・フレーム送信をリクエストするときに送信されるフレーム。このとき、データ・フレームのIDとリモート・フレームのIDは同じ。データ・フレームとリモート・フレームの間は、インターフレーム・スペースで分離される。

● **エラー・フレーム(図2(c))**：バスのエラーを検出したノードによって送信されるフレーム。

● **オーバーロード・フレーム(図2(d))**：先行するデータ・フレームとそれに続くデータ・フレームまたはリモート・フレームの間に余分な遅延を供給するために使用されるフレーム。レシーバが次のデータ・フレームまたはリモート・フレームの遅延を要求し、インターフレーム・スペースの中にドミナントを検出した場合に送信される。

ここで、CANのバス・レベルについて少しお話しておきましょう。CANのバス信号には、「ドミナント」と「リセッショ」の二つのレベルがあります。ドミナントはリセッショより優先順位が高く、バスにつながるノードが一つでもドミナントだと、バスはドミナント・レベルになります。

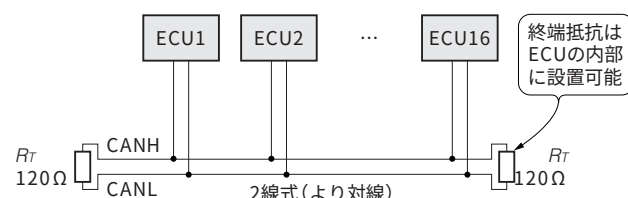


図1 CANのトポロジ例

基本的にバス型のトポロジとなる。CANの物理層については数種類の異なる規格が策定されているので、接続可能ノード数や伝送速度などは物理層の処理を行うトランシーバの電気的仕様で決まる。図は高速CAN(J2284)の例。