

車載オーディオ機器ネットワーク

Mobile Audio System Network

佐伯 正 康⁽¹⁾

Masayasu Saeki

井上 宏 幸⁽²⁾

Hiroyuki Inoue

要 旨

1990年10月、当社は、車載用オーディオ機器間の通信ネットワーク“F-BUS”を開発し、まず市販向け製品の展開を行った。このネットワークは、最近のCD・AV・DSPの普及による多機能化やシステムの複合化が進んでいる市場をふまえ、近未来の車載オーディオシステムを提供するものである。車室内という特殊な条件下でのシステム構築を行う手段として、作動装置であるアクチュエータ部をトランクルーム、または座席下に配置し、操作・表示部等のマン・マシンインターフェイス部をコンソール部に設置する。これらのユニットを結び情報交換を行う手段には、これまでの1対1ではなく1対多数の通信が要求される。ユーザサイドではマン・マシンインターフェイス部は交換せずに、CDチェンジャ等のアクチュエータ部のみをバージョンアップしたいとの要求がある。また、アクチュエータ増設等の拡張性を持たす必要がある。これらの要求を満足せるためにオーディオシステムを一つのネットワークでリンクした。

In October 1990, We introduced its new network for mobile audio system equipment, the F-BUS, and made it available in the car audio marketplace. This network was developed to link new multifunctional equipment, set up as increasingly complex systems, appearing on the market to meet the recent great popularity of CD, AV and DSP. It is intended to work with the car audio systems of the near future.

Developing an audio system well-suited for the special conditions prevailing inside an automobile results in having the actual operating equipment installed in the trunk or under the seat, while the man-machine interface for control is on the console. Establishment links between these two zones has progressed beyond point-to-point control, data linkage and operation. There are usually several operating elements under one control unit. Furthermore, car audio owners tend to leave the man-machine interface untouched, even they find it necessary to upgrade by such actuator units as CD changer. Ultimately, the quantity and quality of mobile audio system expansion due to increasing actuator component units tends to make old configuration obsolete. We has come up with the best solution linking the audio system in a single, all-inclusive network.

(1)、(2) 第2オーディオ本部AV技術部

1. は じ め に

1988年にCDチェンジャが登場して以来、車載オーディオ機器の多機能化は、1989年のDSP (Digital Signal Processor) による音場制御、1990年のAVシステムへと目覚ましい発展を遂げている。

しかし、車室内という特殊な環境下でのシステムを考えると、取り付けスペースの問題がある。車室内でマンーマシンインターフェイス部の取り付け箇所がコンソールに限定されるためである。ここで提案されたのが分散システムである。これは、アクチュエータ部をトランクルームまたは座席下に設置し、これらのマンーマシンインターフェイス部をコンソールに設置するシステムである。また、これまでの機器の発展を考えると、将来におけるシステム拡張の実現が車載オーディオ機器の商品展開の核となり、ユーザの要求するところになると考えられる。

これらの要素より必要となるのが①分散システムの結合②システム拡張時の運用であり、ネットワークの構築を決定した。

われわれは、ネットワークの構築にあたり当社オリジナルの車載用オーディオ機器間ネットワーク“F-BUS”の開発を行った。

本稿では、F-BUSの必要性と構造、アプリケーションについて述べる。

2. F-BUSの必要性

ネットワークの必要性は前述したが、ここではなぜオリジナルのネットワークを構築する必要性があるかを述べる。

まず、表-1に代表されるネットワークの比較を行う。

この中で問題になる項目は、ライセンスとアプリケーションである。

まず、CAN、D2Bはそれぞれボッシュ、フィリップスとのライセンス契約が必要となる。手続き上の問題とライセンス契約を結んでまで採用するに値するかどうかが問題になる。CAN、D2B共に高速ネットワークを特徴としているがデータ・リンクの手順では特に新しいものは見られなかった。また、アプリケーションに関してもそれぞれボッシュ、D2Bシステムズに準拠する必要があり柔軟性に欠ける。

次に、HBはホーム用に開発されたプロトコル (ハウスキーピング、セキュリティ、オーディオ等をリンクしたネットワークシステム) である。このため、伝送データにはオーディオ以外のデータが乗っておりデータ効率が落ちる。また、オーディオ部のアプリケーションはまだ構築されていない。

CAN、D2B、HBを採用する場合のメリットは、各プロトコルのアプリケーションを実現す

表-1 ネットワークの比較

プロトコル名 プロトコル概要	HB	CAN	D2B	J1850	F-BUS
変 調 方 式	AIM	NRZ	PWM	PWM	PWM
伝 送 速 度	9600	MAX 1M	MAX 62K	MAX 42K	17 K
ラ イ セ ンス	オープン	ボッシュ	フィリップス	オープン	オープン
アプリケーション	HB委員会	ボッシュ	D2Bシステムズ	GM/フォード	富士通テン
使 用 用 途	ハウジング	モートロニクス	AV	モートロニクス	AV

ることによって、他社との互換性をアピールできることである。

しかしながら、どのプロトコルもオーディオ部に関するアプリケーションが整っていないことから、オリジナルのプロトコルを構築することに決定した。

3. F-BUSネットワーク

3. 1 ネットワークの構造

従来とF-BUSにおけるネットワークの形態と接続の比較を図-1に示す。

従来方式の欠点としては、次のことが言える。まず、各機器を制御するための通信用コネクタが必要となるが、この接続コネクタを増やせないという物理的な限界がある。またユニットBよりユニットCへデータ転送を行う場合、必ずユニットAを介して行う必要があり、データ伝送に要する

時間が、B→A等に対して2倍になる。

F-BUSでは、名前の通りバス（共通母線）形のネットワーク形態を採用し、各ユニットはバスにぶら下がる。したがって、ユニットBよりユニットCへデータ伝送を行う場合直接行える。また、図-1からも分かるようにヘッドユニットとCDチェンジャはコネクタを1つ持ちこれ以外のユニットは2つ持つ。これによって、機種拡張を行う場合、増設機器を現行機器間に割り込まして行え、従来の物理的条件を解消した。

3. 2 ネットワークの構成

F-BUSでは、図-2に示すように各機器を機能毎に①コマンド・表示、②外部制御型ソース、③独立型ソース、④オーディオ信号制御の4グループに分類されている。

各ユニットの状態信号は、①に属する全ユニットに対して後述する同報通信により伝送される。

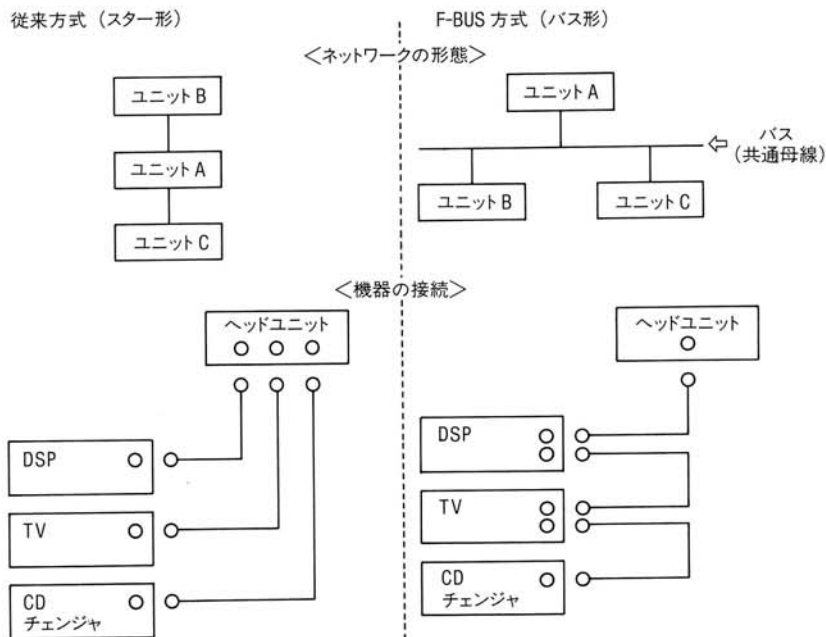


図-1 ネットワークの構造
Fig.1 Structure of network

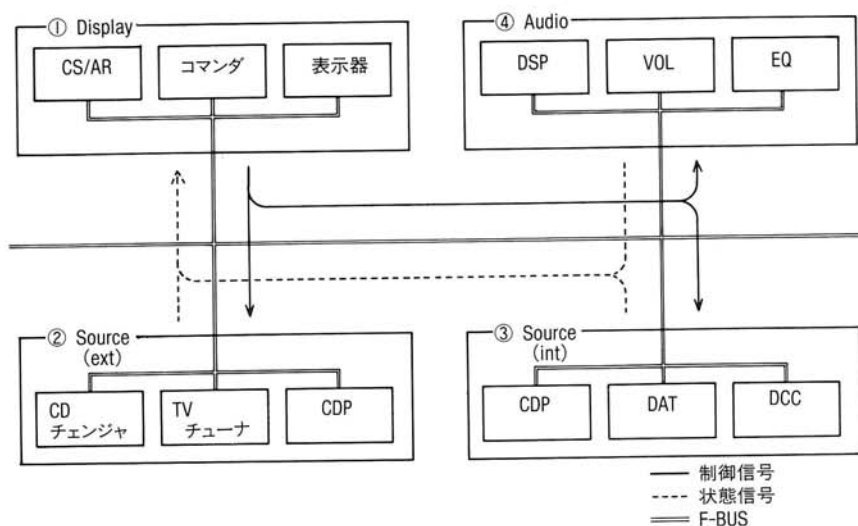


図-2 ネットワーク

Fig. 2 Network

この同報通信により①に属するユニットは、同時に同じ状態信号を共用できる。これによって、既存機器の変更をすることなく、さらにバスのデータ量が変化することなくシステム拡張が可能となる。

たとえば、ヘッドユニットの他に、表示器内蔵のコマンドを後部座席に取り付けて使用し、操作性をより改善するということなどが容易に行える。また、①内にソース切り替えを行うユニットが必ず1台存在するシステムでは、②③に属する全ユニットのソース切り替えをサポートしている。これによって、ユーザは何の懸念もなしにソース追加が可能である。

3. 3 データ伝送制御方式

バス形ネットワークでは、バス上でのデータ衝突が考えられる。調停（データ衝突時の優先権発行処理、データ衝突を起こさないネットワーク運用手順）の方式として集中制御方式とCSMA/CD（Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection）方式がある。各方式の概略図

とアルゴリズムを図-3に示す。

前者は、ネットワーク上の1ユニットをマスタ、残りのユニットをスレーブとし、ネットワークの運用をマスタが全て行う。マスタは、スレーブに対して送信データがないかを順番に尋ねていく（ポーリング動作）。尋ねられたスレーブは、送信データがあるとき相手局のアドレスとデータを送信する。この送信が終了するとマスタは再びポーリング動作を再開する。また、マスタよりスレーブにデータを送信する場合、ポーリング動作を少し休み、セレクトイング動作を行う。これは、マスタが相手局のアドレスとデータを送信する。

このように集中制御方式では、バス上にどのユニットがデータ送信を行うかをマスタが管理し、複数の局からのデータ発信によるデータ衝突を起こさないように調整する方式である。

後者は、別名マルチマスタ方式と呼ばれる方式であり、ネットワーク上の全ユニットがマスタ／スレーブである。すなわち各ユニット毎に調停機能を持つ。データ送信を行うとき、まずバス上に

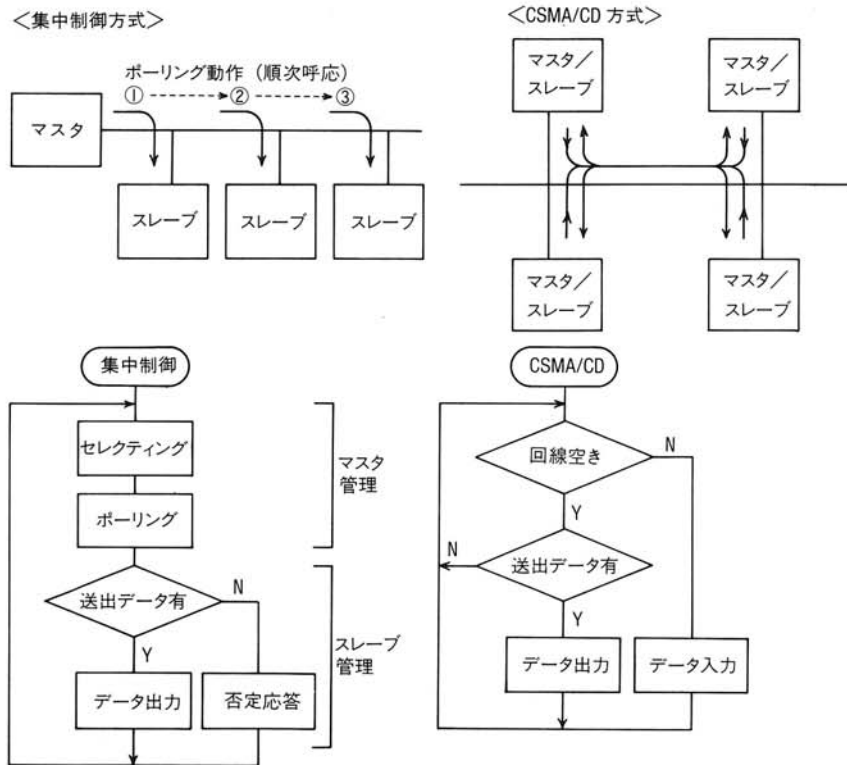


図-3 制御手順
Fig.3 Control process

表-2 制御方式の比較

	集中制御方式	CSMA/CD方式
メリット	- マスタの一括管理 ⇒ソフトウェアによるプロトコル構築 ⇒スレーブの手順軽減	- 通信手順の自局管理 ⇒伝送データ量が自局の処理能力に比例 ⇒通信時間が100%データ伝送
デメリット	- マスタの一括管理 ⇒マスタに高能力デバイス必要 ⇒ポーリング時間（通信時間）延長	- 衝突検出等複雑な手順 ⇒専用LSI必要
適応システム	予め決められたシステム	発展型システム

他ユニットの信号が現れていないかどうかを調べ、現れていれば待つ。終わった時点で送信するが、それでも同時に他の待っていたユニットが送信する可能性があるので、衝突した場合は決められた優先順位に従い優先順位の低いユニットは、待機状態に入り再びバスが空くのを待つ。衝突の検知は、

自らが送信したデータとバス上のデータを比較することによって判断する。バス形LANの代表的なネットワークであるイーサネット（Ethernet）はこの方式である。前述したCAN、D2B、H B、J1850も本方式を採用している。

この2種類の比較を表-2に示す。

本表からも明らかなようにシステムの拡張性を考慮しCSMA/CD方式を採用した。

3. 4 物理構造

F-BUSは、図-4に示すように“+”と“-”の2本線により構成されており、カレントループを形成している。ドライバに電流源を採用することによりドライバ部の電圧ノイズや伝送ケーブル上の電圧ノイズに強い特徴がある。電流を流すことにより両端の終端抵抗に電位差を生じ、流さないと電位差は生じない。この電位差を差動アンプにより受け、“0”、“1”の判断を行う。

3. 5 データ構造

F-BUSの伝送データフォーマットは、図-5に示す構造になっており、これを1フレームと

して送信する。

先述したデータ衝突時の優先順位はマスタ・アドレスフィールドでワイヤードAND理論により決定される。すなわち、アドレスの低いユニットが優先権を持つ。

また、各フィールドにはデータ誤り検知用のビットが付加されており、この後に続く肯定応答ビットにより送信側は送信データが正常に受信されたかが検知できる。正常時は次のフレームに移り、異常時はもう一度同じフレームを送信する。この処理は、1フレームの最大伝送バイト数まで行われる。これを越える時は、もう一度最初よりフレームの再送処理を実行する。

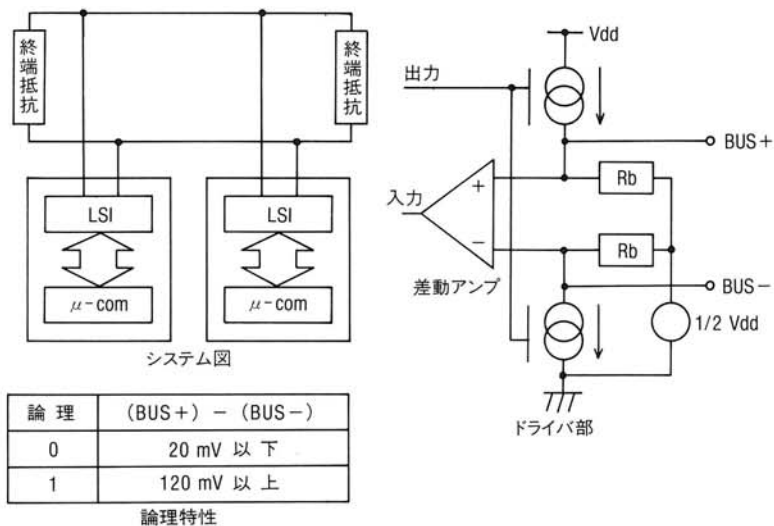


図-4 物理的特性

Fig. 4 Physical specification

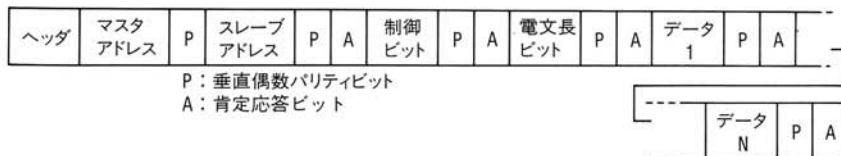


図-5 伝送フォーマット

Fig. 5 Data format of transmission

3. 6 データ伝送手順

F-BUSには、①マスタスレーブ通信と②同報通信の2種類が用意されている。また、同報通信には、グループに対して送信されるグループ同報通信と、バス上の全ユニットに対して送信される一斉同報通信がある。

①は、1対1のデータ伝送を行いCDチェンジャやDSP等の制御に使用される。②は、1対Nのデータ伝送を行い一度に各ユニットの制御や状態データの伝送に使用する。それぞれのデータ伝送のイメージを図-6に示す。ここでのグループとは、図-2のグループに対応する。

前述したように各ユニットの状態信号は、全て②のグループ同報通信を使用しているので、同時に同データを共用できる特徴があるのでシステム拡張が容易である。また、送信側にしても多ユニットにわたり同じデータ伝送を何回も繰り返す必要がなくデータ伝送の負担が軽くなる。

3. 7 応 用

ここでは、F-BUSのアプリケーションについて①コマンド制御、②機能登録、③BEEP制御、④Audio選択、⑤ソース切り替え、⑥ソース選択を紹介する。

1) コマンド制御

アクチュエータを制御するためのアプリケーションである。ユーザが、操作した時その操作に割り振られたコマンドを送信する。アクチュエータ側は、自機器の状態を送信する。また、同じCDチェンジャでも有効な機能は、シリーズ毎に違う時がある。この時、アクチュエータより受信している状態信号の機能有効ビットを判断しコマンドを作成する。例えば、10枚のCDチェンジャに対しては、11および12枚目のダイレクトディスク選択機能を停止する処理が実行される。

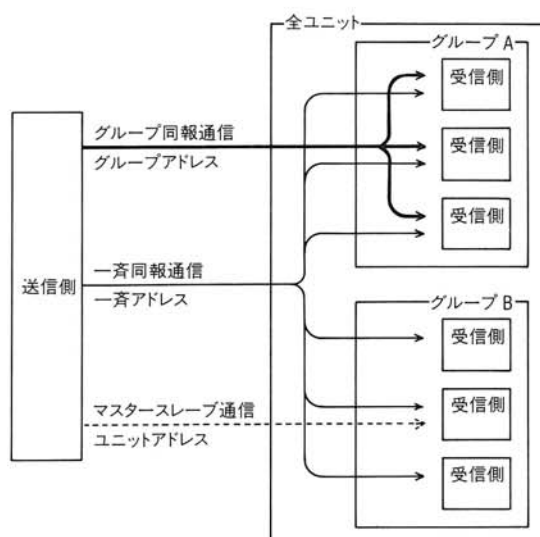


図-6 伝送区分

Fig.6 Data division of transmission

2) 機能登録

まず、アクチュエータを制御するには、アクチュエータの保有する機能を把握しなくてはならない。これを、サポートするのが、機能登録処理である。通常、各アクチュエータのもつアドレス=ソース機能（各機器の持つグローバル機能、CDP, CS, AR, Volume, EQ, etc.）であるが、車載用機器では、1機器で数ソース機能を持つことがある。そこで、本アプリケーションにより、ソース機能にアドレスを割り振る。この処理が完了することによって、コマンドは制御が可能となり、アクチュエータは機能が有効となる。

3) BEEP制御

通常、Beepは、オーディオ信号線を使用し、スピーカより出力している。これまでのシステムでは、Beep出力を各ユニット毎にハードウェアを構成しているのでボリューム前に出力したBeepとボリューム後に出力されたBeepは音量や音色が違っていた。特に音場制御前に出力されたBeepなどは、

Beepにまで音場制御が行われていた。

F-BUSでは、Beep出力をスピーカに最も近い機器で行う。システム起動時、F-BUSによりBeep出力可能な機器が全て分かる。Beep出力を行いたい機器が、この中で一番スピーカに近い機器を選択し、Beep出力要求を行うことによって実現している。これによって、Beepの出力時間や音量、音色の一律化を実現している。

4) Audio 選択

Audio (Volume, Balance, Fader, Tone) 制御は、これまでヘッドユニット (システムの核となるユニット、RCAアウトのソースユニット) が行ってきた。しかし、これからはDSPを使用したデジタルシステムへ移行するのは必至である。この時、従来のアナログ信号をデジタル信号に変換するためにADC (Analog-Digital Converter) を使用するがこの入力レベルが低いとS/Nが悪くなる。(S/Nは、信号とノイズの比である。値が高い程クリアなノイズの少ない音になる。したがって、ノイズ成分が一定であると信号レベルの高い場合と低い場合を考えると信号レベルの低い方がS/Nが悪い。)

このことを考慮するとAudio制御をパワーアンプに近い機器で行うのが有利である。

したがって、システム上のAudio制御装置は、ヘッドユニットのみの場合もあれば、ADCの後存在する時もある。F-BUSでは、このAudio制御装置を検索し、システム毎にAudio制御装置の切り替えを行うことにより最良の音質を提供している。

5) ソース切り替え

ソース切り替えは、図-2の①②③の機器間で行われる。①のグループ内では、互いに再生中の機器を停止させ、自機器が再生を開始する機能を

サポートする。②③に属する機器は、①の機器が再生・停止を制御する。これらの処理は、全てF-BUSを使用するのでユーザは、聞きたいソースの再生ボタンを操作するのみで、ソース切り替えは自動処理される。

6) ソース選択

オーディオ信号には、アナログとデジタルがあるが、アナログ信号は各ユニット毎の切り替え、デジタル信号は、デジタル入力セレクトにより自動切り替えをサポートしている。デジタル切り替えをサポートするために、入力セレクトに対して現在稼働している再生機器のアドレスデータを送信し、セレクトが自動切り替えを行う。

4. お わ り に

F-BUSの開発により、将来にわたる車載オーディオシステムを提供できたと確信する。

今後、モータロニクスの分野においてもネットワーク化が推進されることが予想される。近い将来において、モータロニクスとのネットワークをリンクすることにより、オーディオシステムと一体化したナビゲーションシステムや、セキュリティシステムを提供できるようアプリケーションの充実を図りたい。

参 考 文 献

- 1) 福永邦男: “コンピュータ通信とネットワーク” 共立出版、P.70~71 (1988)
- 2) 鈴木、佐伯、野口、田中、井上: “システム発展型ワンボディア5000Z”、富士通テン技報、Vol. 9, No. 1 (June 1991)