小特集

ディジタルホームステーション
ーデジタル放送に向けての記録システムー

2. デジタル放送とインタフェース

岡本 宏 夫[†]

キーワード：デジタル放送, デジタル記録, インタフェース, IEEE1394, MPEG,
トランスポートストリーム

1. ま え が き

デジタル放送は、高画質、多チャンネル等多くの特長を有しているが、デジタル放送信号をそのままデジタル記録することにより、記録再生時にもこの特長を生かすことが可能となる。デジタル放送信号をデジタル記録することは、デジタル放送の開発が行われていた当初から検討されており¹⁾、1995年にはデジタル放送記録に対応したD-VHS VTRが製品化された。

一方、デジタル放送受信機とD-VHSのようなデジタル録画機器を接続するインタフェースとしては、AVストリームを実時間で伝送可能なIEEE1394インタフェースが用いられるようになってきた。1394インタフェースは、高速のシリアルインタフェースとして、1995年にIEEEによって規格化されたものであり、1998年にデジタル放送で用いられているMPEGトランスポートストリーム(MPEG TS)を伝送する仕様が決定された^{2)~4)}。また、機器間の制御のためのAV/Cコマンドは、1394TA(1394 Trade Association)で規定されている^{5)~7)}。

1394インタフェースは、現在実用化されているCSデジタル放送やBSデジタル放送の受信機仕様で標準インタフェースとして規定されており、また、接続時の互換性を確保するために、JEITAにおいてガイドラインが作成されている^{8)~10)}。

本稿では、デジタル放送記録で用いられている1394インタフェースについて説明する。

2. IEEE1394インタフェース

1394インタフェースの主な仕様を表1に示す。データ転送速度は、100Mbps、200Mbps、400Mbpsの3種類が規定されている。現在は、主に200Mbpsが用いられているが、今後は400Mbpsが多くなっていくと思われる。信号は、2組のツイストペア線によって伝送され、4ピンコネクタと、電源供給用端子を追加した6ピンコネクタが規定されているが、AV用では、4ピンコネクタが用いられている。

1394インタフェースの最大の特長は、アイソクロナス

表1 IEEE1394インタフェースの仕様

項 目	仕 様
データ転送速度	100/200/400 Mbps
コネクタ	4/6 pin コネクタ
信号ケーブル	ツイストペア×2
信号方式	DS-LINK
最大ケーブル長	4.5 m
最大ノード数	63

図1 トランスポートパケットの転送

(Isochronous) 転送とアシンクロナス (Asynchronous) 転送の2つの転送モードがあることである。アイソクロナス転送では、データの実時間伝送が可能であり、また、アシンクロナス転送では、機器の制御等のためのコマンドや実時間で伝送する必要のないデータの伝送を行うことができる。

2.1 トランスポートストリームの転送

1394インタフェースでは、MPEG TSをアイソクロナス転送で伝送する。

転送プロトコルの概要を図1に示す。まず、188バイトの固定長パケットで構成されているMPEG TSに、4バイトのソースパケットヘッダを付加してソースパケットを構成する。ソースパケットヘッダには、パケットの転送間隔を示すタイムスタンプが挿入されている。これにより、伝送時に遅延が発生しても、受信時に送信時と同一の間隔で出力することができる。ソースパケットは、いくつかのデータブロックに分割され、CIP(Common Isochronous Packet)ヘッダおよびパケットヘッダが付加されて、バス上の送信タイミングの基準となるサイクルシンクに同期して伝送され

[†]株式会社日立製作所 デジタルメディア開発本部

"Digital Interface for Digital Broadcasting" by Hiroo Okamoto (Digital Media Systems R&D Division, Hitachi, Ltd., Yokohama)

る。CIPヘッダは、ソースパケットの分割数やフォーマットを識別するためのものである。

受信時には、受信したデータブロックからソースパケットを復元し、ソースパケットヘッダに挿入されているタイムスタンプによって送信時と同一のタイミングになるようにTSパケットの間隔を制御して出力する。このようにして、TSパケットの実時間伝送を行う。

図2 AV/Cコマンドの仕様

アイソクロナス転送は、チャンネルという単位で区別されている。アイソクロナス転送を行う時には、予め必要な帯域を持ったチャンネルを確保し、その中でパケットの伝送を行う。インタフェースの最大転送速度を上回らなければ複数のチャンネルを設定することが可能であり、複数のストリームを異なる機器間で同時に転送することができる。そして、残りの帯域でアシンクロナス転送が行われる。

2.2 コマンド

AV/Cコマンドの仕様を図2に示す。AV/Cコマンドであることを示すctsコード（0000）とコマンドの種別を示すctypeを含む2バイトのヘッダ、1バイトのオペコードとそれに続くオペランドによって構成されている。

AV/Cコマンドは、機器別にコマンドが規定されており、デジタル放送受信機およびD-VHSでは、一般的な仕様であるGeneralコマンド、受信機を制御するためのTunerコマン

表2 受信機の必須コマンド

カテゴリー	コマンド	値	タイプ	機能
General	UNIT INFO	0x30	STATUS	Unit の情報を調べる
	SUBUNIT INFO	0x31	STATUS	Subunit の情報を調べる
	OPEN DESCRIPTOR	0x08	CONTROL/STATUS	Descriptor のアクセス権を取得する
	READ DESCRIPTOR	0x09	CONTROL	Descriptor からデータを読み込む
	POWER	0xB2	CONTROL	電源を制御する
Tuner	DIRECT SELECT INFORMATION TYPE	0xC8	CONTROL	選局を行う

表3 D-VHSの必須コマンド

カテゴリー	コマンド	値	タイプ	機能
General	CONNECT	0x24	CONTROL/STATUS	Plug と Subunit を接続する
	UNIT INFO	0x30	STATUS	Unit の情報を調べる
	SUBUNIT INFO	0x31	STATUS	Subunit の情報を調べる
	INPUT PLUG SIGNAL FORMAT	0x19	CONTROL/STATUS	Input plug の入力形式を設定する
	OUTPUT PLUG SIGNAL FORMAT	0x18	CONTROL/STATUS	Output plug の出力形式を設定する
	POWER	0xB2	CONTROL	電源を制御する
Tape Recorder /Player	INPUT SIGNAL MODE	0x79	CONTROL/STATUS	入力する信号の形式を設定する
	MEDIUM INFO	0xDA	STATUS	記録メディアの情報を調べる
	OUTPUT SIGNAL MODE	0x78	CONTROL/STATUS	出力する信号の形式を設定する
	PLAY	0xC3	CONTROL	再生を行う
	RECORD	0xC2	CONTROL	記録を行う
	RECORDING SPEED	0xDB	CONTROL/STATUS	記録速度を設定する
	RELATIVE TIME COUNTER	0x57	CONTROL/STATUS	カウンタ値を設定または調べる
	TAPE PLABASCK FORMAT	0xD3	STATUS	再生モードを調べる
	TAPE RECORDING FORMAT	0xD2	CONTROL/STATUS	記録モードを設定する
	TRANSPORT STATE	0xD0	STATUS/NOTIFY	VTR の状態を調べる
	WIND	0xC4	CONTROL	早送り/巻戻しを行う

ドおよびVTRを制御するためのTape recorder/playerコマンドが用いられている。

デジタル放送受信機が実装しなければならない必須コマンドを表2に示す。通常は、受信機が記録機器を制御する形になり、この場合には、受信機がTunerコマンドをサポートしなくても問題ない。しかし、将来製品化される機器等の受信機がサポートしていない機器とは接続することができなくなってしまう。そこで、受信機と接続するために最低限必要な、電源制御、選局等のコマンドは実装することを必須としている。Descriptorは、受信機の機能、状態を表す情報である。

D-VHSが実装しなければならない必須コマンドを表3に示す。D-VHSのような記録機器では、受信機等の外部の機器から制御されることが多いため、通常の制御に必要なコマンドをすべて必須コマンドとしている。

3. 入出力トランスポートストリーム

デジタル放送では、複数のサービスのストリームと放送に関連した情報が多重されたフルトランスポートストリーム（フルTS）で伝送される。このストリームをそのまま1394インタフェースで伝送することも可能であるが、転送レートが大きくなり、また、放送ごとに仕様が異なるため互換性が保証できない、多重されている複数のサービスの内のどのサービスをデコードしてよいかわからない等の問題がある。そこで、1394インタフェースでは、フルTSから選択しているストリームのみを抽出して生成したパーシャルトランスポートストリーム（パーシャルTS）を用いる¹¹⁾。

パーシャルTSは、フルTSから抽出したストリームと、パーシャルTS独自の情報によって構成される。構造を図3に示す。

PAT (Program Association Table) は、ストリームに含まれるサービスに関する情報である。パーシャルTSでは、抽出したサービスに対応して情報を変更する。なお、通常のパーシャルTSは一つのサービスによって構成されるが、複数のサービスで構成してもよい。

PMT (Program Map Table) は、サービスに含まれるストリームに関する情報である。すべてのストリームを転送する場合はそのまま変更しなくてもよいが、一部のストリームのみを選択して転送する場合、例えば、複数ある音声ス

トリームの内の主音声のみを転送するような場合には、それに応じて情報を変更する。もちろん、映像や音声以外のデータ情報等も転送できる。なお、後述する著作権保護に関する情報もPMTに含まれる。

SIT (Selection Information Table) は、パーシャルTSのSI (Service Information) 情報であり、パーシャルTS独自の情報である。デジタル放送では、放送毎に異なる仕様に基づいてSI情報を伝送している。放送の場合は、受信機が受信する放送の仕様を認識しており、また、他の放送が受信できなくても問題は生じない。しかし、1394インタフェースでは、あらゆる放送、あるいは、放送以外のストリームも伝送されるため、互換性を確保しておく必要がある。そこで、共通のSI情報として、SITが定義されている。デジタル放送で規定されているSIT独自の記述子としては、ストリームがパーシャルTSであることを識別するためのパーシャルトランスポートストリーム記述子、どの放送のストリームかを識別するためのネットワーク識別記述子等がある。この他に、放送独自の情報も挿入することが可能である。

DIT (Discontinuity Information Table) もパーシャルTS独自の情報であり、ストリームが変化した時にその変化点に挿入されるものである。受信機で選局等を行った時には、1394インタフェースから出力されるストリームが変化する。このストリームの変化を受信側でも容易に検出できるように、ストリームの変化点にDITを挿入して出力する。

4. 著作権保護

デジタル放送では、高画質の伝送が可能であり、さらに、デジタル信号のままで記録すれば、画質劣化のないコピーが可能となる。したがって、放送されたコンテンツの著作権保護を確実に行う必要がある。

著作権保護のためのコピー制御情報は、放送信号中のPMTに挿入されており、この情報が1394インタフェースでも伝送される。伝送されるコピー制御情報を表4および表5に示す。

表4は、デジタルコピー制御に関する情報であり、一世代コピー可、あるいは、コピー禁止の制御を行うことができる。なお、01は一世代コピー可のコンテンツをコピーしたものであることを示しており、放送では使用されない。

表5のAPS (Analog Protection System) 情報は、デジタル信号をデコードしたアナログ映像信号出力での、従来のアナログ記録VTRへのコピー制限のための信号の付加の有無を示す情報である。この情報は、デジタルコピー制御情報がコピー禁止の時に有効となる。

これらの情報によりコピーの制御を行うことが可能であるが、D-VHSのようなデジタル放送信号をそのまま記録する機器では、ストリームの中に挿入されている情報は認識できない。また、コピー制御情報が改ざんされる可能性も

図3 パーシャルTSの構造

表4 デジタルコピー制御情報

値	内 容
00	制約条件なしにコピー可
01	コピー禁止 (10をコピーしたもの)
10	一世代のみコピー可
11	コピー禁止

表5 APS情報

値	内 容
00	制約条件なしにコピー可
01	疑似シンクパルス
10	疑似シンクパルス +2ラインカラーस्टライプ
11	疑似シンクパルス +4ラインカラーस्टライプ

ある。そこで、1394インタフェース上での著作権保護をより確実に行うために、DTCP (Digital Transmission Content Protection) 方式によるコピー制御が用いられている。DTCPでは、CIPヘッダに表4と同様のコピー制御情報を挿入し、コピー制限のあるコンテンツについては、暗号化して伝送する。

5. む す び

1394インタフェースにおけるMPEGストリームの伝送は、まず、デジタル放送受信機とD-VHSを接続するインタフェ

ースとして実用化されたが、ディスクメディア等においても転送のための規格化が進められている。さらには、高転送レート、あるいは、より長い距離での伝送についても規格化が進められており、今後、デジタルAV接続の標準インタフェースになっていくと考えられる。

(2001年2月28日受付)

〔文 献〕

- 1) H. Okamoto, et al.: "A Consumer Digital VCR for Digital Broadcasting", IEEE Trans. Consum. Electron., 39, 3, pp.199-204 (Aug. 1993)
- 2) IEEE Std 1394-1995, "IEEE Standard for a High Performance Serial Bus" (1995)
- 3) ISO/IEC 61883-1, "Consumer Audio/Video Equipment-Digital Interface-Part 1: General" (1998)
- 4) ISO/IEC 61883-4, "Consumer Audio/Video Equipment-Digital Interface-Part 4: MPEG2-TS Data Transmission." (1998)
- 5) 1394TA "AV/C Digital Interface Command Set General Specification", Version 3.0 (1998)
- 6) 1394TA "AV/C Tuner Model and Command Set", Version 1.0 (1998)
- 7) 1394TA "AV/C Tape Recorder/Player Subunit Specification", Version 2.1 (1999)
- 8) ARIB STD-B1, "CSデジタル放送用受信装置標準規格", 1.3版 (1999)
- 9) ARIB STD-B21, "BSデジタル放送用受信装置", 1.2版 (2000)
- 10) EIAJ "IEEE1394接続互換ガイドライン" (2000)
- 11) ETSI ETR 211, "Guidelines on implementation and usage of applications of service information (SI)", ed.2 (1997)

おかもと ひろお
岡本 宏夫 1980年、熊本大学大学院電子工学専攻修士課程修了。同年、(株)日立製作所入社。デジタルメディア開発本部にて、デジタル記録再生システムの研究開発に従事。