

第5章 画像伝送システムの技術の実態

第1 画像・音声伝送技術

1 概要

画像・音声伝送技術は、大容量の情報をリアルタイムで伝達する必要があるため、一方では伝送回線の高速化・大容量化技術、一方では伝送回線を有効利用するための効率的な圧縮技術に関するものがある。

2 伝送回線の高速化・大容量化技術

① 伝送回線

伝送回線を構成する伝送路として、加入者端末とネットワークの間のインタフェースを規定する加入者伝送路と多重化された信号を遠方の相手へ伝送する中継伝送路がある。

- ・ 加入者伝送路の主なものに一般電話回線と ISDN がある。

我が国では、過去 100 年あまりの間に電話（音声）を中心とした一般電話回線が全国に整備され、広域ネットワークが容易に構築できるので、機械警備システムもこれを利用するものが多かった。しかし、一般電話回線は音声を主体に発展し、加入者インタフェースがアナログであるため、デジタル情報のやり取りにはモデム機能が必要なことや、ノイズ等に弱く大容量情報をリアルタイムに送信するのには限界があった。

上記インタフェースがデジタルになったのがデジタル通信網 ISDN (Integrated Services Digital Network) で国内でも 1988 年に NTT が「INS ネット」のサービスを始めた。ISDN は加入者インタフェースがデジタルであるのでデジタル情報をアナログに変換する必要がなくノイズ等にも強い。また、パソコンの普及にともない、急激に ISDN の加入者が増加しており、1996 年に約 108 万、1997 年に約 236 万、1998 年度に約 400 万加入で、さらに増加している。(一般電話回線は、約 6,000 万加入で現状は減少傾向にある。)

さらに ISDN には音声 24 分を持つ基本インタフェースサービスと 240 分をもつ 1 次群インタフェースサービスがある。

- ・ 中継伝送路の主なものに同軸ケーブル、光ケーブルとマイクロ波がある。

中継伝送路は海峡横断や離島区間などに適用され同軸ケーブルはデジタル方式で約 400Mbps (電話 5,760 回線を多重) まで実用化された。同軸ケーブル方式に替わって導入されたのが光ケーブルで、同軸に比べ、中継装置の間隔が約 10 倍 (数 km から数十 km) 伸ばすことができ、多重容量も 1.6Gbps (電話約 2 万回線を多重) まで実用化されている。マイクロ波通信は 2 から 15GHz の周波数帯を利用したもので、敷線が困難な見通しのきく離島やテレビジョン中継などに利用される。

② 伝送速度

従来の電話回線などのアナログ通信回線でデータ通信を行うためには、モデム(modulator-demodulator)でデジタル信号を信号変換する必要があり、その速度は1995年には28.8Kbps、1996年には33.6Kbps、現在56Kbpsまで上がっている。しかし、アナログのためノイズに弱く、機械警備等に安定して利用できる速度は約4.8Kbps以下が主流である。

これが、前記のISDN網により、ISDNの基本インタフェースでは64Kbps×2+16Kbpsに(2B+Dの3回線を多重化する)、さらにISDNの1次群インタフェースでは1.5Mbps(我が国)まで高速になった。(下表5.1に各伝送速度の480×640画素の静止画1枚送出に必要な時間を示す)

表5.1 480×640画素の静止画1枚送出に必要な時間
(情報量2バイト/1画素、4.9152Mビット)

利用インフラ	伝送速度	必要時間	備考
一般電話回線	モデム伝送速度4.8kbps時	1,024秒(17分4秒)	伝送しない場合
	モデム伝送速度19.2kbps時	256秒(4分16秒)	
ISDN基本インタフェース	64kbps使用時	76.8秒(1分16.8秒)	
ISDN1次群インタフェース	H0(384kbps)サービス使用時	12.8秒	
	H1(1536kbps)サービス使用時	3.2秒	

また、主要伝送回線の特徴などを表5.2に示す。

表5.2 主要伝送回線の特徴

	伝送速度	普及状況	使用されている形態	特徴
電話回線	モデムを介し56Kbps出せるも安定した伝送としては4.8Kbps前後	約6,000万加入(現行減少傾向)	音声、データを主体としたシステム ・各種監視システム	・端末一網がアナログのためデータ伝送にはモデム機能必要 ・インフラが全国ほぼ網羅されている
ISDN	基本インタフェース	1998年度約400万加入で増加中	音声、データに準動画や静止画を扱うシステム ・TV電話等 ・画像監視	・端末一網がデジタルのためモデム機能不要 ・パケットサービス、回線交換サービスを同一インタフェースで利用可能 ・端末一端間すべてデジタルのため品質よい
	1次群インタフェース	1998年度約4万8千加入	音声、データ、動画を扱うシステム ・TV会議	

3 伝送回線を有効利用するための効率的な圧縮技術

① 圧縮技術

デジタル化された映像や音声は、一般的に計算機処理には適しているが、データ量が多く、記録や伝送処理の負荷が大きい。監視分野においても同様である。

この対策として、圧縮技術の開発が精力的に行われ、今では、アナログ伝送で必要とする周波数帯域よりも少ない帯域でデジタル映像や音声伝送できるようになっており、TV放送も近くデジタル化される予定である。

画像信号は一般に2つの高い冗長性があり、これが圧縮(符号化)に利用されている。1つは空間方向の冗長度である近傍画素との相関、もう1つは時間方向の冗長度である。しかし、圧縮技術への要求は止まるところを知らず、更なる圧縮方式の開発が国際的な場で広く行われている。

ここでは、世の中で広く使用されている映像と音声の圧縮方式の概要について述べる。

ア JPEG(Joint Photographic Expert Group)

JPEGはカラー静止画像の圧縮についての国際標準で、低解像度の表示系から高解像度の印刷系まで、各種の解像度に対応可能である。復号映像の画質は符号化時に設定する圧縮率で決まるので各種レベルの設定が可能で、通常画像では1/20程度の圧縮までは劣化が気にならない。

JPEG圧縮処理を毎秒30フレーム実行すれば、TV画像の連続圧縮処理が可能で、このための専用LSIが既に各社から販売されている。また、この専用LSIを搭載した各種の画像処理装置はすでに実用化されており、映像監視分野でも使用されている。

最近では、適用範囲をさらに拡大すべく、次期静止画像圧縮方式であるJPEG2000(画像を分割し、部分的に圧縮率を変えること等が可能)の開発が行なわれており、近く規格が発表されることになっている。

イ H.261

H.261は世界の電気通信サービス事業者が中心になって作成された動画画像圧縮方式で、主にTV会議用に使用され、後述のMPEGのもとになっている。

本規格はISDNへの適用を前提としビットレートは、 $p \times 64 \text{ kbit/s}$ ($p=1 \sim 30$)の速度を規定している。

ウ H.263

H.263は、低ビットレートのオーディオ・ビジュアルサービスの動画画像画素を圧縮することを目的とする。したがって、一般電話回線への適用を考慮した基準である。

エ MPEG(Moving Picture Expert Group)

MPEGはCD-ROM等への蓄積用符号化方式としてスタートし、伝送レート1.5MbpsのMPEG-1の規格書が1993年に発行された。

MPEG1の符号化はH.261をベースに、フレーム間予測符号化方式の強化や空間軸冗長度の利用等で、蓄積映像向けに画質向上を図っている。

次に、放送レベルへの適用を目標に、MPEG-2の規格書が1994年に発行された。MPEG2では伝送レート3~9Mbpsで現行TV品質を、15~30MbpsでHDTV品質を確保している。

MPEG2符号化の基本的な部分はMPEG1と同じであるが、各種画像フォー

マツトへの適用、高画質化対応、互換性、エラー耐性の強化等各種の改良がなされている。

MPEG はその後もさらなる高能率符号化を目標に開発は進められ、1998年に Object 符号化を特徴とする MPEG-4 が制定された。

現在はさらにコンテンツアクセスを目的としたコンテンツ内容の記述方式を規定し、アクセスインタフェースを提供しようとしている MPEG-7 が検討されている。

オ MPEG オーディオ

1972 年に G.711 で規定された PCM(Pulse Code Modulation)オーディオは 300Hz から 3.4KHz の音声 (電話用) を 64Kbps (8KHz サンプリング、8b 量子化) のデジタル信号に符号化するものである。

MPEG オーディオは MPEG 動画像の符号化と平行して標準化された規格で、高品質・高能率を実現するステレオ対応のオーディオ符号化方式である。

MPEG ビデオと組み合わせることで、CD への PCM オーディオの代わりに MPEG ビデオ+オーディオを格納することが可能になる。

以上主要圧縮方式の比較を表 5. 3 に示す。

表 5. 3 主要圧縮方式の比較

方式	JPEG	H261	H263	MPEG1	MPEG2	MPEG4	MPEG7
適用分野	カ- FAX、 電子カ	TV 会議		CD-ROM	放送 (TV 等)、通信 (インターネット)、蓄積		
動画・静止画	静止画	動画		動画			
画質劣化	大~無	→		→			
圧縮率	大~中						

→ 良くなる方向

② 画像・音声の精度

画像は大きく動画像と静止画像に分類され、動画像はインタレース走査の有無に分けられる。現行の日米の標準 TV 放送方式である NTSC 方式はインタレース方式で、コマ数は 30 フレーム/秒 (60 フィールド/秒) である。

映像監視の分野で、伝送路の制約からコマ数を落として使用することも多く、また、コマ数は用途によって多種多様であるが、準動画としては 10~15 フレーム/秒のコマ数が使用されている。

動画像の 1 枚 (フレーム) が静止画像であり、静止画像の主要なパラメータとしては解像度と画面サイズがある。近年、各種の高感度・高解像度カメラや大画面表示器が開発されており、デジタル放送では TV 画像も高画質への対応が予定されている。

(参考としてサンプル画像を図 5. 1 に示す)

一方、音声については、MPEG2 において 64Kbps の符号化ビットレートで CD に近い音質を確保できるようになった。