

2 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、いま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。

画像信号は一般に二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。一つは近傍画素との相関で、これは空間方向の冗長度としてDCT(Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換)符号化^{注1}等の直交変換処理で利用されている。二つ目は時間方向の冗長度で、これはフレーム間予測符号化として利用されている。さらに符号データの偏り(出現頻度)を利用した情報圧縮(ハフマン符号化等)が行われている。

しかし、圧縮技術への要求はとど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。

アルゴリズムとしては大きく二つに分類される。ひとつは圧縮・伸長処理を施しても、もとの情報が保存できる可逆符号化方式で、他方はもとの情報が保存できない非可逆符号化方式である。逆に、圧縮率は非可逆符号化方式のほうがたかいので情報量を少なくすることができる。

可逆符号化方式は原画像の正確な復元が要求される分野(カラーファクシミリ等)に、非可逆符号化方式は高圧縮率が必要な映像監視分野等に適用される。

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。

動画像として、現行の TV 信号を前提にしていたが、伝送速度が約 40Kbps~2Mbps に限定されているため、放送品質を確保するのは不可能であった。そのために標準 TV 方式である NTSC(National Television System Committee)^{注1}と PAL (phase alternation by line)^{注1}の解像度をもとに CIF (Common Intermediate Format)^{注1}と呼ばれる 352 画素×288 行構成の共通中間形式を規定した。

フレームレートも含めた圧縮率として、5fps 圧縮率 1/2,000 程度では劣化がおおきく、15fps 圧縮率 1/300 程度になれば気にならなくなる。ビットレートは、p×64kbit/s (p=1~30) の速度を規定しており、ISDN への適用を前提としている。

符号化方式としては DCT とフレーム間動き予測方式^{注1}を採用している。

注1 備考：簡単な説明

- NTSC： 米国で開発され、日米を中心に実用化されているテレビジョン方式の規格で、インタレース方式の 525 本の走査線、フィールド周波数は 60Hz
- インタレース方式： 1 枚の画像を 2 回の走査で構成するもので、少ない情報（信号帯域）で動画像の動きを滑らかにする。放送方式である NTSC、PAL で採用されている。
- PAL： 欧州を中心にしたテレビジョン方式の規格で、インタレース方式の 625 本の走査線、フィールド周波数は 50Hz。NTSC との最大の違いは 2 つの色信号のうち、一方の位相を走査線ごとに反転していることである。このことで伝送系における色信号の位相歪みは走査線毎に相殺されるため位相管理が容易になる。
- CIF： H.261 で使用する画像形式として、NTSC と PAL の解像度をもとに 352 画素×288 行で構成される画像共通中間形式を規定した。
- DCT 符号化： 符号化処理では、まず、8×8 画素のブロックに分割し、ブロック単位に DCT 演算を行う。まず、DCT 係数を DC（直流）成分と AC（交流）成分で独立に量子化することで求める。このデータをもとに、さらに出現確立の高い（低い）データに短い（長い）符号長を割り当てるエントロピー（ハフマン）符号化を行う。複合化処理は前記と逆の手順で行う。
- フレーム間予測符号化： 画像の時間方向の冗長度に注目した符号化方式で、過去（参照）画像のデータを参考にして符号化を行う。参照画像を格納するフレームメモリが必要になる。

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像画素を圧縮することを目的とする。従って、一般電話回線への適用を考慮した基準である。その符号化アルゴリズムは、H.261 をベースに性能改善のために以下の 4 つのネゴシヤブルな符号化オプションを規定している。このオプションの採用については個別に指定できる。

- ① 非制限動ベクトルモード：画像の縁の処理やカメラが動く場合の映像用で、動ベクトルは画像外を指示できるオプション。
- ② シンタクスペースの算術符号化モード：可変長符号に代えて算術符号を使用できるオプション。

- ③ 高度予測モード：Pピクチャー（Predictive 符号化画像：フレーム間順方向予測符号化画像）の輝度部分にオーバーラップブロック動き補償を使用するオプション。ブロック雑音の低減で主観画質が向上する。
- ④ PB-フレームモード：Pピクチャー、Bピクチャー（Bidirectionally predictive 符号化画像：双方向予測符号化画像）を一つの単位として符号化するオプション。このオプションによりビット速度の増加なしに、画像レートを増大できる。

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、先ず、CIF フォーマット対応で伝送レート 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さの利用等で、蓄積映像向けに画質向上を図っており、6 層のデータ構造を採用している。

次に、放送レベルへの適用を目標に、主に機能を分類する 5 つのプロファイル（Simple、Main、SNR:Signal to Noise Ratio、Spatial、High）とデータ量を示す 4 つのレベル（High、High-1440、Main、Low）による固有のクラス分けがなされた 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。たとえば、現行 TV 品質のプロファイルとレベルはともに Main で MP@ML (Main Profile at Main Level) で表される。

MPEG2 符号化の基本的な部分は MPEG1 と同じであるが、各種画像フォーマットへの適用、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-1、2 についてはすでに専用 LSI も開発され、広く市場に導入されている。

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。

MPEG4 は MPEG2 の 10 倍以上の高能率符号化を目標にスタートしたが、この目標は実現されなかった。しかし、オブジェクト単位で符号化するマルチメディア対応の object 符号化を導入することになった。

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。

(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。

符号化処理による劣化に関して、MPEG2 にはプロファイルとレベルによる固有のクラス分けがあることは前に述べたが、画質については、4Mbps の伝送速度では TV 画質、30Mbps では HDTV (High definition TV) 画質程度を目標にしている。

一方、音声については、MPEG2 において 1024 サンプルの MDCT (Modified Discrete Cosine Transform : 修正離散コサイン変換)^{注2}、ハフマン符号化^{注2}の導入で 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。

注2 備考 : 簡単な説明

MDCT : MPEG オーディオのレイヤ 1/2 で行われている全帯域の 32 分割をさらに細かく分割する手法で、聴覚心理をより効率良く利用できる。(Modified Discrete Cosine Transform : 変形離散コサイン変換)

ハフマン符号化 : 可変長符号化、エントロピー符号化の一種で、符号データの発生頻度の高いデータに短い符号を、発生頻度の低いデータに長い符号を割り当てることで、全体の符号データ量 (情報) の圧縮を行う。

[即時通報に関する補足]

別紙1は、某県における機械警備業者の平成10年及び平成11年の異常発報状況である。内訳をみると、平成10年には、実報194件、誤報245件で、異常発報の合計は439件、誤報率が56%であった。

この県では、事務所荒らし等の犯罪が多発したことから、平成11年中3ヶ月間は、県内のほぼ全域において、夜間（午後8時～午前6時）機械警備業者に、現行の即時通報の基準にかかわらず異常発報が入ると同時に警察へ110番通報（即時通報）するよう依頼したものである。

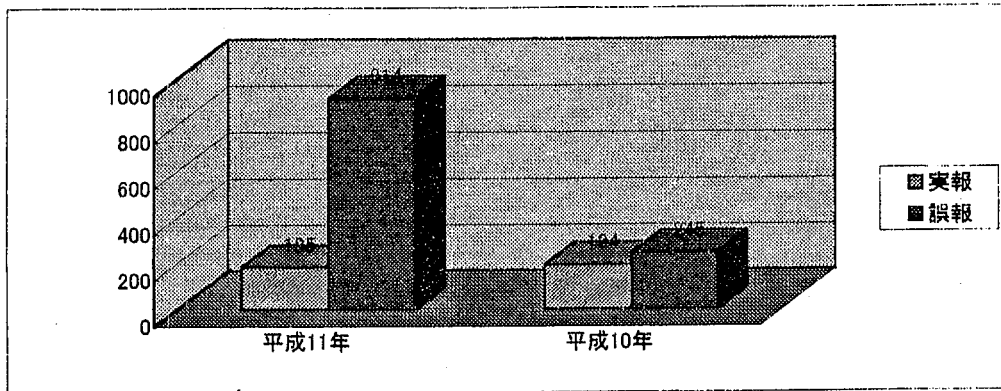
（平成10年においても、ごく限られた一部地域において短期間の依頼通報は行っている。）

その結果、平成11年においては、異常発報の合計が1099件となり、うち実報185件、誤報914件、誤報率は83%であった。誤報の内訳は、「二重発報」（ユーザーミスが多い）が50件、「ユーザーミス」が244件、「センサー誤作動」が339件、「第三者」（業者等）が160件、「その他」（小動物、原因不明）121件となっている。

様々な要因があり得ることを考えると単純な比較はできないものの、ほぼ一定の条件を満たした場合のみ即時通報をしている状況にある平成10年と、3ヶ月間無条件で異常発報が入り次第直ぐに警察へ110番通報を依頼した平成11年を比較すると、「誤報」は660件増加しているにもかかわらず、「実報」は9件減少しており、センサー等の機械警備業務用装置の異常発報と同時に警察に通報が行われることが、ユーザーの被害防止に必ずしも有効とはいえないことが伺われる。

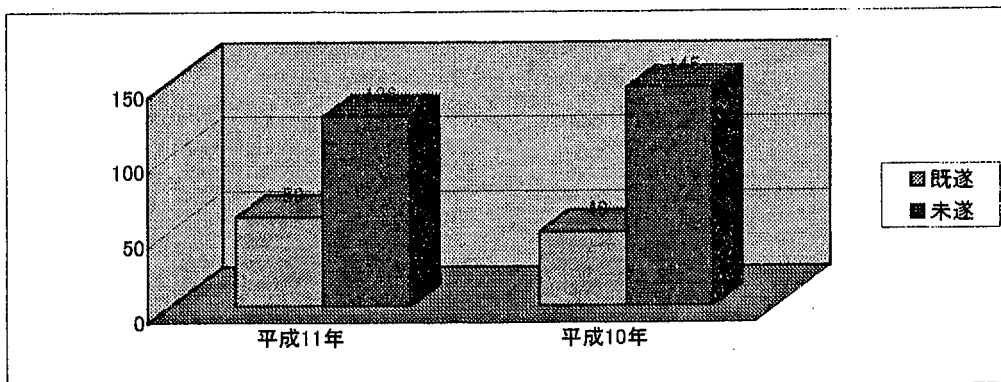
別紙1

【異常発報状況】



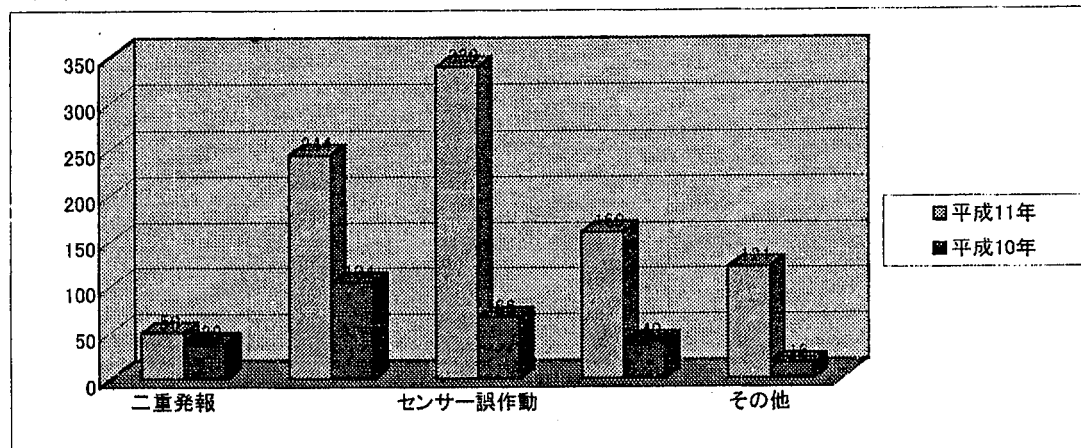
	実報	誤報	計	誤報率
平成11年	185	914	1099	83%
平成10年	194	245	439	56%

【実報内訳】



	既遂	未遂
平成11年	59	126
平成10年	49	145

【誤報内訳】



	二重発報	ユーザーミス	センサー誤作動	第三者	その他	計
平成11年	50	244	339	160	121	914
平成10年	39	104	66	40	16	265