

# 移動体マルチメディア通信への MPEG 4 技術の適用

MPEG 4 Technology for Mobile Multimedia Communications

渡辺 栄一  
WATANABE Eiichi

神谷 茂雄  
KAMIYA Shigeo

マルチメディア通信の次世代符号化方式として ISO (国際標準化機構) で標準化が進められている MPEG 4 (Moving Picture Experts Group 4) は、音声、オーディオおよび映像信号などを 64 kbps 以下の低ビットレートに圧縮でき、伝送誤りにも強い特長をもっている。また、ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standard Sector) ではマルチメディア情報を多重化する標準方式 H.223 を無線伝送に適用するため、誤り耐性を強化し、H.223 Annex として標準化を予定している。

当社は、移動体マルチメディア通信時代に向けて、これらの標準化に積極的に貢献している。誤り耐性を特長とした ISO 標準の MPEG 4 符号化方式と ITU-T 標準の H.223 Annex 多重化方式を組み合わせることにより、無線・移動体環境でテレビ電話、映像監視、映像ブラウザ (ビューワ) などのマルチメディア通信が実現できると考えられる。この組み合わせを利用することで、伝送誤りの激しい無線環境でも良好な映像通信が可能なことを計算機シミュレーションにより確認した。

The next-generation multimedia communication standards, which are being formulated as MPEG 4 (Moving Picture Experts Group 4) by the International Standardization Organization (ISO), allow speech, audio and video signals to be efficiently compressed into low-bit-rate digital data of less than 64 kbps and have error-resilient features. The multimedia multiplexing protocol H.223 is being extended to the H.223 Annex formats, to which the error-correction function is being added for mobile applications, by the International Telecommunication Union-Telecommunication Standard Sector (ITU-T).

Toshiba is contributing to these standardization activities, with its sights set on the world of wireless/mobile multimedia communications. Due to the error-resilient features of both standards, multimedia communications such as mobile videophone, video surveillance and browsing can be realized in the wireless/mobile environment. It has also been confirmed by computer simulation that good-quality visual communications are attained even in wireless transmission under conditions of severe errors.

## 1 まえがき

通信、放送およびコンピュータなど幅広い応用に適用可能な汎 (はん) 用的なマルチメディア符号化方式が、ISO/IEC JTC1 (International Standardization Organization/International Electrotechnical Commission Joint Technical Committee 1) で MPEG 4 として標準化されつつある。すでに 1997 年 10 月に草案が発行され、98 年 12 月に IS (International Standard) 化した第 1 版が発行される予定である<sup>(1)</sup>。これまで標準化されてきた MPEG 1 と MPEG 2 は、CD-ROM や DVD などの蓄積系メディアや放送系の高品質、高ビットレート (2 Mbps 以上) を対象にした音声 (オーディオも含む) ・映像の符号化方式であるのに対し<sup>(2)</sup>、MPEG 4 は、圧縮効率を重視し、低ビットレート (64 kbps 以下) にも適用可能な符号化方式である。特に、無線・移動体通信への適用を考慮し、伝送誤りに対する強い耐性を盛り込んでいる。

一方、通信関連の国際標準を整備している ITU-T では、アナログ電話回線用のマルチメディア通信端末の標準方式 H.324 の無線・移動体通信対応化を進めており、98 年初めに H.324 Annex C として標準化する予定である。具体的に

は、H.324 の中に採用されている H.223 という、音声や映像を一つのパケット<sup>(注1)</sup>内に多重化する方式に段階的に誤り耐性を強化して、H.223 Annex A, Annex B, Annex C の三つ

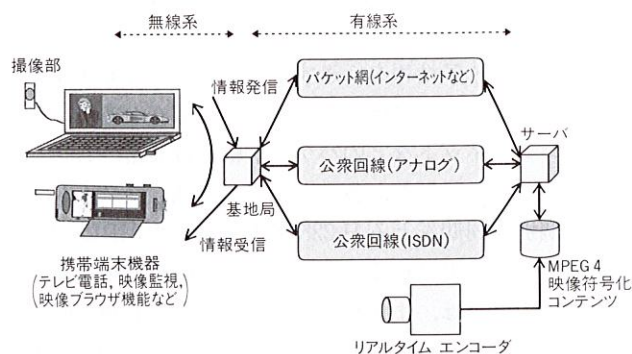


図1. マルチメディア通信ネットワークの例 MPEG 4 映像符号化方式をネットワークによらず統一して採用することで、多重化方式だけの置換でネットワーク間の映像伝送が可能となる。

Example of multimedia communication network

(注1) ユニットとして送られる一定長に分割されたデータのこと。



の標準化を行うものである(以下 Annex A, B, C をまとめて単に Annex と呼ぶ)。

現在、ISO では、マルチメディア通信に必要な多重化方式については MPEG 4 の規格外とし、H.223 や MPEG 2 TS (Transport Stream) などの既存の多重化方式を利用できる構造を採用している。このため、無線・移動体環境でマルチメディア通信を実現するには、誤り耐性をもつ ISO 標準の MPEG 4 符号化方式と ITU-T 標準の H.223 Annex 多重化方式とを組み合わせる必要がある。

ここでは、まず、マルチメディア通信の核となる映像伝送について、無線・移動体通信を含む各ネットワークに合った映像符号化方式と多重化方式について述べる。次に、MPEG 4 映像符号化方式と H.223 Annex 多重化方式の誤り耐性を述べ、最後に、両方式を最適に組み合わせることにより伝送誤りが厳しい無線環境下でも、良好な映像伝送が実現できることを計算機シミュレーションにより示す。

## 2 無線・移動体を含むマルチメディア通信ネットワーク

無線・移動体通信システムを含むマルチメディア通信ネットワークは図 1 のような構成と考えられる。この例では、携帯端末が多様なネットワークを介して、テレビ電話、映像監視、映像ブラウザなどが実現できる構成を示している。携帯端末やテレビカメラ装置で取り込んだ映像をサーバに蓄積してデータベース化し、インターネットで配信して別の携帯端末で見ることができる。

マルチメディア通信は映像伝送が核となるため、どのような映像符号化方式を採用するかが、マルチメディアネットワーク構築のポイントとなる。特に、リアルタイム性の要求されるテレビ電話や情報の再送が許されない放送に適用する場合、送受間での再送や到達確認などの特別な制御を行うことができないため、このような制御なしに強い誤り耐性を持つ MPEG 4 映像符号化方式を採用することが好ましい。

マルチメディア情報を伝送する際に必要となる多重化方式は、ネットワークに応じてさまざまな方式がある。例えば、インターネットなどのパケット網では通常、音声や映像を別パケットで送り、各メディアに内蔵したタイムスタンプで個別に同期をとる H.225 多重化方式や MPEG 2 TS 多重化方式が採用される。アナログ電話回線を利用したテレビ電話の場合は、まえがきで述べたように音声と映像を同じパケット内に多重化する H.223 多重化方式が ITU-T 標準となっている。また、無線・移動体環境では、誤り耐性のある H.223 Annex 多重化方式が有効であると考えられる。

したがって、マルチメディアネットワークは、映像符号化方式として伝送誤りに強い MPEG 4 方式を採用し、多重化方式として各ネットワークに適した方式を採用すること

で構築できる。このように、映像符号化方式をネットワークによらず MPEG 4 方式に統一すれば、異なったネットワーク間を通して映像伝送する際には、多重化方式だけの置換で済むという利点がある。

## 3 無線・移動体通信に適した映像符号化・多重化方式

### 3.1 誤り耐性の強化部分

MPEG 4 映像符号化方式と H.223 Annex 多重化方式は、それぞれに適した誤り耐性の強化機能をもっている。誤り耐性を強化する部分をそれぞれがもつことにより、例えば、映像符号化の部分では重要なパラメータだけに誤り訂正をかけたり、多重化・分離部分では各メディアを分離するヘッダ情報だけに誤り訂正をかけるなど、柔軟かつ効率的な誤り耐性の強化が可能となる。

### 3.2 MPEG 4 映像符号化方式の誤り耐性<sup>(3)</sup>

MPEG 4 映像符号化方式は、アナログ電話回線用のマルチメディア通信端末の ITU-T 標準方式 H.324 に採用されている H.263 映像符号化方式をベースに伝送誤りに対する耐性を強化した方式である。

誤り耐性の機能としては、符号化ビットストリームの途中に同期信号を埋め込んで誤り発生時に再同期をとりやすくする機能(可変長間隔同期方式)、タイムスタンプなどの重要情報を複数回伝送する機能、およびビットストリームを逆方向からも復号可能な双方向の復号機能(図 2 参照)などが採用されている。これらの機能は、当社が ISO に提案し、MPEG 4 映像符号化方式の草案に採用されているものである。

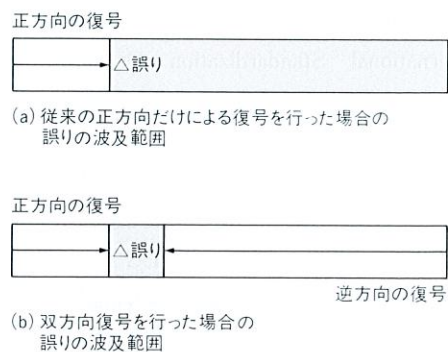


図 2. 双方向復号の概要 逆方向にも復号が可能であるため、伝送誤り発生時に欠落する情報を軽減できる。

Overview of forward and backward decoding

### 3.3 H.223 Annex 多重化方式の誤り耐性

無線・移動体環境でマルチメディア通信を行う場合には、音声符号化や映像符号化などの情報源符号化だけでなく、



音声や映像を多重化・分離する部分での伝送路誤り耐性強化が必要である。H.223 Annex 多重化方式は、これに対応する方式である。

H.223 Annex 多重化方式のベースとなっている H.223 多重化方式で生成されるパケットは図 3 に示すように、同期フラグ、ヘッダ、および音声や映像などのメディア情報から構成される<sup>(4)</sup>。

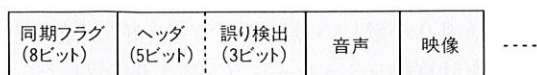


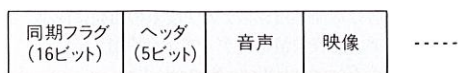
図 3. H.223 の多重化フォーマットの概要 ヘッダの誤り耐性は CRC による誤り検出だけであるため、無線伝送には適さない。

H.223 multiplexing format

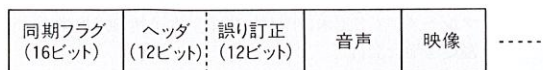
H.223 多重化方式は、音声だけ、音声と映像、あるいは音声と映像とデータというように、さまざまなパタンで各メディア情報を多重化することが可能であり、この多重化パタンはヘッダで規定される。ヘッダは、4 ビットの多重化パタンと 1 ビットのパケットマーカで構成される。パケットマーカは映像情報などのまとまりが複数パケットで分割伝送される場合の最終パケットを示すフラグである。また、ヘッダには誤り検出用に CRC (Cyclic Redundancy Code) が付加され、誤り検出時にはパケットは廃棄される。

H.223 多重化方式は、ヘッダ内に各メディア情報を多重化・分離するための重要な情報が入っているにもかかわらず、誤り耐性は CRC による誤り検出だけのため、無線伝送への適用には不十分である。

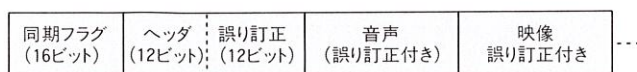
一方、H.223 Annex 多重化方式は、H.223 多重化方式に対して、図 4 に示すように 3 段階に誤り耐性を強化した方



a) H.223 Annex A 多重化方式



b) H.223 Annex B 多重化方式



c) H.223 Annex C 多重化方式

図 4. H.223 Annex の多重化フォーマットの概要 Annex B では、ヘッダ情報に誤り訂正をかけ、Annex C ではさらに、各メディア情報ごとに、誤り訂正 (畳込み符号) をかけて無線伝送に対応している。

H.223 Annex A, B and C multiplexing formats

式である<sup>(5)</sup>。

Annex A 方式は同期検出精度を高めるために同期フラグを 16 ビットに拡大している。フラグの内容としてランダムパタンを採用することにより、各メディア情報のビットストリーム内に同じパタンが現れにくいようにしている。なお、H.223 では、ビットストリーム中に同期フラグと同じパタンが現れないように、0(ゼロ)を挿入するなどの処理が行われる。

Annex B 方式は、Annex A 方式に加え、ヘッダを 4 ビットの多重化パタンと 8 ビットのパケット長情報で構成し、さらにヘッダ全体に 12 ビットの誤り訂正符号を付加している。全体のパケット長情報により、次のパケットの同期フラグが容易に検出できる構造となっている。また、誤り訂正符号の付加により、各メディア情報を分離するための重要な情報である多重化パタンを伝送誤りに対して保護している。なお、パケットマーカの機能は同期フラグの 0・1 パタンを反転することにより実現している。

Annex C 方式は、Annex B 方式に加え、各メディア情報をレート 1~1/4 の畳込み符号で誤り訂正符号化することにより、各メディア情報自体にも伝送誤りに対する保護をかけている。

#### 4 MPEG 4 映像伝送シミュレーション

無線・移動体マルチメディア通信の核となる映像伝送の評価を行うため、図 5 に示すような MPEG 4 映像符号化方式 (草案レベル) と H.223 Annex A, Annex B, Annex C の各多重化方式を組み合わせたシミュレーション環境を構築した。

これを利用して、PHS 回線 (伝送速度: 32 kbps) を想定した映像伝送シミュレーションを行った。伝送誤りはビットエラーレートが  $10^{-3}$  の PHS 回線特有の誤りパタンを付加した。また、比較のため、ITU-T 標準 H.263 映像符号化方式についても評価を行った。シミュレーションで得られた

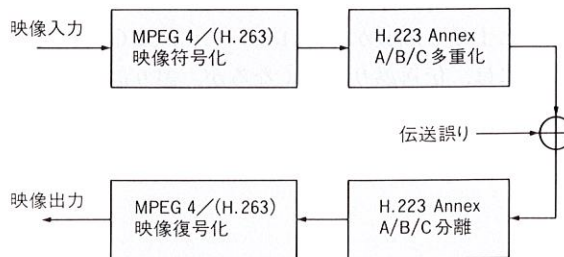


図 5. MPEG 4 映像伝送シミュレーションモデル ISO 標準の MPEG 4 映像符号化方式と ITU 標準の H.223 Annex 多重化方式を組み合わせた。

Simulation model for evaluating MPEG 4 video transmission





図 6. 各映像符号化方式と各 H.223 Annex 多重化方式を組み合わせる場合の画質比較 PHS の誤りパターンにおいて、MPEG 4 映像符号化方式では、ヘッダ内の多重化パターンが H.223 Annex B 方式で保護されれば、十分な画質が得られている。

Comparison of quality between H.263 and MPEG 4 video coding with H.223 Annex applied

映像の一部を図 6 に示す<sup>(6)</sup>。

MPEG 4 映像符号化方式では、図 6 (a), (b) に示すとおり映像符号化自体に誤り耐性があるため、Annex B 方式を適用してヘッダに誤り訂正をかけ映像情報が正しく分離されれば十分な画質が得られる。したがって、Annex C 方式を適用して映像情報自体まで誤り訂正をかける必要はない。また、MPEG 4 映像符号化方式の誤り耐性強化のために増加する情報量は多くはないので、情報レートの低下による画質劣化はほとんどない。

一方、H.263 映像符号化方式では、図 6 (c), (d) に示すとおり、映像符号化自体に誤り耐性がないため、Annex B 方式を適用しただけではブロック単位での画質劣化が現れており、Annex C 方式を適用して映像情報自体に誤り訂正をかけないと十分な画質が得られない。Annex C 方式を適用した場合には、伝送誤りに強くなるが、誤り訂正の効果を十

分に発揮させるために情報レートを 1/2 程度に低下させる必要があり、結果として画質劣化につながる。

## 5 あとがき

無線・移動体マルチメディア通信には、伝送誤りに対する強い耐性が必須(す)機能である。この誤り耐性機能を備えた ISO 標準の MPEG 4 映像符号化方式と ITU-T 標準の H.223 Annex B 多重化方式を組み合わせることにより、PHS 環境の伝送誤りが厳しい無線環境でも良好な映像伝送が可能なことを計算機シミュレーションにより確認した。今後、今回構築したシミュレーションシステムを利用し、さらに、さまざまな無線・移動体通信システムの伝送誤りパターンを使用して、映像情報の無線伝送評価を進める予定である。

また、無線・移動体環境に適した MPEG 4 映像符号化方式を有線系の各種ネットワークのマルチメディア符号化に統一的に採用することにより、無線・移動体を含む統合マルチメディアネットワークが効率的に構築可能と考えられる。

## 文 献

- (1) 三木俊雄, MPEG 4 の位置付けと規格への要求, 映像情報メディア学会誌, 51, 12, 1997, p.1958-1965.
- (2) 嵩比呂志, 他, モバイル分野まで拡張できる低ビットレート動画圧縮技術, 東芝レビュー, 52, 5, 1997, p.15-17.
- (3) 渡邊敏明, ビットストリーム構造と誤り耐性, 映像情報メディア学会誌, 51, 12, 1997, p.1989-1991.
- (4) ITU-T Rec. H.223 "Multiplexing Protocol for low bitrate multimedia communication". 1996.
- (5) ITU-T Draft Rec. H.223 Annex A, B, C. 1997.
- (6) 斎藤龍則, 他, 移動体無線環境におけるマルチメディア多重部の誤り訂正と映像符号化方式の検討, 信学技報, DSP97-154, 1998, p.53-58.



渡辺 栄一 WATANABE Eiichi

情報・通信システム技術研究所 開発第二担当主査。  
デジタル信号処理応用システム・端末の開発に従事。電子情報通信学会, 映像情報メディア学会会員。  
Information & Communications Systems Lab.



神谷 茂雄 KAMIYA Shigeo

情報・通信システム技術研究所 開発第二担当主査。  
マルチメディア端末の開発に従事。電子情報通信学会, 情報処理学会会員。  
Information & Communications Systems Lab.