2. MPEG-4 アプリケーション展開

2-1 MPEG-4 LSIとインターネット, 放送サービス

正会員 渡邊敏明[†]

キーワード: MPEG-4, 国際標準化, 画像符号化, インタネット, 放送サービス

1. ま え が き

近年、動画像、静止画像、音声、テキストなどの各種データを統合的に扱うマルチメディアの研究開発が各方面で活発に行われている。そのなかでも国際標準化の貢献は大きく、現在では想定される各種アプリケーションに応じた国際規格が審議され、あらゆる方面で実用に使われている。

特に動画像符号化の分野における代表的な国際標準機構としてはISOが知られている。ISOは従来、主に放送や蓄積メディアに関する分野を中心にカバーしてきたが、最近では有線・無線通信をも包含したシームレスなアプリケーション環境に対応すべく、汎用的な標準方式の構築を目指している。特に1993年末より審議が開始されたMPEG-4は、マルチメディア全般に対応した符号化技術の標準化を目的としており、自然画像のみならずCG等の人工画像にも対応した新種の標準方式として注目を集めてきた。そのMPEG-4も1999年2月には第1バージョンの標準化作業が終了し、IS(International Standard)文書が発行される予定である。

MPEG-4では当初から、ハードウェアでの実現のみならずソフトウェアによるシステム構築、製品販売が容易となるような構成を基本としてきた。そのため標準化の審議と並行してソフ

トによる早期の製品設計が可能であり、各社とも独自のアプリケーションを想定した開発体制がすでに出来上がっていると考えられる。それを実証するかのように、各方面でMPEG-4を冠した製品イメージがすでに世の中に始まっている。

ここでは、MPEG-4アプリケーションとして現在製品イメージが発表されている3分野について、その構成内容や仕様を解説する。まず2節では省電力LSIについて、そのスペックと構成要素を概観する。3節ではストリーミングシステムとして、映像配信や放送が可能なソフトウェア製品について、その実現手法を紹介する。最後に4節では、複数の企業が共同で実現を目指しているSバンド帯域を利用した映像放送システムについて、構想と今後の予定について解説する。

MPEG-4では将来の予想トレンドとして以下の3項目を挙げている¹⁾。

- (1) 移動体通信環境の整備・拡充。
- (2) インタラクティブなコンピュータ応用の拡大。
- (3) 自然画像/人工画像の融合と高画質化。

このうち2節で解説するLSIは、主に移動体通信を想定した省電力の仕様を実現したものであり、トレンドの(1)に対応した製品といえる。また3節で解説するストリーミングシステムは、インターネットの利用を第1段階として想定しているが、扱うコンテンツは自然画像のみならずCG等の人工画像も考慮しているため、トレンドの(2)、(3)に対応した製品である。一

方、4節で解説するSバンド放送は、無線を用いたあらゆるコンテンツの放送を目指しており、トレンドの(1)、(3)を主に実現したイメージといえる。

これらの製品イメージはMPEG-4の標準化が完全に確定していない時期からすでに構築を開始し、ソフト的な変更の容易さを充分に利用しながら、標準化内容の推移に対応していく方法を取っている。したがって、現段階では完全なMPEG-4準拠が達成されていない点もあるが、この時期にすでに発表されたという点で、いずれも注目値する。以下にその具体的な内容を各製品イメージごとに紹介する。

2. 低消費電力MPEG-4 LSI²⁾

2.1 背景とねらい

携帯電話やPHS端末、サブノートパソコンなどの普及により、現在では無線通信による情報伝達環境が急速に拡大している。そこでは従来の音声や文字だけでなく、テレビ電話やテレビ会議、あるいは既存ネットワークをそのまま用いた監視システムなど、動画も含めたマルチメディアコミュニケーションが求められている。このような要求に対して東芝では、MPEG-4のCD(Committee Draft:標準化草案であり、1997年10月に発行)レベルに世界で初めて準拠するとともに、携帯端末に求められる低消費電力化を実現した画像圧縮/伸張LSIを開発した²⁾。以下にその内容を解説する。

2.2 プログラマブル構成

本LSIはMPEG-4 CD準拠である

[†] 株式会社東芝 研究開発センター
“Application Techniques of MPEG-4;
MPEG-4 LSI and Internet/Broadcast Service” by Toshiaki Watanabe (Research and Development Center, Toshiba Corporation, Kawasaki)

が、最終的にはISに対応した製品とする必要がある。そのためには、将来変更が可能なソフトウェアタイプの構成が理想である。一方、低消費電力化という観点からは、できるだけハードウェアでの実現が望ましい。これら相反する要求を満たすため、ここでは圧縮・伸張を行う上で常に必要となる汎用的技術、および今後変更される可能性がない確定部分をハードウェア構成とし、今後変更の可能性がある部分、特にMPEG-4独自の機能実現に関わる部分をソフトウェアで構成するという手法を採用した。具体的な構成の一例を以下に示す。

- (1) MPEG-4はITU-T標準であるH.263のBaselineと互換

性が保証されている。つまり、すでに方式が確定しているH.263-Baselineで実現される圧縮/伸張部分はそのままMPEG-4でも使用できるため、この部分はハードウェアでの実現が可能である。

- (2) MPEG-4で新たに実現されたオブジェクトの形状符号化部分(Binary Shape Coding)はCD後も多少の変更が予想され、また、これを発展させたGray-scale Shape Codingにも対応可能であることが望ましい。そのためこの部分は、東芝が独自に開発した16ビットのRISCプロセッサによって実現

している。

2.3 低消費電力化の実現

低消費電力化を実現するために本LSIが採用している技術の一例を以下に示す。

- (1) データを並列処理するパイプラインアーキテクチャ。
- (2) 動作していないブロックのクロックを停止させるクロックマネジメント機構。
- (3) 動作時と待機時の閾値電圧を制御するVT(Variable Threshold voltage)-CMOS技術。
- (4) 回路の電源電圧を下げて低電圧動作を可能にするクラスステケーリング技術。

本LSIの構成図を図1に、実物写真を図2に示す²⁾。図1中央のDMAコントローラは2つの機能ブロック間を適応的に接続する働きをするが、これは従来のグローバルバス構成に比べて電力消費が少ない。また動き補償部(MCB)では、3階層の木探索アルゴリズムを採用することにより、やはり消費電力を減少させている。さらにここでは、128kバイトの外部フレームメモリ(External Memory)を有しており、16ビットメモリバスを通してDMAコントローラに接続されている。

2.4 MPEG-4独自機能の実現

MPEG-4では、伝送エラー発生時の耐性能力を向上させるために、双方向から瞬時に復号可能な可変長符号RVLC(Reversible Variable Length Code)を採用している³⁾。ビット列に誤りが混入し、その後の復号処理ができなくなった場合には、次の同期信号を探していったん同期を回復させ、そこから逆方向に復号処理を行う。本手法により、誤りによる廃棄部分を局所化させて、復号画像の画質劣化を最小限に抑えることが可能となる。

この技術を実現させるためには、同期信号から次の同期信号までのビット列を格納するメモリが復号側に必要となる。本LSIでは、可変長復号部(VLD)に16kバイトのメモリ(RBUF)を用意し、ここにQCIFサイズのビット列情報を一時的に保存することが

図1 MPEG-4 Codec LSIの構成図²⁾

図2 MPEG-4 Codec LSI²⁾

表 1 MPEG-4 Codec LSI の仕様²⁾

プロセス	0.3 μ m CMOS
トランジスタ数	300 万トランジスタ
閾値電圧	0.2 V $\pm$ 0.05 V
電源電圧	3.3 V $\pm$ 10%
内部電圧	2.5 V $\pm$ 5%あるいは1.75 V $\pm$ 5%
消費電圧	60 mW (30 MHz 動作時)
スタンバイ電流	70°Cにおいて10 μ A 以下
クロック周波数	最大 70 MHz
フレームサイズ	QCIF フォーマット (176 画素 $\times$ 144 画素)
フレームレート	10 フレーム/s (30 MHz 動作時)
チップ寸法	9.0 mm $\times$ 9.0 mm

できるようになっている。

2.5 仕様のまとめ

表 1 に本 LSI の仕様を示す²⁾。上述のような省電力手法により、従来の CMOS 製品に比べて消費電力を 70% 低減することに成功している。その結果、60 mW(30 MHz クロック動作時)という低消費電力の画像コーデック LSI を実現することが可能となった。

本 LSI は MPEG-4 Version 1 の一部、特に移動体通信に対応したシンプルプロファイルのレベル 1 を中心に機能を実装している。今後は市場の要求に応じてその上のレベル、あるいは新たなプロファイル機能を実現する可能性もある。また、現在審議中である Version 2 の実装が必要となることも考えられる。本 LSI は標準化につきものの不確定部分をソフト処理で実現しているため、標準化進行途中での製品であるにもかかわらず、今後の変化に柔軟に対応できる構造を有しているといえる。

2.6 PHS-テレビ電話の実現

以下に、画像符号化に上記 LSI を使用したテレビ電話装置の簡単な構成仕様を紹介する。本装置は、1998 年 11 月開催の COM JAPAN(東京ビッグサイト)に出展したものである。

(1) 画像符号化部

上記 MPEG-4 LSI を使用。ITU-R Rec. 601 の 4:2:2 フォーマットに対応し、QCIF 以下の画面サイズで最大 10 フレーム/s。

(2) 音声符号化部

国際標準方式である G. 729 を使用。入力音声のレベル変動と伝送誤りに強

い量子化手法であり、低遅延/高品質も実現。

(3) 多重・分離部

ITU-T 標準の H. 223 Annex B を使用。同期フラグの拡大とヘッダ情報の誤り耐性能力を強化した手法であり、各メディア情報を分離する際の重要情報を効率的に保護する。なお、音声符号化部(エコーキャンセラを含む)、多重・分離部は東芝製 DSP (TC 8008) で実現。

3. MPEG-4 ストリーミングシステム⁴⁾

3.1 背景とねらい

インターネット/イントラネットの普及が進むにつれて、これらネットワークを通じて各種マルチメディア情報を手軽に扱えるシステムが求められてきている。特に企業内での社員教育や訓練、インターネットによるプロモーションやウェブ上での広告、ビデオによる配信などはすぐにでも実現が望まれている。

一方で MPEG-4 は、①高い圧縮率を実現できる、②伝送エラーに強い、③任意形状のオブジェクト符号化が可能、などの特長があり、今後のビデオストリーミングシステムを実現する上で有益な機能を持っているといえる。

図 3 MobileMotion の概念図

表 2 MobileMotion の仕様

画面サイズ	CIF (352 画素 $\times$ 288 画素) ~ SQCIF (128 画素 $\times$ 96 画素)
フレーム数	1~30 フレーム/秒
通信速度	6~384 kb/s
音声・オーディオ	6.4, 8, 16 kb/s (以上モノラル), 20 kb/s (ステレオ)

これら MPEG-4 の特長に着目し、世界で初めて MPEG-4 ビデオ符号化方式に準拠したビデオストリーミングシステム“MobileMotion”が 1998 年 7 月に商品化された⁴⁾。なお MobileMotion は完全にソフト製品であるため、今後の標準方式の変更に際しても柔軟に対応することが可能である。以下にその内容を解説する。

3.2 MobileMotion の概要

図 3 に MobileMotion の概念図を示す。基本的には、① MPEG-4 の画像を生成するプロデューサ(カメラや VTR からの入力なども含む)、②生成された画像を格納し、ユーザの要求に応じて送り出すサーバ、③送られて来た画像を再生するプレーヤおよび、④これらを利用したシステム構築を支援する構築支援サービス、から構成されている。表 2 に MobileMotion の仕様を示す。

図4 プレーヤの初期画面

3.3 MobileMotion のラインアップ

以下に本製品のラインアップを紹介する。

(1) プロデューサ

ビデオカメラで撮影した画像や、あらかじめ格納されている画像情報などを MPEG-4 ビットストリームに符号化する。単純な符号化のみを行うタイプと、符号化の他に画像のカット/マージなどの編集機能を付加したタイプがある。

(2) サーバ

画像を格納・送出するサーバには、各ユーザの要求に応じて画像を送り出すオンデマンドタイプと、1つの画像を同時に多数のユーザに提供するブロードキャストタイプが用意されている。またオンデマンドタイプには、同時接続数 100 ユーザ以下の小規模タイプと、それ以上(最大 400)のユーザにも対応できる大規模タイプの 2 種類がある。

(3) プレーヤ

クライアントパソコンでストリーミングを再生するプレーヤには、ネットワークからコンテンツを受信し、再生することのみが可能なタイプ(無償)と、コンテンツの録画やローカル再生も可能なタイプの 2 種類がある。なお、上記無償タイプのプレーヤおよびデモビットストリームは、以下の URL からダウンロードすることができる。

<http://www2.toshiba.co.jp/mmotion/>

なお、上記サイトにおけるプレーヤの初期画面を図 4 に示す。また、プレ

表 3 MobileMotion の動作環境

機種	Windows 95/98 および NT 4.0 が動作可能な IBM PC/AT 互換機
CPU	Pentium 100 MHz 以上 (Pentium 166 MHz 以上推奨)
メモリー	24 MB 以上 (Windows 95 では 36 MB 以上推奨)
ハードディスク	5 MB
グラフィック機能	256 色以上同時表示可能 (6 万色以上同時表示可能を推奨)
音声機能	PCM 再生機能

(a) 社員教育システム

(b) インタネット情報提供システム

図 5 MobileMotion の応用例⁴⁾

ーヤの動作環境を表 3 に示す。

(4) 構築支援サービス

構築支援サービスには、保守サービスのほか、導入支援サービス、インストールサービス、運用支援サービス、各種教育サービスなどがある。また、MPEG-4 画像を生成するエンコードサービスも用意されている。これらのサービスにより、単にコンポーネントの提供だけでなく、トータルなシステム構築をサポートしている。

3.4 MobileMotion の利点

本製品の利点を以下に述べる。

- (1) 専用の機器を必要とせず、しかも既存のネットワークインフラを介して動画をスムーズに伝送することが可能。
- (2) MPEG-4 国際標準方式に準拠しているため、情報を相互に利用できる環境が構築しやすい。
- (3) 伝送誤りが発生するモバイル環境でも動画像を受信できる。
- (4) すべてソフトウェアで実現しており、特別なハードウェアが一切不要。

- (5) 動画の進行に合わせて関連した情報をブラウザに表示することが可能なシンクロコンテンツ機能を実現。
- (6) ランダムアクセス機能の強化により、待ち時間の少ないストリーミング環境を提供。
- (7) 著作権を保護するため、送られて来た情報の録画を禁止する機能を所有。
- (8) ネットワークを介さずに、繰り返し動画情報を見ることが可能なローカル再生機能を実現。

3.5 MobileMotion の運用例

MobileMotion は上述したような各種利点を活かして、イントラネットによる社内教育・訓練、インタネットを使ったプロモーション/広告、ビデオ伝言板のような情報キオスク、ビデオライブラリーなど、様々な分野へ応用することが可能である。図5にその一例を示す⁴⁾。

図5(a)は社員教育システムの例である。本社または研修センターから、地方に分散した事業所の従業員に対して遠隔教育が可能である。本システムにより、動画像を用いたビジュアルな教材とシンクロコンテンツ機能による効果的な教育が提供可能であり、従業員は自席にしながら、自由な時間に教育を受けることが可能となる。

図5(b)はインタネット情報提供システムの例である。ホームページに登録した広告などの情報をインタネットで閲覧したり、動画を含む情報の提供が実現できる。また本システムを用いることにより、文字・静止画だけでなく、動画/音声を含む情報を提供するWebサイトを会社のみならず、各家庭でも作成することが可能となる。

4. Sバンドを利用したモバイル衛星放送サービス⁵⁾

4.1 RadiVision 構想

マルチメディアサービスはあらゆる方面に浸透しつつあるが、受ける側は移動していない場合が多い。一方、携帯電話やカーナビゲーション等の移動端末が受信できる情報は、音声あるいは音声と簡単な人工画像のみであり、

図6 RadiVisionのアプリケーション分野

図7 RadiVisionのシステム構成⁵⁾

マルチメディア情報とはいえないのが現状である。この双方の特長を同時に実現しようと計画されたのが「RadiVision 構想」である⁵⁾。文字通り、ラジオとテレビの双方のメディアを同時に提供し、それを移動体端末で受信可能な環境を構築することを狙った事業である。従来のテレビやラジオと比較したRadiVisionのアプリケーション分野を図6に示す。RadiVisionが従来にはなかった新たな分野をカバーしていることがわかる。

このような構想実現のため、1998年5月に東芝、トヨタ自動車、富士通、日本テレビ放送網、エフエム東京、ケンウッド、デンソー、アルパインが最初の出資会社となって「モバイル放送」という会社を設立した。電気、自動車、通信、テレビ、ラジオ、音響等の分野の企業が名を連ねており、本構想のアプリケーション分野の広がりがこの点からも理解できる。なお今後とも増資が予定されており、松

下電器など他の企業も順次出資する予定である⁶⁾。媒体として静止衛星を使用し、ユーザが移動しながら高品質の音楽と映像、データ放送を全国どこでも、どんな場所でもキャッチできる世界をRadiVisionが開拓することになる。以下にその概要を説明する。

4.2 RadiVision の概要

システム構成を図7に示す⁵⁾。番組制作会社等が作成した番組情報をKuバンドで大電力出力の大形アンテナ静止衛星に送り、そこからSバンドを用いて各端末に配信する。また、都会におけるビルの谷間のような不感地域に対しては、ギャップファイラー(再送信設備)を用いてサービスを行う。

使用できるSバンド帯域は2630～2655 MHzという非常に狭い範囲であり、この中に数十チャンネルを確保する必要があることから、効率的な圧縮方式が必須となる。そのため画像圧縮にはMPEG-4、音声圧縮にはAAC (Advanced Audio Coding)あるいは

TwinVQを用い、これら標準技術で圧縮された情報を1チャンネルあたり最大256 kb/sのデータレートで提供するという構想である。

4.3 RadiVisionの特長

RadiVisionは既存メディアにはない空間的自由度があり、それが新しい市場を作り出すと期待されている。以下にその特長を列挙する。

(1) 移動端末で受信できる全国放送

静止衛星からの大電力電波を受信する方式であるため、パラボラアンテナが不要となる。アンテナの超小形化が可能であると同時に、アンテナの向きを固定しておく必要もないため、移動端末内に蔵することが容易となる。そのため、日本中どこでも走行中の自動車の中や携帯端末での受信が可能なシステムが実現できる。

(2) 多チャンネル放送の実現

MPEG-4は圧縮効率と誤り耐性の双方に優れているという特長を持つ。この移動体環境に適した符号化方式を採用することにより、数十チャンネルの番組を安く受信することが可能となる。従来からの音楽チャンネルはもちろんのこと、ニュースやスポーツ、天気予報、交通/防災情報などのマルチメディアコンテンツ放送が移動中の車内でも楽しめるようになる。

(3) マルチオブジェクト放送の実現

MPEG-4のもうひとつの特長であるオブジェクト符号化への応用も考えられている。音声や画像あるいはその一部をオブジェクト化し、必要に応じて必要な部分のみを多重化して伝送することが可能となる。これによりチャンネルごとの伝送レートが低くても、音質や画質の良いマルチメディア情報が提供できる。

4.4 今後の事業化スケジュール⁵⁾⁶⁾

事業会社としては今後とも増資を継続していくが、特に本事業には衛星の調達が考えられている。1998年から調達準備を開始し、2000年中をめどに衛星の打ち上げを目指す。一方、その時期までに地上局や端末の整備を並行して進め、衛星打ち上げ後の2001年にはサービス開始が予定されている。また、システム構築側からのみの整備では商売が成立しない。各種コンテンツ作成等の顧客サービス側からの充実も必須である。その意味でも多くの分野の企業が本事業に積極的に参加することが望まれる。

5. むすび

MPEG-4は既存標準ではサポートしていない新たな機能の実現と、さらなる符号化効率のアップとを目指して規格化された。特に伝送誤りに対する耐性能力を符号化方式に内在させようとする試みや、任意形状オブジェクトの効率的な符号化実現など、従来には検討されていなかった新たな技術が多数盛り込まれている。

MPEG-4 Version 1の審議終了を目前に控えて、このような新機能を積極的に活用したアプリケーションの開発は各方面で活発になりつつある。ここではその一例として、ハードウェア中心の製品(LSI)、ソフトウェア中心の製品(MobileMotion)、およびシステム構築が中心の製品(RadiVision)の3項目について、その仕様と性能について解説した。LSIは省電力を売りとしてMPEG-4対応の携帯端末普及に大きな推進役を果たすことが期待されるし、MobileMotionは一般ユーザが手軽に映像配信の恩恵を受けられる環境を初めて構築した点で特筆される。また、RadiVisionは今後の移動

体放送サービスに明確な方向性を示したものとして、今後の事業展開が待たれる試みである。

以上の製品はMPEG-4 Version 1の標準化終了をひとつの目安として製品化にこぎつけたものである。今後Version 2の標準化が引き続き審議され、Version 1の性能改善版が1年後に決定する。上記製品の多くは、審議中の標準化に逐一準拠させるという柔軟性を構成内に取り入れているため、Version 2への対応も比較的容易であると考えられる。今後ともより一層魅力的な製品を世に送り出すことを期待してやまない次第である。なお、MPEG-4そのものの公式情報は以下のURLで得ることができる。

<http://drogo.cselt.it/mpeg>

(1998年12月10日受付)

〔文 献〕

- 1) "MPEG-4 Proposal Package Description (PPD)", ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/ N 998, Tokyo (July 1995)
- 2) M. Takahashi, et al.: "A 60 mW MPEG 4 Video Codec Using Clustered Voltage Scaling with Variable Supply-Voltage Scheme", ISSCC '98, TP 2.4, San Francisco (Feb. 1998)
- 3) 渡邊: "ビットストリーム構造と誤り耐性", 映情学誌, 51, 12, pp. 1989-1991 (Dec. 1997)
- 4) "世界で初めてMPEG-4に準拠した動画を生成しスムーズに伝送できるシステム構築用ソフトウェア群" "MobileMotion"を商品化", 東芝レビュー, 53, 10, p. 67 (Oct. 1998)
- 5) 末永: "移動体向け統合メディアの実現に向けて", 日経ニューメディア・特別版 98-④, pp. 15-18 (July 1998)
- 6) "松下電器, デジタルCS移動体放送のモバイル放送に資本参加", 日経ニューメディア 1998.10.12版, p. 15 (Oct. 1998)

わたなべ としあき
渡邊 敏明

1983年、北海道大学工学部電子工学科卒業。1985年、同大学大学院修士課程修了。同年、(株)東芝に入社。研究開発センターにて、動画像、静止画像の圧縮符号化技術に関する研究、開発に従事。1991年～1993年、米国スタンフォード大学客員研究員。工学博士。正会員。