

MPEG-4 スタジオプロフィール規格の審議状況

境田慎一 今泉浩幸 鹿喰善明 金次保明

NHK 放送技術研究所

MPEG-4 Version 1(ISO/IEC 14496)は既に国際標準化され、現在は Version 2 以降の拡張規格の検討が行われている。MPEG-4 Version 1 Visual パートの主な特長は、超低ビットレートでの画像通信を可能にするための符号化効率の向上とエラー耐性機能と、映像のオブジェクト単位の符号化を可能にする機能である。このオブジェクト単位の符号化機能は、さまざまなコンテンツを制作する放送局などのスタジオ機器への応用が期待できる。MPEG-4 をスタジオで利用するために、ハイビジョンを含む高画質対応や操作性を考慮した規格に拡張する、スタジオプロフィールの作業が Version 2 以降の項目として進められている。本稿では、規格の審議状況として、スタジオプロフィールの要求条件とその仕様の概要、および規格化の過程で行った実験結果について述べる。

Current Status of MPEG-4 Studio Profile

Shinichi Sakaida, Hiroyuki Imaizumi, Yoshiaki Shishikui, Yasuaki Kanatsugu

NHK Science and Technical Research Laboratories

MPEG-4 version 1 (ISO/IEC 14496) has already been finalized as an international standard and version 2 is now under discussion. The visual part of version 1 features coding efficiency and error resilience functionality for very low bitrate video coding, and object-based video coding for arbitrarily shaped video objects. The object-based coding functionality is useful for contents creation environments such as TV studios. In order to use MPEG-4 in the studio, the standard should be expanded on after version 2 to include high-quality video and effective handling properties. This paper reports requirements and current status of specifications of the MPEG-4 studio profile, and the results of preliminary experiments in the process of standardization.

1. はじめに

次世代のマルチメディア符号化規格である MPEG-4(ISO/IEC 14496)の標準化は、Version 1 と呼ばれる基本規格の国際標準化を既に終了し、現在は Version 1 の拡張規格である Version 2 以降の検討作業を行っている[1]。

MPEG-4 Version 1 の Visual パートにおける自然動画の符号化規格は図 1 に示すような包含関係の 5 つのプロファイルから構成されている [2]。このうち、コア、メイン、N-bit の各プロファイルは任意形状の映像オブジェクトを扱うことができる、オブジェクトベース符号化方式である。

オブジェクト単位での符号化は、これまでのブロックベースの符号化方式に比べ、オブジェクト輪郭に起因する符号化歪みが低減され、圧縮率が向上する特長を持つ。また、オブジェクト単位でデータを扱うため、映像の加工、編集などの自由度が大きくなる。特に後者の特長はさまざまな映像を扱う放送局などのスタジオでのコンテンツ制作環境に適応している。ただし MPEG-4 Version 1 の応用範囲はインターネットなど、中程度の品質の映像であるため、このままでは高品質な映像を扱う放送局での利用に適さない。そこで、MPEG-4 のオブジェクトベース符号化機能を、ハイビジョン画像を含めた高品質なコンテンツを扱う制作仕様に拡張するた

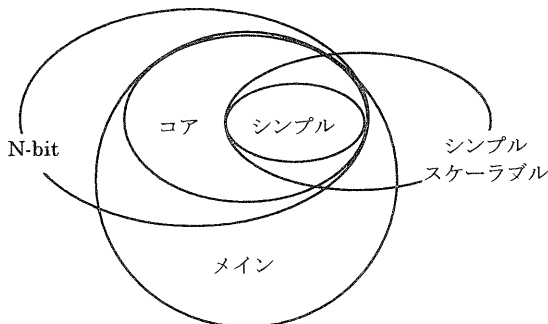


図 1 MPEG-4 Version 1 Visual パートの自然動画画像プロファイル群

め、スタジオプロファイルと呼ばれる規格の検討を開始した。

本稿では、現在規格化作業中である MPEG-4 Visual パートのスタジオプロファイルについて、規格の要求条件、検討段階で行った実験の結果、および現時点での仕様の概略を中心に審議状況を報告する。

2. スタジオプロファイルの応用例

2.1 スタジオ内での利用

放送のデジタル化に伴い、多チャンネル時代が進むと、より多くのコンテンツが必要とされ、効率的な制作が望まれる。また、最近は一チャルスタジオに代表されるような合成映像を多用することが多くなっている。このような状況下では、オブジェクトベース符号化の利用価値がある。映像をオブジェクト単位で扱うことで、合成や編集の効率化が図れるだけでなく、映像オブジェクトの再利用も容易に行える。

2.2 スタジオ間での利用

さまざまな映像を組み合わせるコンテンツ制作をするため、スタジオ間での映像データのやり取りも多くなる。スタジオ間の伝送用に確保されている帯域はかなり広いが、限られているので、帯域を有効に活用しつつ、高品質で大量のデータをスタジオ間で伝送するために効率の良い符号化方式が望まれる。また、映像データをサーバに蓄積するためにもコンパクトに圧縮する方式が必要である。

3. スタジオプロファイルの要求条件

スタジオプロファイルの仕様検討にあたって、下記の項目を満たすことが要求条件として挙げられた[3]。

- ①高ビットレート符号化への対応
- ②高解像度映像フォーマットへの

対応

- ③4:2:2/4:4:4 色信号フォーマットへの対応
- ④画素当たり 10bit 信号への対応
- ⑤合成用アルファチャンネルの付加
- ⑥メタデータの付加
- ⑦既存設備との整合性
- ⑧ハードウェアによる実現の考慮

以下では各項目についての詳細を述べる。

①高ビットレート符号化への対応

放送局などのスタジオでのコンテンツ制作においては、映像は原画像と比べて歪みのほとんどない品質で扱われなければならない。そのため圧縮率は低く、高いビットレートで符号化されなければならない。

②高解像度映像フォーマットへの対応

デジタル放送で取り扱われる映像フォーマットはすべてサポートする必要がある。そのためハイビジョンの映像にも対応していなければならない。

③4:2:2/4:4:4 色信号フォーマットへの対応

高品質の映像合成のため、4:2:2 と 4:4:4 の色信号フォーマットにも対応していなければならない。Version 1 では 4:2:0 色信号フォーマットのみに対応している。

④画素当たり 10bit 信号への対応

映像合成や種々の効果、あるいはフィルムからの変換を考慮して、各画素当たり 10bit の信号も扱わなければならない。Version 1 では N-bit プロファイルとして、最大 12 bit/pel までの信号を扱うことができるがスタジオ内での利用においては 10 bit あれば十分である。

⑤合成用アルファチャンネルの付加

Version 1 のメインプロファイルにおいて既に grayscale shape としてアルファチャンネルを付加することができる。スタジオプロファイルもこの機能を備えなければならない。

⑥メタデータの付加

映像信号に付随する各種のメタデータ、例えば、タイムコードやカメラの位置パラメータなどのデータがビットストリームと共に格納されなければならない。

⑦既存設備との整合性

スタジオ内で既に利用されている設備によって作成されたビットストリームを再利用することを考慮した整合性が必要となる。特に MPEG-2 4:2:2 プロファイル[4]のビットストリームをロスレスでスタジオプロファイルに変換できることを重要視する。

⑧ハードウェアによる実現の考慮

スタジオ内で使われる機器にはリアルタイムの処理が必要であり、実装はハードウェアで実現されると想定する。そのため、ハードウェアでは実現困難な要素技術は排除すべきである。

4. 仕様策定のための予備実験

前節で述べた要求条件を満足する仕様の動作確認をするために、MPEG-4 Version 1 の仕様を拡張し、実験を行った。ここでは、高ビットレート、高解像度、色信号フォーマット、10bit 信号に関してフレームベースでの符号化実験の結果を述べる。

4.1 高ビットレートおよび高解像度[5]

MPEG-4 Version 1 からシンタックスを変更することなく、高レートかつ高解像度映像での実験を行った。比較のため同一条件での MPEG-2 での符号化も行った。主な実験条件を表 1 に、実験結果を表 2、3 に示す。

表 1 実験条件

条件	
画像	広場の少女(ハイビジョン)*
フレーム数	30
量子化	固定
Qp 値	1
探索範囲	±16 画素
量子化マトリックス	フラット:値 16

* ハイビジョン・システム評価用標準動画像 (映像情報メディア学会監修)

表2 実験結果 (I-VOPのみ符号化)

	PSNR[dB] (輝度)	Mbps
MPEG-4	49.18	361.98
MPEG-2	49.20	368.44

表3 実験結果 (IPPP...VOP符号化)

	PSNR[dB] (輝度)	Mbps
MPEG-4	49.18	283.89
MPEG-2	49.19	287.42

実験結果から、高レート・高解像度に関しては MPEG-4 Version 1 の仕様のままで対応できることが確認された。

4.2 4:2:2/4:4:4 色信号フォーマット[6][7]

4:2:2/4:4:4 に関しては Version 1 では未対応のため、シンタックスを若干改修して実験を行った。MPEG-2 には 4:4:4 対応のプロファイルはないが、仕様としては備えているため比較実験を行った。実験条件を表4に、実験結果を表5、6に示す。

表4 実験条件

条件	
画像	タワー(SDTV)
フレーム数	150
量子化	固定
Qp 値	1
探索範囲	±16 画素
量子化マトリックス	フラット:値 16

表5 実験結果 (I-VOPのみ符号化)

	フォーマット	PSNR [dB] 輝度	PSNR [dB] 色差U	PSNR [dB] 色差V	Mbps
MPEG-4	4:4:4	49.10	48.95	48.97	92.65
	4:2:2	49.10	49.02	48.97	63.43
	4:2:0	49.10	49.27	49.20	48.27
MPEG-2	4:4:4	49.11	48.94	48.97	89.18
	4:2:2	49.11	49.02	48.97	61.51
	4:2:0	49.11	49.27	49.20	48.47

表6 実験結果 (IPPP...VOP符号化)

	フォーマット	PSNR [dB] 輝度	PSNR [dB] 色差U	PSNR [dB] 色差V	Mbps
MPEG-4	4:4:4	48.97	49.02	48.95	56.33
	4:2:2	48.97	49.32	49.22	36.52
	4:2:0	48.97	49.66	49.58	29.75
MPEG-2	4:4:4	48.95	48.97	48.92	56.48
	4:2:2	48.95	49.12	49.07	37.19
	4:2:0	48.95	49.16	49.15	30.45

実験結果より、映像によっては MPEG-2 の方が効率で上回るものの、ほぼ同様の結果であることが分かった。

4.3 10bit 信号[8]

10bit 信号対応は Version 1 で既になされているためここでは高レートとの組み合わせによる

確認実験を行った。MPEG-2 には 10bit 対応機能がないため比較実験は行わなかった。実験条件を表7に、実験結果を表8、9に示す。

表7 実験条件

条件	
画像	タワー(SDTV)
フレーム数	150
量子化	固定
Qp 値	1
探索範囲	±16 画素
量子化マトリックス	フラット:値 16

表8 実験結果 (I-VOPのみ符号化)

bits/pel	PSNR[dB] (輝度)	Mbps
10bit	61.32	80.24
8bit	49.10	48.27

表9 実験結果 (IPPP...VOP符号化)

bits/pel	PSNR[dB] (輝度)	Mbps
10bit	61.48	75.55
8bit	48.97	29.75

高いレートの場合にも 10bit 対応機能は問題ないことが確認できた。

5. スタジオプロファイル仕様の概要

実験結果と先に挙げた要求条件を考慮してスタジオプロファイルの暫定仕様が定められた。1999年7月に発行された作業原案(WD: Working Draft)[9]に基づき、その仕様の概要を述べる。

5.1 スタジオプロファイルの構成

スタジオプロファイルは図2に示すように3つのプロファイルから構成される。

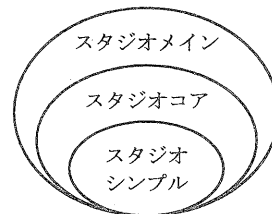


図2 スタジオプロファイルの構成

すなわち、

- スタジオシンプル
 - I-VOPのみ
 - スタジオ内アーカイブ用
- スタジオコア
 - P-VOP 対応
 - スタジオ間伝送用

○スタジオメイン

その他の機能フルサポートからなる。現時点ではスタジオシンプルのみの暫定仕様が決定しており、スタジオコア、スタジオメインについてはその後の作業スケジュールとなっている。

5.2 スタジオプロファイルの概要

スタジオプロファイルの仕様概要を、先に挙げた要求条件に沿って述べる。

①高ビットレート符号化への対応

MPEG-4 は元々超低ビットレート用に開発が開始されたため、高レート符号化には不向きな機能が存在する。特に低レート用の動き補償や誤り耐性関連の多くのツールはあまり効果が期待されないため削除されている。

②高解像度映像フォーマットへの対応

映像フォーマットはレベルで規定されるためシンタックスの仕様上の明記はないが、ハイビジョンあるいはそれ以上の解像度の映像が扱えることが想定されている。

③4:2:2/4:4:4 色信号フォーマットへの対応

4:2:2/4:4:4 の信号も扱え、符号化できる仕様となっている。

④画素当たり 10bit 信号への対応

Version 1 の N-bit プロファイルのツールを 10 bit までの範囲で扱えるようになっている。

⑤合成用アルファチャンネルの付加

grayscale アルファチャンネルの符号化機能を備えている。さらに、Version 1 では未対応であった、10 bit の grayscale の符号化も可能である。また、Version 2 に導入された、合成用の奥行き情報などを付加する複数枚のアルファチャンネルも含めることが検討されている。

⑥メタデータの付加

Version 1 では不十分であったタイムコードを SMPTE で定められたコード[10]に変更し、各 VOP 毎に付加されている。

カメラの位置パラメータについては SMPTE で定められた規格[11]が MPEG-4 のシステムパートの Version 2 の委員会案(PDAM)に盛り込まれている[12][13]。

⑦既存設備との整合性

既存の設備との整合性として、MPEG-2 4:2:2 プロファイルのビットストリームをスタジオプロファイルへロスレス変換できることが記載されている。そのため、スタジオプロファイルのシンタックスや仕様はできるだけ MPEG-2 に近い形に変更されている。いくつかの重要な項目について下記に示す。

・量子化

MPEG-2 に導入されている量子化方法がスタジオプロファイルでも利用される。例えば、Q スケールタイプ、イントラ DC 精度の選択、量子化マトリックスの切り替えなどである。

・インタレース対応

Version 1 でもメインプロファイルではインタレース信号を扱うことができた。しかし、インタレース信号の符号化はフレーム構造のみとなっているため、スタジオプロファイルではフィールド構造も可能であるとともに、MPEG-2 に備わるインタレース対応のツールはすべて導入されることとなっている。

・スライス構造

Version 1 では未対応のスライス構造も MPEG-2 と同様の形式で導入された。

⑧ハードウェアによる実現の考慮

先に述べたように、スタジオプロファイルはリアルタイムの処理を必要とし、ハードウェアでの実現を目指している。そのため、仕様においてもハードウェアでは実現困難なツールは削除された。①に挙げたツールはハードウェアでの実現の難しさも考慮して削除された。

また、2 値形状の符号化ツールである算術符号化はハードウェアでの実現は困難と判断され

たため、導入されないこととなった。現在は暫定的に2値形状の画像を非圧縮でそのまま符号化することとしている。

⑨その他

スタジオプロファイルの応用としてVTRや放送などが考えられる。これらにおいては、映像の任意の位置からの途中再生や視聴開始が可能でなくてはならない。そのため、復号に必要なヘッダ情報を再送できるようシンタックスが変更された。

6. 今後のスケジュール

MPEG-4 スタジオシンプルプロファイルはMPEG 7月会合において作業原案(WD)が発行された。今後、種々の機能の確認のため実験を行い、12月に委員会案(PDAM: Proposed Draft AMendment)を発行し、2000年中に国際標準(AMD: AMendment)となる予定である。

スタジオコアおよびスタジオメインについては実験の進捗によるが、できるだけスタジオシンプルと同調して標準化されることが期待されている。

7. まとめ

現在標準化作業中のMPEG-4 スタジオプロファイルについてこれまでの検討経緯と現在の状況を述べた。スタジオプロファイルは次世代のコンテンツ制作の標準符号化方式およびフォーマットとして利用されることが期待されている。

本稿で述べたスタジオプロファイルはMPEG-4 Visual パートの規格であるが、今後 System パートのBIFSをベースにしたスタジオ仕様のシーン記述についての検討および寄与も予定している。

本稿に記した内容は現時点で最新の情報であるが、今後の標準化の審議によっては規格の内容変更の可能性があることをご了承願いたい。

【参考文献】

- [1] 堅田、矢ヶ崎、渡邊、甲藤：“MPEG-4 規格の新展開 MPEG-4 ビジュアル規格”、映情学誌、Vol. 53, No. 4, pp. 485-491, Apr. 1999
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2502, Text of ISO/IEC FDIS 14496-2, Nov. 1998
- [3] Imaizumi, Sakaida, Shishikui, Kanatsugu, "Requirements regarding syntax modification for MPEG-4 Studio Profile", MPEG99/4498, Mar. 1999
- [4] ISO/IEC 13818-2 Amendment 2, 1997
- [5] Imaizumi, Sakaida, Zheng, Mizuno, Shishikui, "Experimental results for studio profile in MPEG-4 version 2", MPEG98/3697, Jul. 1998
- [6] Imaizumi, Sakaida, Zheng, Mizuno, Shishikui, Kanatsugu, "Experimental results of 4:2:2 chrominance format video encoding for MPEG-4 studio profile", MPEG98/3961, Oct. 1998
- [7] Imaizumi, Sakaida, Zheng, Mizuno, Shishikui, Kanatsugu, "Results of experiment on 4:4:4 chrominance format video encoding for MPEG-4 studio profile", MPEG98/4235, Dec. 1998
- [8] Imaizumi, Sakaida, Zheng, Shishikui, Kanatsugu, "Experimental results of 10-bit video encoding for MPEG-4 studio profile", MPEG98/3962, Oct. 1998
- [9] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2817, Text of ISO/IEC 14496-2 Studio Profile Amendment WD 1.0, Jul. 1999
- [10] ANSI/SMPTE 12M-1995, Television, Audio and Film - Time and Control Code
- [11] ANSI/SMPTE 315M-1999, Television - Camera Positioning Information Conveyed by Ancillary Data Packets
- [12] Imaizumi, Sakaida, Shishikui, Kanatsugu, "An extension of OCI descriptor for SMPTE 315M", MPEG99/4446, Mar. 1999
- [13] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2801, Text of ISO/IEC 14496-1/FPDAM, Jul. 1999