

DVD は高画質、高機能が特長である。当社は高画質を実現するために、DVD では主映像として国際標準のデジタル映像符号化技術である MPEG (Moving Picture Experts Group) 符号化方式を用いた。また高機能を実現するために、複数言語の映画の字幕やインタラクティブ機能をサポートできる副映像 (Sub-Picture) と呼ぶ独自のシステムを開発した。これによって、映画会社をはじめとする映像・音楽系ソフトウェア会社だけでなく、インタラクティブなソフトウェアを開発している会社などから注目され、期待されている。

DVD has high picture quality and flexible functionality. In order to achieve high picture quality, DVD uses Moving Picture Experts Group 2 (MPEG2) coding which has been adopted as an international standard.

To support the subtitling of movies and various interactive functions, we have developed an original sub-picture system. This paper describes the system technologies and their applications.

1 まえがき

DVD は、映像の符号化方式として MPEG 方式を採用している。また、映画や“カラオケ”の字幕のために新たに副映像と呼ぶビットマップ表示方式を開発した。副映像は、字幕のほかにメニュー表示の選択肢の表示にも使われる。

ここでは、MPEG2 の DVD での応用と、副映像方式について説明する。なお、DVD は MPEG1 もサポートしているが、ここでは省略する。

2 MPEG2 の DVD への応用

MPEG2 は非常に広い範囲の画素数とビットレートをサポートできるが、数種の指針をレベルとプロファイルという表現で与えている。DVD では、基本的にはメインプロファイルとメインレベル (Main Profile at Main Level: MP@ML) をサポートするが、さらに表 1 のような制限を加えている。これは、現状のディスクの性能 (容量、読出し速度) とデコ

ーダ LSI の機能から比較的安価に実装可能な範囲にするためである。

DVD のソースとしてもっとも期待されているのは映画である。映画とテレビの差にアスペクト比 (縦横比) とフレームレート (1 秒間のコマ数) がある。DVD では、この差に対して効率よく対応するために、ワイドアスペクト比と、3-2 プルダウンに対応している。

2.1 ワイドアスペクト比のサポート

DVD は、通常のテレビのアスペクト比 (縦横比) である 4:3 のほかに、ハイビジョンやワイドテレビで採用されている 16:9 をサポートする。これは、16:9 の映像を 720×480 画素でサンプリングし MPEG2 エンコーディングしてディスク上に記録するものである。再生時は、ワイドテレビで見るとそのまま表示するが、従来のテレビではそのまま再生すると縦長の画になってしまう。そこで、プレーヤでレターボックスまたはパン/スキャン変換をしてテレビ上で表示する。

図 1 に 525/60 (NTSC) システムでの変換のようすを示す。レターボックス変換は、縦方向に 3/4 に縮めることによって縦横比を維持しながら 4:3 のテレビ画面上にすべての映像が入るようにする。足りない上下各 720×60 画素のエリアは黒く表示する。パン/スキャン変換は横 720 画素から 540 画素の範囲を切り出し、テレビの全画面に横に拡大して表示する。切り出す位置はエンコーディング時にソフトウェア制作者が指定し、パラメータは MPEG2 のストリーム内に記述される。

パン/スキャン変換は MPEG2 で規格化されているが、レターボックスされていないため、汎 (はん) 用の MPEG2 デ

表 1. DVD でサポートする映像の画素数、レートなど
Parameters supported on DVD

	525/60 システム	625/50 システム
ソース画像の 画素数	720×480	720×576
	704×480	704×576
	352×480	352×576
	352×240	352×288
	のいずれか	のいずれか
アスペクト比	4:3 または 16:9	
ビットレート	9.80 Mbps 以下	

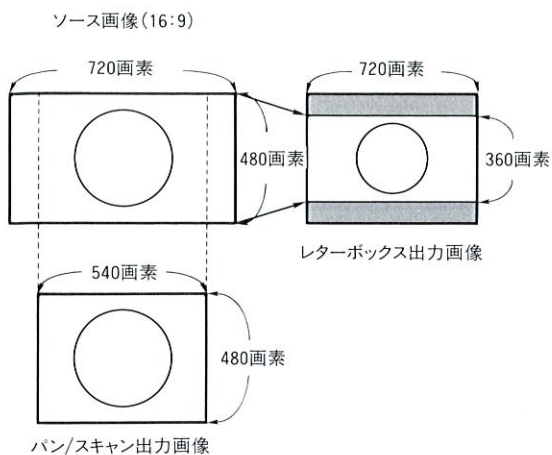


図1. レターボックスとパン/スキャン変換 16:9の映像を4:3のテレビで見る場合には、プレーヤでレターボックスかパン/スキャン変換を行う。

Letterbox and pan/scan conversion

コードにはレターボックス変換機能はない。レターボックス変換を高画質で行うためには適当な垂直フィルタが必要である。このため、DVD用としてデジタルフィルタ内蔵のMPEG2デコーダを開発した。

DVD規格では、すべてのプレーヤが上述の変換機能をもたなければならないことを規定している。

現在の既存のソフトウェア(VHSやレーザーディスク)では、スタジオであらかじめレターボックスまたはパン/スキャン変換された映像が記録されているが、ユーザはどちらかを選択して購入する必要があった。また、レターボックスでは有効な走査線のうち約3/4しか利用しないため画質的に問題があった。これに対して、DVDでは1種類のディスクでユーザが再生時に選択でき、画質的にも(特にワイドテレビに表示したときに)良いものが供給できるという利点がある。

ある。

2.2 3-2プルダウンのサポート

映画のコマ数は1秒間に24コマである。一方、NTSC方式のテレビは1秒間に30枚の画像(フレーム)であるが、実際には飛越し走査をするため、実質的には1秒間に60枚の画像(フィールド)からなる。映画をNTSC方式のテレビで再生する場合には3-2プルダウンという方法でフレームレートの変換を行う。

図2に3-2プルダウンのようすを示す。ディスクに記録されている映像はフレーム構造をしているが、MPEGデコード後、トップフィールドとボトムフィールドに分解される(MPEGでは表示画面上、上になるフィールドをトップフィールド、下になるフィールドをボトムフィールドと呼ぶ)。そして1フレームごとに図に示すように同じフィールドが2回ずつ表示される。フレームごとに、そのフレームがトップフィールドとボトムフィールドのどちらが時間的に先に表示されるかと、最初のフィールドが繰り返し表示されるか否かがストリーム上に記述される。図では1フレームが3フィールド表示されるのと2フィールド表示されるのを交互に書いているが、必ずしも交互である必要はない。

3-2プルダウンによって毎秒24フレームから毎秒60フィールドへの変換が行われる。これも従来のソフトウェアではスタジオで変換されたものがVHSテープやレーザーディスク(LD)に記録されるが、DVDでは再生時にプレーヤ内で変換される。時間当たりの枚数が少ないため、同じビットレートでは高画質が得られる。

2.3 可変ビットレート

DVDでは限られた容量とデータレートの範囲で高画質を得るために、映像の内容によってビットレートを変える“可変ビットレート”技術を用いている。

MEPGでは主にDCT(Discrete Cosine Transform)を用い

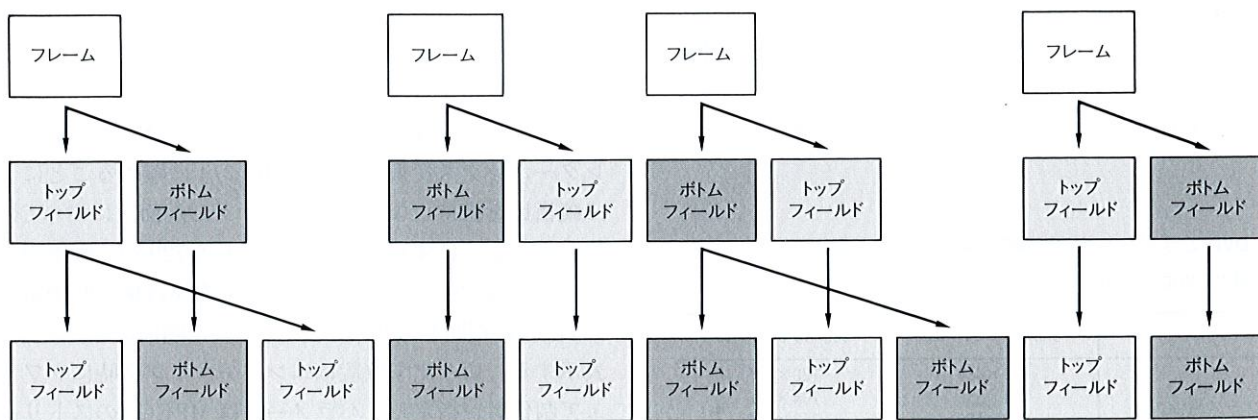


図2. 3-2プルダウン DVDでは映画がソースの場合には、毎秒24フレームの映像がディスクに記録され、再生時に毎秒60フィールドにするために3-2プルダウン変換が行われる。

3-2 pull down

た画像情報の高域成分の圧縮と、フレーム間の相関(差分)を用いた圧縮という二つの技術を用いている。これは、一般的に映像情報には高域成分が少ないことと、連続するフレーム間では相関性が高いという性質を利用して圧縮効率を上げるためである。そのため、前者にとっては高域成分の多い画像、すなわち細かい絵柄の画像が圧縮しにくく、後者にとってはフレーム間相関の少ない映像、すなわち動きの速い映像やシーンが変わった部分では圧縮しにくいことを意味する。そこでこのような映像の部分ではビットレートを上げる(圧縮率を下げる)ことによって全体のビットレートを上げずに高画質を得ている。

可変ビットレートで記録された情報を読み出すには、これに追従できる媒体が必要であるが、ディスクでは高速ランダムアクセスが可能であるという特長があるために実現できる。

DVD規格における映像ビットレートは、最大9Mbpsであり最小はほとんど0bps近くになることもある。また、実際には映像のほかに音声、副映像などのデータをマルチプレクスしているが、それらのビットレートの和は最大10.08Mbpsと規定されている。

このように10倍以上ものビットレートの開きのあるデータの再生は、バッファリングと再生ピックアップのキック

バック処理によって行う。図3を用いて可変ビットレートの再生方法を説明する。DVD規格ではディスクからの読み出しレートは11Mbpsであるためバッファには11Mbpsでデータが入力され、出力は10.08Mbps以下の可変ビットレートとなる。このため、バッファには“11Mbps再生ビットレート”でデータがたまっていき、ある程度の時間が経つと満杯になる。ここで、メカニズム側ではピックアップサーボのコントロールによりピックアップを1トラック手前にキックバックさせる。バッファが満杯になった次のデータの位置にピックアップが到達するのは約1回転後だが、この間は“再生ビットレート”で減っていく。この時点でバッファ内のデータがある程度以上減っていれば再びディスクからデータを読み込んでバッファに入力し、満杯になったらキックバックをするという動作を繰り返す。

以上により再生に必要なレートでバッファからデータを取り出すことができ、可変ビットレートのデータの再生が可能になる。

3 副映像

副映像は、映画やカラオケの字幕のほか、メニュー表示の選択肢の表示にも使われる。

副映像を用いる利点は次のようなことである。

- (1) 一つのMPEG映像に対して複数の副映像に対応させることができる。例えば複数の言語に対応できる。
- (2) ON/OFFが可能である。
- (3) MPEGは字幕のような画像は比較的不得意なので、これを別にする事で高画質が得られる。
- (4) ビットマップと色情報を独立にしているため、再生時に色を変えることができる。

3.1 副映像のデータ構造

副映像のデータ構造は、ビットマップ、制御データ、パレットデータからなる。

ビットマップは2ビット/pixelで4色を表現できる(通常は1色を“透明”に使うため、実質的には3色)が、さらにパレットで拡張されるため、約1,600万色中の16色を表示できる。最大画素数は、MPEG映像と同じで、525/60システムでは720×480、625/50システムでは720×576である。

制御データでは、次のようなものが制御できる。

- (1) 副映像のON/OFF
- (2) 表示位置
- (3) パレットからの色選択
- (4) コントラスト(MPEGと副映像の混合比)
- (5) 色替え位置

これらとタイミング情報が制御情報の中に記述される。

3.2 副映像で実現される字幕機能

副映像では次のような機能が実現できる。

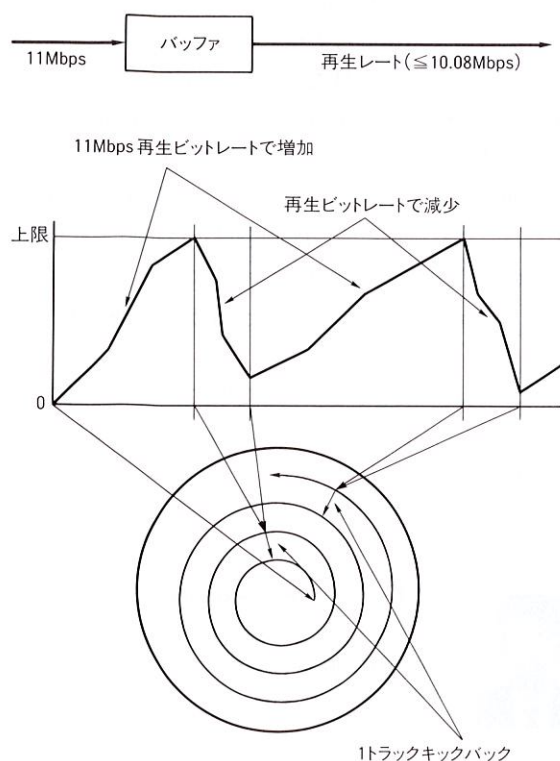


図3. 可変ビットレートの再生 1トラックのキックバックとバッファを用いた可変ビットレートの再生方法を示す。

Regeneration of variable-bit-rate data

- (1) ワイプ、スクロール
- (2) カラオケの歌詞の色替え
- (3) フェードイン/フェードアウト

図4に副映像再生でのデータの流れと、途中まで色が変わったようすを示す。

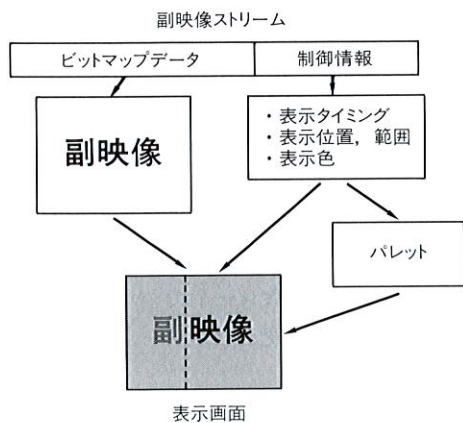


図4. 再生時の副映像データの流れ 副映像を字幕の色変わりに応じた例を示す。

Data flow in regeneration of sub-picture data

3.3 副映像で実現されるインタラクティブ機能

パレット機能を使うと、メニュー表示された選択肢のうち、選ばれているものの色を瞬時に変えることもできる。

図5にパレット選択による表示例を示す。パレットに“通常時表示色”と“選択時表示色”を用意しておき、ユーザによって選ばれた選択肢の部分はパレットの“選択時表示色”を指定し、そのほかの選択肢の部分は“通常時表示色”を指定するようにする。そして、ユーザが選択肢を変えた場合には、パレットの指定を変えることで瞬時に表示色を変えることができる。

このように副映像は字幕だけでなく、インタラクティブなソフトウェアにとって重要な機能を提供する。

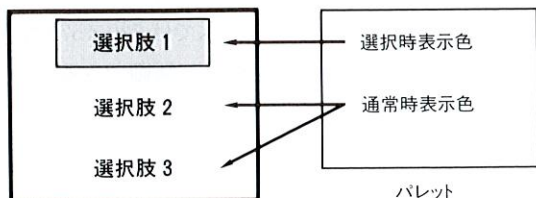


図5. パレット選択による選択肢の表示 パレットを利用することによって、インタラクティブなソフトウェアに必要な機能を実現できる。

Specification of color for selected item using palette

3.4 副映像処理回路

副映像の再生回路の流れを図6に示す。バッファに入力された副映像データは、ビットマップデータと制御情報に分けられる。ビットマップデータはデコーディングされ、制御情報デコード回路で得られた制御情報とパレットデータを基に、位置や色が決定され出力される。

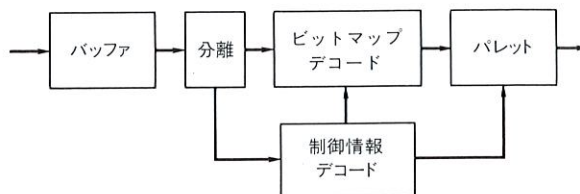


図6. 副映像処理回路の流れ バッファに入力された副映像データは、制御情報とパレットデータを基に、位置や色が決定され出力される。

Flow of sub-picture process

4 あとがき

MPEG2 技術がオープンな市場で用いられるのはDVDが最初である。MPEG2 規格は、非常に幅が広く適当な機能の選択を行わなければ民生機への適用は現実的ではなくなる。われわれは、この標準規格を用いながら特にソフトウェアサイドからの要求にこたえるため、DVDへの適用のための選択とレターボックス機能の追加を行った。

DVDのフォーマット開発においては、高画質のほか、映画会社の要求機能やマルチメディアのプラットフォームとしても使えるように、インタラクティブな機能の実現にも考慮した。これによって、映画会社をはじめとする映像系、音楽系のソフトウェア会社だけでなく、インタラクティブなソフトウェアを開発している会社からも期待と注目を浴びている。

われわれは、DVDがマルチメディアのプラットフォームとして発展し、さまざまなソフトウェアが続々と登場することを期待している。



海野 裕明 Hiroaki Unno

マルチメディア技術研究所開発第七部主査。
DVDの研究開発に従事。
Multimedia Engineering Lab.