3. 小形大容量ディスクの動向

3-1 光ディスクの標準化動向

村瀬 薫[†], 正会員 中村和彦[†], 津賀一宏[†]

キーワード: 光ディスク, DVD, デジタル, 映像, 音声, 記録

1. ま え が き

近年, デジタル映像音声データを記録するための小形大容量メディアとして, 光ディスクが注目を集めている。なかでも DVD は, 今後の主力 AV 記録メディアとしての普及が期待されている。本稿では, この DVD の標準化動向について解説する。

DVD の規格は, 1996 年に読み専用メディア (DVD-ROM) の物理規格と論理規格が制定され⁴⁾, タイトルディスクと再生装置が商品化されている。また, 書き換え形メディアとしては, 片面容量 2.6 GB の DVD-RAM メディアの規格が制定され⁵⁾, 1998 年に PC 用の外部記憶装置として商品化されている。現在は, 更に大容量 4.7 GB の容量を持つ書き換え形メディア (DVD-RAM や DVD-RW) に対する規格化が進められている。さらに, 直径 12 cm のメディアに加え, 直径 8 cm の小径メディアの規格も検討が進められている。

図 1 に示されるように, DVD の規格は, 物理層, ファイルシステム層, アプリケーション層の 3 層から構成される。物理層は, ディスクの形状, 半径, 使用するレーザの波長など, ディスクの物理的な特性を規定する。ファイルシステム層は, DVD の特徴のひとつである AV と PC のブリッジを実

図 1 DVD ビデオレコーディング規格の位置づけ

現するためのファイルシステムを規定する。アプリケーション層は, AV ストリームデータのフォーマットと, 属性情報や再生経路情報等の管理情報のフォーマットを規定する。

以降, 本稿では現在 DVD フォーラムで規格化が進められている書き換えメディア用のアプリケーション層規格「ビデオレコーディング規格」⁶⁾の概要とその適用システムの構成例について解説する。なお, DVD の規格書は DVD フォーラム (<http://www.dvdforum.org>) が発行しており, ビデオレコーディング規格(正式名称「DVD Specifications for Video Recording」)は本稿執筆時点(1999年6月末)で Version 0.9 が入手可能である。

2. ビデオレコーディング規格のコンセプト

ビデオレコーディング規格は, DVD カメラや DVD レコーダなど様々な応用機器での活用を考慮して規

格化が進められている。以下に, 規格策定の過程で設定された主要な実現目標を示す。

(1) リアルタイム記録

ある有限サイズのトラックバッファを介して入力された AV ストリームデータは, ストリームのビットレートがある制限値を超えない限り, 途中で失われることなくディスクに記録されることを実現する。

(2) 空き領域の有効活用

例えば, いったん記録された AV データを部分的に消去し, 更に新規の AV データを記録するというプロセスを繰り返すと, 細かな空き領域がディスク上に分散してしまうことになるが, これらの空き領域を有効に活用して AV データを記録することを実現する。

(3) プレイリスト再生

記録済みの AV ストリームを記録順に再生するシーケンシャル再生に加えて, ディスクメディアのランダムアクセス性能を活かした再生方法を実現

[†] 松下電器産業株式会社 マルチメディア開発センター

“Recent Trends of Down Sized Large Capacity Disk ; Recent Trends of Specifications for Optical Disc” by Kaoru Murase, Kazuhiko Nakamura and Kazuhiro Tsuga (Multimedia Development Center, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Osaka)

図 2 DVD 動画カメラの構成

する。具体的には、ユーザが任意の AV ストリームにおける任意の部分区間を任意の順序に定義した再生経路、すなわちプレイリストを定義し再生することを実現する。

(4) 静止画データの記録・再生

動画に加えて、静止画の記録再生を実現する。DVD は大容量のため 1 枚のディスクに大量の静止画を記録することができるが、数万枚の静止画が記録されたとしても適切に管理できるデータ構造を実現する。

これらの中で、特に(3)と(4)は、DVD カメラを強く意識した目標である。カメラ録画においては、不要部分を削除し、所望のシーンだけを所望の順序に並べる機能に対して強い要求がある。テープメディアではダビングする以外に実現できなかった本機能を、ディスクメディアでは簡単なポインタ情報の付け替え操作だけで実現することが可能になる。同様に静止画で作成したタイトル画像を動画シーケンスの先頭に挿入することも可能になり、これらの機能は DVD カメラの魅力を大きく拡大するものと考えられる。

3. DVD 動画カメラのシステム構成

DVD 動画カメラのシステム構成例を図 2 に示す。

(1) AV 入力部

CCD からの映像信号および、マイクからの音声信号をデジタルに変換してコーデック部に出力する。映像信号に関しては、アナログ処理回路にてゲイン制御、プリニー制御等が行われた後、A/D 変換を行い、さらに、デジタル処理回路にてガンマ補正、ノイズ除去、スキンドイテール処理、マトリックス制御等が行われる。

(2) コーデック部

AV 入力部からのベースバンドデジタル映像・音声信号を、ビデオレコーディング規格準拠の多重化圧縮ストリームに圧縮符号化変換する。生成された圧縮ストリームは、ディスクへの間欠記録再生によるレート変動を吸収するためのトラックバッファと呼ばれるバッファを経て、ドライブに供給される。また、ドライブから読出された圧縮ストリームを伸長し、ベースバンドのデジタル映像・音声信号に変換して AV 出力部に出力する。

(3) DVD ドライブ部

コーデック部にて生成された圧縮ストリームに誤り訂正符号を付加し、8/16 変調を行った後 DVD ディスクに記録する。再生時は、光ヘッドからの出力信号を波形等化した後 2 値化し、復調、誤り検出/訂正後にトラックバッファを経由してコーデック部に圧縮ストリームが出力される。

(4) AV 出力部

記録時には AV 入力部からの入力映像・音声信号が、また、再生時にはコーデック部にて伸長された再生映像・音声信号が OSD 多重化、フォーマット変換、および、D/A 変換後に LCD、内蔵スピーカ、外部出力端子等へ出力される。

(5) システム制御部

システム制御部においては、各ブロックのハードウェア資源の制御と、ファイル管理、制御情報管理、トラックバッファ管理、および、ユーザインタフェースの提供を行う。

4. 映像・音声データの形式

表 1 に、ビデオレコーディング規格にて使用されるプレゼンテーションデータの形式を示す。プレゼンテーションデータは、静止画を含むビデオデータ、音声データ、主として字幕情報用の副映像データの 3 種が定義されている。ビデオデータは MPEG-1 もしくは MPEG-2 の符号化方式を使用し、可変レートを許している。静止画データも MPEG I-Frame の形式で記録される。音声データは、非圧縮のリニア PCM、ドルビー AC3、MPEG オーディオの 3 種の符号化方式が使用可能である。副映像データはランレングス符号化された 1 画素あたり 2 ビットのビットマップであり、16 色のカラ

5. ナビゲーションデータ

図4にナビゲーションモデルの説明図を示す。ビデオレコーディング規格では、論理的な1録画単位を「プログラム」と定義する。これは、1つのテレビ番組やカメラでの1シーンなどに対応する。ディスク中のすべてのプログラムを集めたものを「プログラムセット」といい、各ディスクに1つだけ存在する。プログラムセット中のプログラムにはその順序が定義され、新規に映像を録画するたびに最後部に新たなプログラムが追加される。このようにして、プログラムセットは、従来のVTRと同様な1次元のビューをユーザに提供することができる。

プログラムに加えて導入された「プレイリスト」は、ディスクメディアのランダムアクセス性能を活かした主要

機能のひとつである。ユーザは記録ずみの全プログラム中から、所望の部分を抜き出して所望の順序に並べることができる。この図の例では、ユーザは、プログラム#1の先頭部分、プログラム#1の後半部分、プログラム#2の後半部分を順に並べて、プレイリスト#1を定義している。このようにして、プレイリストは最大99個定義することができ、記録ずみのコンテンツを多彩に楽しむことができる。また、プレイリストは、プログラムセットとは全く別のデータ構造で管理されているので、どのように編集してもプログラムセットには影響を与えることがない。したがって、ストリーム実体の削除などプログラムセット自体に対する操作を行わない限り、いつでも何回でもプレイリスト編集を繰り返すことができる。

エン트리ポイントは、ユーザが任意に設定できるプログラムおよびプレイリスト中への飛び込み点である。ユーザは気に入ったシーンやもう一度見たいシーンなどに、しおりとしてエン트리ポイントを設定することができる。テープメディアと違って早送り、巻き戻しの必要もなく、いつでも即座に所望のシーンを呼び出すことができる。また、エン트리ポイントにはテキスト情報を付与することもでき、多数のエン트리ポイントを名前で管理することもできる。

6. リアルタイム性の保証

ビデオレコーディング規格では、リファレンスプレーヤモデルを定めてリアルタイム再生を保証している。図5の上部にリファレンスプレーヤの構成を示す。ディスクドライブから読出されたデータは、いったんトラックバッファに貯わえられた後に、MPEGパックに記述されたSCR(System Clock Reference)のタイミングでデコードに渡される。このデコードに渡されるデータレートの最大値 V_0 をドライブからの読出しレート V_r より小さく制限することにより、ディスク上の連続領域を読出して再生している間は、トラックバッファ内の滞留データは増大する。ドライブが1つの連続領域から別の連続領域へシークしている間は、ドライブからのデータ供給が途切れるが、トラックバッファに蓄積されたデータを用いて再生を続けることができる。

以下、図5の例を用いて具体的な動作を解説する。図のA点からB点、C点からF点の領域がこの順にAVストリームデータが記録されている領域である。C点からF点への領域中で、D点からE点までは欠陥領域であり、記録時にストリームデータの書き込みをスキップした領域である。この例で、A点からB点までの読出し中は、 $V_r - V_0$ のレートでバッファ滞留量が増大する。次にドライブは、B点からC点へジャンプを行う。このジャンプ処理中はドライブからのデータ供給はストップし、デコードはそれま

- ◇ プログラム : 論理的な1録画単位(例:1テレビ番組, カメラでの1シーン)
- ◇ プログラムセット : ディスク上の全コンテンツ(ディスク全体再生に利用)
- ◇ プレイリスト : 部分プログラムの再生シーケンス(例:編集ずみシーケンス)
- ◇ エントリーポイント: プログラム・プレイリスト中への飛び込み点(例:しおり)

図4 ナビゲーションモデル

図5 リアルタイム録画・連続再生の仕組み

でバッファに貯えられたデータを消費しながら再生を続ける。そして図中右側のグラフのように、バッファ滞留量が0となる前にジャンプ動作を完了し、データ読出しを再開することができる。連続再生を保証することができる。

1連続領域の最低記録長を L とすれば、この長さ L の領域を読出すのに要する時間は、 L/V_r となり、この時間でバッファに蓄積されるデータ量は、 $L/V_r \times (V_r - V_o)$ で与えられる。また、1連続領域から別の連続領域までの最長ジャンプ時間を T_j とすれば、この時間にデコードで消費されるデータ量は、 $V_o \times T_j$ となる。前者が後者より大きければ連続再生を保証できることになる。

7. むすび

以上、DVDの書換え形メディア用

アプリケーション層規格であるビデオレコーディング規格について述べた。本ビデオレコーディング規格を使用した録画可能なDVDが、次世代のデジタルAV記録メディアとして本格的に普及することを期待する。

(1999年7月1日受付)

〔文 献〕

- 1) ECMA: Standard ECMA 272, "120 mm DVD Rewritable Disk (DVD-RAM) 2nd edition" (1999)
- 2) ECMA: Standard ECMA 167, "Volume and File Structure for Write-Once and Rewritable Media using Non-Sequential Recording for Information Interchange, 3rd edition" (1997)
- 3) ISO/IEC: ISO/IEC 13346, "Information technology—Volume and File Structure of Write-once and Rewritable Media Using Non-sequential Recording Information Interchange" (1995)
- 4) DVD Forum: "DVD Specifications for Read Only Disc" (1996)
- 5) DVD Forum: "DVD Specifications for Rewritable Disc" (1998)
- 6) DVD Forum: "DVD Specifications for Video Recording" (1999)

むら せ かおる
村瀬 薫

1985年、京都大学大学院数理工学専攻修了。同年、松下電器産業(株)入社。現在、マルチメディア開発センターにてDVD応用システムの研究開発に従事。

なかむら かずひこ
中村 和彦

1984年、京都大学工学部電子工学科卒業。1991年、松下電器産業(株)入社。現在、マルチメディア開発センターにて、画像圧縮符号化アルゴリズム、DVD応用システムの研究開発に従事。正会員。

つが かずひろ
津賀 一宏

1979年、大阪大学基礎工学部生物工学科卒業。同年、松下電器産業(株)入社。1986年、カリフォルニア大学サンタバーバラ校コンピュータサイエンス学科修士課程修了。現在、マルチメディア開発センターにて、DVD応用システムの研究開発に従事。

会員倍増運動にご協力を

映像情報メディア学会は、映像情報メディアの学理、ならびに技術の進歩、向上、普及をはかることを目的に活動を行っております。近年、マルチメディア時代を迎えて、本学会の活動分野は急速に拡充し、放送、通信、コンピュータ等と統合した多種多様な新しいメディアの映像情報を扱う学問、技術領域に発展しています。

この学会活動を一層強化発展させるために、この度「会員倍増運動」を展開することにいたしました。つきましては、各会員の皆様方が関連分野で活躍中の未加入技術者あるいは研究者1名以上の方に、是非入会をおすすめいただきたくお願いいたします。

ご入会によって、本学会の機関誌の購読、各種研究会、年次大会、冬季大会および講習会への参加の便宜が得られるため、有益な情報の収集や成果の発表・討論などにより自己研鑽に資するところが多く、関連分野の進歩発展に、より大きな寄与をしていただけるものと確信いたします。

また、本会の詳しい情報は、ホームページ <http://www.ite.or.jp> でも入手可能です。

ホームページは最近リニューアルされましたので、会員の方々も是非覗いてみて下さい。

【申込方法】 お申し出により、所定の入会申込書・振込用紙等をお送りいたしますので、その用紙に必要事項をご記入のうえ、下記事務局までお申し込み下さい。入会金と会費1ヶ年分は、入会申込書に添付された振込用紙にて、お申し込みと同時に振込下さい。

社団法人映像情報メディア学会 事務局 会員担当

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館209

TEL. 03-3432-4677 FAX. 03-3432-4675 e-mail: kaiin@ite.or.jp

【入会金】 正会員 500円、学生会員不要

【会費】 1ヶ年 正会員 12,000円、学生会員 3,600円