浅村 吉 範[†], 倉橋 聡 司[†], 正会員 清瀬 康 広[†]
 正会員 加瀬沢 正[†], 正会員 長 沢 雅 人[†], 正会員 中 井 隆 洋[†]

A Study on Fast Trick Play for Digital Video Disk

— Fast Trick Play Giving Priority to Central Part of Picture Frame —

Yoshinori Asamura[†], Satoshi Kurahashi, Yasuhiro Kiyose[†],
 Tadashi Kasezawa[†], Masato Nagasawa[†] and Takahiro Nakai[†]

あらまし MPEG 2 をベースにしたデジタルビデオディスクの特殊再生方法の検討を行った。本稿では、ディスクのアクセス待ち時間を考慮し、MPEG 2 のビットストリームを変更して、一定の倍速スピードで高速再生を行う方法について検討した。

1. ま え が き

デジタルビデオディスク (DVD) は、面記録密度が高く¹⁾、VTR を大きく上まわる高速アクセス性と互換性という特徴を持ち、次世代のストレージメディアとして期待されている。ここで、CD サイズで高画質の映像データを長時間²⁾記録再生するためには、MPEG 2 などの高能率符号化技術を用いて可変レート³⁾のデータ圧縮を行う必要がある。

また、DVD には特殊再生機能が要求されるが、ディスクの回転待ちが存在するために、高速再生時にディスクから読出せる情報量が不足する。

そこで本報では、ディスク上に記録する MPEG 2 のビットストリームを変更して、高速再生時に画面中央部を優先して出力する方法について検討した。シミュレーションの結果、従来よりも少ないブロック数で高速再生時の内容をわかりやすくすることができた。

表 1 ビデオディスクの仕様
Specification of video disk.

仕 様	DVD	Video CD
ディスク直径(mm)	120	120
ディスク厚(mm)	1.2	1.2
記憶容量	CD の 4~6 倍の容量	0.79 GB
半導体レーザ波長(nm)	630~680	780
圧縮方式	MPEG 2	MPEG 1
データレート(Mb/s)	平均 3~4	固定 1.4
収録時間(分)	120~135	74

2. DVD の基本仕様

表 1 に、従来のビデオ CD と DVD のディスクの比較表を示す。DVD には、MPEG 2 を用いて可変レ-

キーワード：光ディスク、映像信号処理

1994 年 11 月 21 日受付, 1994 年 12 月 26 日再受付

[†] 三菱電機株式会社 映像システム開発研究所(〒617 長岡京市馬場園所 1, TEL 075-956-9322)

[†] Imaging Systems Laboratory, Mitsubishi Electric Corporation (1, Zusho, Baba, Nagaokakyo-shi, Kyoto 617, Japan)

となる。CD の回転速度 ω_{CD} は 300~600 rpm であるため、DVD の最大データレートでディスクからデータをアクセスするためには、(1)式より ω_{DVD} は 1071~2142 rpm の回転速度となる。ここでは、DVD の回転速度 ω_{DVD} は 1100~2200 rpm として検討を行った。また、MPEG 2 のストリーム構造については、図 1 に示すように 1 GOP が 15 フレームの IBP 構造として検討を進めた。

テレビジョン学会誌 Vol. 49, No. 2 (1995)

表 2 各再生速度におけるディスクから読出せる情報量
Reconstructable bits at each fast trick speed.

ディスクの 回転速度 (rpm)	各再生速度 F_p において読出せる情報量 T_A (kbit)			アクセス 待ち時間 (ms)
	$F_p=7.5$	$F_p=5$	$F_p=3.5$	
1100	101.2~646.7	434.5~980.0	767.9~1313.3	2~56.5
1650	283.0~646.7	616.4~980.0	949.7~1313.3	2~38.4
2200	373.9~646.7	707.3~980.0	1040.6~1313.3	2~29.3

図 3 各ビットレートにおける I ピクチャの情報量
Bits of I-picture at each bit rate.

4. DVD の高速再生

ここでは、高速再生時に一定時間単位ですべての I ピクチャを読出せない場合でも、次の GOP の先頭にジャンプを行う記録再生方式の検討を行う。すなわち、高速再生時には GOP の先頭から一定時間データを読み出し、次の GOP の先頭にジャンプする。この場合、一定時間内にディスクから読み出し、復号できた部分のみを出力して再生画像を合成する。

高速再生方式としては、以下の 2 種類の方式について検討を行う。

4.1 方式 1

ディスクには、MPEG 2 のビットストリームで記録する。この場合、I ピクチャは画面の上方から順に GOP の先頭に記録される。この場合、高速再生時には、GOP の先頭に記録してある画面の上部のデータから順に読み出し、一定時間内に復号できたデータのみを出力する。このため、高速再生時には画面の上部が優先して再生される。

4.2 方式 2

MPEG 2 のビットストリームを変更し、I ピクチャ

図 4 I ピクチャのエリア分割
Area division of I-picture.

の中央部が GOP の先頭に記録されるように並べ換えを行って記録する。すなわち図 4 に示すように、I ピクチャを 3 つのエリアに分割し、画面の中央にあるエリアから順にディスク上に記録する。このため、I ピクチャはディスク上に図 4 のエリア 2,3,1 の順で記録される。したがって、再生時には I ピクチャの順番を並べ換えて出力する必要がある。しかし、図 1 に示すように GOP 内でピクチャの順序を並べ換えるフレームメモリが存在するため、ハードウェアの規模が大きくなることはない。この場合、高速再生時には GOP の先頭に記録してある画面の中央部のデータから順に読み出し、一定時間内に復号できたデータのみを出力する。すなわち、高速再生時には、画面の中央部が優先して再生される。

5. シミュレーション結果と評価

シミュレーションは、7.5 倍速の高速再生で、ディスクの回転速度をアクセス待ち時間 τ が最も大きい 1100 rpm の場合について行った。

図 5 と図 6 に 3.5 および 6 Mb/s に符号化したサンプル画像(沖縄の踊り)を方式 1 によって再生した場合に、再生できるマクロブロックの割合を示す。ただし、1 フレームは、1350 個のマクロブロックによって構成される。図 5 より 3.5 Mb/s の場合、アクセス

写真 1 方式 1 によるシミュレーション画像
Simulation result of method 1.

写真 2 方式 2 によるシミュレーション画像
Simulation result of method 2.

図 5 方式1: 3.5 Mb/s時に読出せるマクロブロックの割合 (7.5 倍速)

Method 1: Percentage of reconstructable macro block at 3.5 Mb/s. (7.5 times Fast trick play)

図 7 方式2: 3.5 Mb/s時に読出せるマクロブロックの割合 (7.5 倍速)

Method 2: percentage of reconstructable macro block at 3.5 Mb/s. (7.5 times Fast trick play)

図 6 方式1: 6 Mb/s時に読出せるマクロブロックの割合 (7.5 倍速)

Method 1: Percentage of reconstructable macro block at 6 Mb/s. (7.5 times Fast trick play)

図 8 方式2: 6 Mb/s時に読出せるマクロブロック割合 (7.5 倍速)

Method 2: percentage of reconstructable macro block at 6 Mb/s. (7.5 times Fast trick play)

待ち時間が平均の場合ではほぼ 100%, 最大の場合では 25~45%程度のマクロブロックを再生することができる。これに対して, 6 Mb/s の場合は, アクセス待ち時間が平均の場合で 65~75%, 最大の場合には 20~35%程度再生できる。

一方, 図 7 と図 8 には, 3.5 および 6 Mb/s のレートで方式 2 によって再生した場合に再生できるマクロブロック数の割合を示す。図 7 より 3.5 Mb/s の場合, アクセス待ち時間が平均の場合ではほぼ 100%, 最大の場合では 25~40%程度のマクロブロックを再生

することができる。これに対して, 6 Mb/s の場合は, アクセス待ち時間が平均の場合で 60~80%, 最大の場合では 15~25%程度再生できる。

写真 1 と写真 2 に, 6 Mb/s で 400 kb の情報量を再生した場合の方式 1, 2 におけるシミュレーション画像を示す。この場合, 方式 1 では 55%, 方式 2 では 50%のマクロブロックを再生している。写真 1 と 2 を比較すると, 再生できるマクロブロックが 50%程度であれば, 画面の中心を優先して再生する方式 2 が有効である。主観評価の結果, 方式 1 では画面の上から

順にブロックを再生するため、1画面の70%以上を再生しないと画像内容がわかりにくい。これに対し、方式2では、50%程度で充分である。

しかし、ディスクの回転待ち時間が一定ではないため、画面毎に再生されるブロック数が変化する。ここで、再生できるブロック数が大きく変化した場合、再生画像が不連続となり見苦しくなる。このため、今後はディスクの回転待ち時間を小さくすることが必要となる。

6. む す び

DVDの高速再生を一定の倍速スピードで行う方法についての検討を行った。この場合、高速再生時に再生できるマクロブロック数はディスクの回転待ち時間によって決まる。このため、画面の中央部分が優先し

てディスク上に記録されるように、MPEG2のビットストリームを変更することにより、従来よりも少ないブロック数で高速再生画像の内容をわかりやすくすることができた。

最後に、本研究の機会を与えて頂いた大西技師長、中野所長、高田副所長、ならびにご指導を頂いた石田部長、関係者各位に深謝いたします。

【参 考 文 献】

- 1) 高木ほか：“高密度CD-ROMの超解像再生方式の検討”，平6信学秋期全大，C-386，p.64(Sep.1993)
- 2) 長沢ほか：“多層膜光磁気ディスクを用いた光変調3値記録方式”，1994テレビ年次大，p.289-290(July 1994)
- 3) 杉山ほか：“可変転送レートディスクシステムとその符号量制御手法”，1994テレビ年次大，p.285-286(July 1994)

あさむら よしのり
浅村 吉範 平成元年，名古屋工業大学大学院修士課程修了。同年，三菱電機(株)に入社。映像システム開発研究所に勤務し，現在に至る。音声のデジタル信号処理，画像の高効率符号化に関する研究に従事。

くらはし さとし
倉橋 聡司 平成4年，京都工芸繊維大学大学院修士課程修了。同年，三菱電機(株)に入社。映像システム開発研究所に勤務し，現在に至る。画像信号の符号化および処理に関する研究に従事。

きよせ やすひろ
清瀬 康広 昭和59年，大阪大学工学部通信工学科卒業。昭和61年，同大学大学院博士前期課程修了。同年，三菱電機(株)に入社。光ディスク装置およびその応用システムの開発に従事。現在，映像システム開発研究所に勤務。正会員。

ながさわ ただし
加瀬沢 正 昭和58年，東北大学工学部通信工学科卒業。同年，三菱電機(株)に入社。以来，画像のデジタル信号処理の研究開発に従事。正会員。

ながさわ まさと
長沢 雅人 昭和58年，山梨大学工学部精密工学科卒業。同年，三菱電機(株)に入社。映像システム開発研究所に勤務し，現在に至る。AV機器の精密制御技術，高密度記録再生技術，画像ファイルシステムの研究に従事。工学博士。正会員。

なか い たかひろ
中井 隆洋 昭和51年，大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻修士課程修了。同年，三菱電機(株)に入社。コンピュータシステム工場を経て，昭和56年より，映像システム開発研究所に勤務。テレビ，VTRなどのデジタル信号処理，画像符号化，伝送システムの研究開発に従事。正会員。