ホームサーバのシステム設計 System Design for Television Home Servers

栗岡 辰弥 沼澤 潤二
NHK放送技術研究所

Tatsuya Kurioka Junji Numazawa
NHK Science & Technical Research Laboratories

Abstract- In the age of digital multimedia, demand is bound to rise for television Home Servers that automatically record a viewer's favorite programs so that he/she can watch them at any time. We have developed an experimental Home Server on which a recorded HDTV program can be played back while recording another digital HDTV program. Using a new HSMS (hierarchical storage management system) we proposed, it was able to store HDTV programs for 4 hours and was as small as thickness of flat displays. This paper describes the outline of the experimental system and aims to clarify the recording requirements for hard disks and tapes by examining the read/write performance of hard disks on multi-channels and the nonlinear accessibility to programs recorded on tapes.

1. はじめに

デジタル放送時代の家庭用記録装置は、視聴者の好みの番組を自動的に収録し、見たい番組をいつでも簡単に取り出せる“いつでも機能”が求められる。このような新しい機能をもった記録装置をホームサーバと呼んでいる⁽¹⁾。我々は、デジタルハイビジョン放送を収録しながら再生できるホームサーバ実験装置を開発した。この実験装置は、階層的記録方式を導入することでハイビジョン番組を4時間収録できる。本報告では、ホームサーバのシステム構成について述べ、ハードディスクのマルチチャンネルによる Read/Write 性能とテープ上に記録された番組のノンリニアアクセス性能から、ハードディスク

とテープの各記録デバイスに対して要求される性能を明らかにする。

2. 実験装置の構成

ISDBによるデジタル放送では、ハイビジョン番組(MPEG-2 MP@HL)を約23Mbpsでサービスすることが想定されている。ホームサーバによる“いつでも機能”の実現には、放送中の番組を収録しながら見たい番組を再生できることが不可欠で、記録デバイスのデータ転送性能として50Mbps以上が要求される。また、ハイビジョン番組を4時間分蓄積するには、40GB以上の記録容量が要求される。

このため、今回開発したホームサーバ実験装置は、記録デバイスとして、半導体メモリー(RAM)、ハードディスク、テープを利用した階層的記録システムとした⁽²⁾。

本実験装置の外観を図1に示す。パソコンをベースに開発したが、記録デバイスへの記録再生方式は独自の方法で実現している。そのハードウェア規模はPDPなどの壁掛けテレビに十分内蔵することが可能である。

本実験装置のブロック構成を図2に示す。ハードディスクとテープ装置は1つのUltra-Wide SCSIバス上で接続され、記録再生制御される。ホームサーバの入出力信号は、MPEG-2のTSである。

本実験装置のソフトウェア構成を図3に示す。階層的記録システムを実現する上で、ハードディスクとテープの各記録デバイスドライバ、複数の記録デバイスを制御する記録

エージェントが重要なソフトウェアモジュールである。

3. ハードディスクに要求される性能

階層的記録システムを実現する上で、ハードディスクが1次メモリとして重要な役割を果たす。テープや光ディスクなどの2次メモリに記録された番組の高速なアクセスを

図1 ホームサーバ実験装置の外観

図2 実験装置のブロック構成

図3 実験装置のソフトウェア構成

実現するには不可欠な記録デバイスである。しかし、ハードディスクは、コンピュータ用に最適設計されており、映像アプリケーションの1次メモリとして利用するにはいくつかの課題がある⁽³⁾。コンピュータ用途では瞬時的なデータアクセス性能を重視しているのに対し、映像や音声のアプリケーションではある一定時間内に必ずあるデータ量进行处理することができないと記録や再生に破綻をきたす⁽⁴⁾。

我々は、高速な連続データ転送を保証し、映像の基本データサイズと同等なブロックサイズでハードディスクへデータの記録再生ができるビデオハードディスク技術を開発した⁽⁵⁾。この技術の導入により、ハードディスクへ同時記録再生する場合に発生するシーク回数を大幅に軽減することができ、映像アプリケーションに対してハードディスクのもつ性能を最大限に生かすことができる。

ユーザーが使用できる実効的な連続読み出し性能を今回使用したハードディスクについて測定した結果を図4に示す。最外周のゾーンで約117Mbps、最内周のゾーンで約79Mbpsである。このドライブのカタログスペックによる内部データ転送速度は、122Mbps～177Mbpsである。したがって、ユーザーが使用できる実効的なデータ転送効率は約65%である。ハードディスクを利用したシステム設計を行う場合、カタログスペックは実効的な性能に対してかなりのオーバーヘッドを含む値であることを認識しておく必要がある。

図5は、使用したハードディスクのシーク特性を測定した結果を示す。最内外周間のフルストロークシークは約15.5msecである。記録しながら再生する場合、必ずシークを伴いながら記録または再生が実行される訳で、このシーク性能がホームサーバのシステム設計に及ぼす影響は大きい。これもカタログスペックには通常、平均シーク時間が記載されており、このドライブは約8.5msecが公称値である。したがって、実効的にはこの倍近いシーク時間が発生する可能性がある訳で、システム設計上十分に考慮しておく必要がある。

また、実際にハードディスクへアクセスするデータブロック長によってその1回あたりの処理にかかる時間が大きく変わる。その関係を測定した結果を図6に示す。この測定結果をもとに、ハードディスク単体の性能として、要求される入出力データ転送レートに対して1秒間に何回までI/Oを開くことが可能かを評価することができる。今回使用したハードディスクについてその結果を図7に示す。この結果からマルチチャンネルによるハードディスクのアクセス性能を評価でき、その設計指針を得ることができる。その具体例について次に説明する。

記録しながら再生する場合、ハードディス

図4 実効的な連続データ読み出し性能

図5 シーク性能

クへの入出力転送レートとして2チャンネル分の帯域が必要となる。今回の場合、46.62 Mbpsの帯域が必要となる。ビデオハードディスクのようにSCSIインターフェースによるデータ転送など、ハードディスク外部側の処理で性能のボトルネックが生じない場合を仮定すると、1秒間に実行するシークが50回までなら破綻なく処理できることがこの測定結果からわかる。通常のパソコン環境のOSファイルシステムを使用して同様なデータ入出力をさせると、少なくとも1秒間に100回以上のシークがハードディスクに要求され処理に破綻をきたす。今回開発した実験装置では、記録データブロックサイズを1MBとすることで、9回のシークが発生するだけで済み、ハードディスクの性能の約56%ぐらい

図6 トランザクション処理性能

図7 マルチチャンネルによるハードディスクのアクセス性能

しか使用せずに実現できていることがわかる。

このように、ハードディスクの性能を最大限に生かすことで、デジタルハイビジョン放送を1台のハードディスクで収録しながら再生することが実現でき、コンパクトなシステム構成を可能とした。

映像アプリケーションは時間管理されたデータ処理が要求される。したがって、単にデータを read または write する時間だけでなく、シーク時間が大きな影響をもつ。ハードディスクの性能として、実効的な連続データ転送性能の向上とともに、シーク性能が改善されることを期待する。

4. テープに要求される性能

本実験装置では、半導体メモリ、ハードディスク、テープの3種類の記録デバイスを利用しているが、これらを単に組合せただけでなく、各々の記録デバイスの特性を生かしながら1つの番組の記録および再生を行っている。コンピュータデータの記録・再生時に用いられるファイルという概念をなくして処理することで、従来のコンピュータでは行えない複数の記録デバイスに対して同時に動的なアクセスができる。これにより、以下に述べるような従来はできなかったテープからのインタラクティブな再生を実現した。

4.1 テープから待ち時間のない頭出し再生

現在の家庭用VTRでは、記録された番組の頭出しに数分待たされることがある。本実験装置では高速な頭出し再生を実現するために、番組冒頭部分をハードディスクに記録している。冒頭部分を再生中にテープ装置は再生する番組のサーチ動作を行い、番組内容の記録してある部分に追いついた時点でハードディスクからテープの再生にシームレスに乗り換えることを可能にした。これにより、テープに記録した番組の待ち時間のない視聴が行える。本実験装置では、42GB容量のカセットテープを使用することにより、4時間以上のハイビジョン番組を収録でき、それらを待ち時間なしに見ることができる。

4.2 テープからのノンリニア再生

テープ装置は、機械的なテープ送りによりシークを行うことから高速なランダムアクセスができない記録デバイスである。しかし、高速なデータの記録再生が可能であるため、番組の実時間よりも短い時間でデータ転送を行うことができ、その時間差を利用して次の再生シーンの頭出しを完了させられれば、図8に示すようにシームレスなノンリニア視聴が実現できる。本方式では、テープの持つ高速データ転送性能を生かして、そのサーチ性能を改善することで、これまではできなかったテープからのインタラクティブな再生を実現している。

本実験装置において、テープからシームレスに再生可能なノンリニアアクセス性能を測定した結果を図9に示す。この結果から、1シーンの再生時間を30秒に設定すると、約20分先までジャンプしてもシームレスなノンリニア再生ができることがわかる。

図8 テープからのノンリニア再生

図9 テープからのノンリニアアクセス性能

ホームサーバのような映像アプリケーションに対して、テープに期待される性能はできるだけ実時間よりも高速に記録再生できることである。これにより、その遅いアクセス性能をカバーでき、ディスクメディアと同様なサービスを提供できる可能性がある。

5. まとめ

高速大容量かつコンパクトなホームサーバのアーキテクチャとして階層的記録方式を提案し、その実験装置を開発した。

ホームサーバのシステム設計において、ハードディスクのマルチチャンネルアクセス性能と、テープからのノンリニアアクセス性能を評価することが、その設計指針を得る上で重要であることを述べ、その評価結果からハードディスクとテープに要求される性能について考察した。

今回、映像アプリケーションに対するハードディスクの性能を的確に評価した上で、ビデオハードディスク技術を適用することで、デジタルハイビジョン放送を1台のハードディスクで収録しながら再生できる方式を実現した。さらに、テープとの組合せにより、4時間以上のハイビジョン番組を収録でき、それらを待ち時間なしに見ることができる方式を実現した。

参考文献

- (1) 栗岡: “デジタル放送とホームサーバー”, 映情学会年次大会, S1-4, pp.438-441, July, 1998
- (2) T.Kurioka, H.Minami, H.Okuda, J.Numazawa, A.Yanagimachi and H.Ohshima: “Television Home Server for Integrated Services – Toward the Realization of ISDB “Anytime” Services –”, IEEE ISCE’97, pp.250-253, December 2-4, 1997
- (3) 栗岡, 南, 藤澤: “高画質映像情報のディフュージョン記録への期待 ～ビデオハードディスク～”, 映情学会年次大会, S2-6, pp.422-425, July 1997
- (4) 南, 栗岡, 藤澤, 奥田, 沼澤: “映像アプリケーションに対するハードディスク装置の新しい評価手法の一検討”, 映情学技報, Vol.21, No.58, 1997
- (5) T.Kurioka, H.Minami, H.Okuda, H.Ohshima: “A New Video Hard Disk System for Multimedia Program Production”, IEEE Transactions on Broadcasting, Vol.42, No.3, pp.222-228, 1996