

高密度光ディスク装置用論理ファイルシステムの スループット評価

4K-6

NEC 大容量光ファイル開発センター

杉本 欽一

1. はじめに

近年、パーソナルコンピュータの急激な普及や、CPU 処理性能の向上に伴い、デジタル画像情報をパーソナルコンピュータや簡易情報機器で扱う機会が増えている。特に、交換可能な大容量の外部記憶デバイスとして、デジタルビデオディスクをはじめとした光ディスクが注目されている。

本報告では、高密度、大容量の光ディスクの動作特性を、シミュレーションにより検討する。また、データを管理する為の論理データフォーマット及びそれを管理するファイルシステムの構造が、どのようにアプリケーションのスループットに影響を及ぼすのかを検討し、バッファリングによる性能改善方法を検討する。

2. 光ディスク装置のシミュレーション

ディスク装置の実効スループットを評価する場合、特に大容量光ディスクを使用した場合は、次の各パラメータが問題となる。

- シーク時間
- 回転待ち
- 代替処理などのオーバーヘッド

大容量光ディスク装置の場合は、大容量化とリードライト性能を考慮し、通常は線速度一定で動作させる。それに伴い、シーク動作には線速度を、ある一定速度範囲への引き込む動作を伴うことになり、シーク時間が長くなる。また、ディスクの内周外周で周長が異なることにより、大きく回転待ち時間が変動する。また、書き換え可能なディスク装置の場合は、媒体欠陥な

どに伴う代替処理が不可欠となるなど、ディスク入出力性能を向上する為の制約が多い。

ここでは、これらの光ディスク装置の問題点を明らかにする為、将来登場するであろう書き換え可能な大容量光ディスク装置を仮定し、その特性をシミュレーション評価した結果を図1に示す。

この例では、平均のシーク時間として用いた値を一律に付加している。これらの項目のうち、シーク時間はファイルシステムの改良により削減可能であり、それ以外はキャッシュ制御により削減可能である。

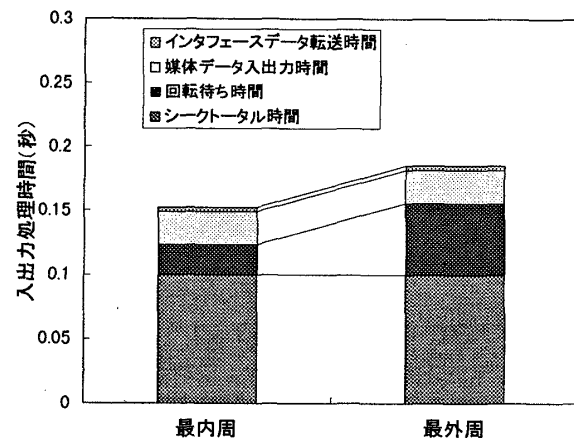


図1 大容量光ディスクの処理時間内訳

3. 光ディスクファイルシステム用バッファリング

ここでは代表的なファイルシステムとして、UDFファイルシステム[1]を例にし、そのデータ構造のスループットへの影響を検討する。また、スループット向上

策としてのバッファリング方式について述べる。

図2にUDFファイルシステムのデータの構成を示す。UDFファイルシステムは、大容量データを光ディスクのようなシーケンシャル処理に向くデバイスに連続領域として保存する為のファイルシステムである。よって、大容量データ管理に関しては有効である。しかし、ICB とよばれる物理アドレスの間接参照用エントリを設けている為、シーク回数が必ずしも削減されない。そのため、このままの管理を前述の光ディスク装置に適用すると、ランダムアクセス環境下ではスループットの大幅な低下が予想される。

ここでは、ICB などの管理テーブルを優先的にバッファリングする制御を図 1 の光ディスク装置に付加した場合をシミュレーションにより評価した。

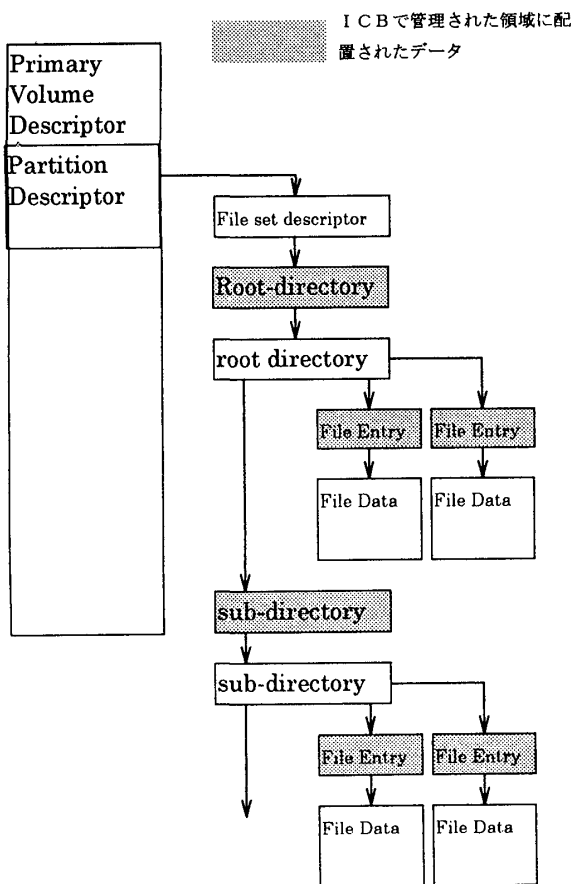


図2 UDF ファイルシステムの構造

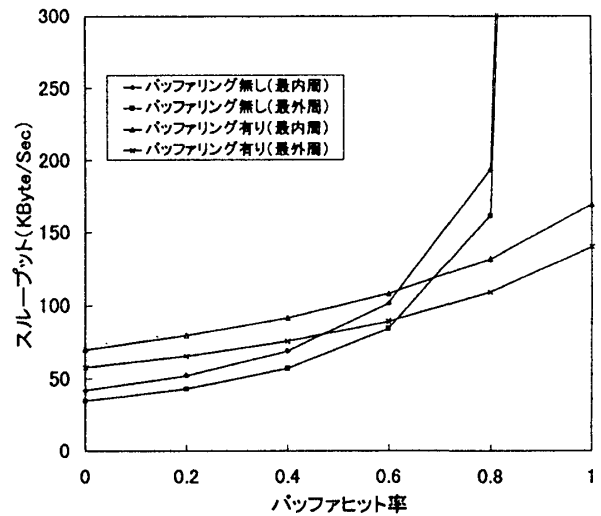


図3 管理データバッファリングによる性能改善

この結果を示したのが図3である。

図3のシミュレーションは32キロバイト単位の読み出し処理の結果である。実際のアプリケーションではファイルシステムのブロックサイズの影響を考慮する必要があるが、ヒット率 0.6 以下の領域が実用上のスループットと予想される。よって、この領域では本バッファリング方式が有効であることがわかる。

また、このような制御を拡張し、大容量シーケンシャルデータの帯域管理を実現すれば、チャネル利用効率も向上可能と考えられる。

4. 終わりに

今後大容量光ディスクが、一般的なデータ記録媒体として幅広く活用されることが予想されるが、ファイル装置の十分な性能を引き出す為には、そのデータ構造も考慮に入れたバッファリング方式が有効である。

参考文献

[1] OSTA, "Universal Disk Format Specification Revision 1.01", November 3, 1995.