

仮想化環境におけるデータ再配置による 動作 HDD 数制御による省電力に関する一考察

若色 匠[†] 山口 実靖[‡]

工学院大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻[†]

1. はじめに

近年、情報技術が普及しサーバ計算機の消費電力の増加が問題となっている。この問題に対する解決策の一つとして、アプリケーションの動作情報を用いてディスク上のデータレイアウトを変更し、HDD の消費電力を削減する手法がある[1]。

本研究では仮想化環境下での TPC-E 実行時の各テーブルデータの HDD 領域へのアクセス間隔を調査し、アクセス間隔の長いテーブルを 1 つの HDD にまとめ、HDD 停止時間を確保する手法について考察する。

2. VM イメージファイル配置と HDD 使用率

複数の HDD に複数の VM のファイルを配置する場合、特定の VM のファイルを複数の HDD に分散配置すると、I/O バウンドの処理であっても I/O 使用率の低下をまねきアプリケーション性能が低下することがある。TPC-E のテーブルファイルの配置を図 1 に示す。図内の VM 上の四角の 1 と 2 は TPC-E のテーブル群 1 とテーブル群 2 である。図 1 の A の様に(1 つの VM のテーブルを複数の HDD にファイルを分散)配置した場合と、B の様に(1 つの VM のテーブルを 1 つの HDD に集中)配置した場合の I/O 使用率と TPC-E 性能を図 2、図 3 に示す。

図 2 より、配置 B では常に I/O 使用率が高いが、配置 A では I/O 使用率が低下することがあることが分かる。配置 B では、I/O バウンドであるアプリケーションが常に I/O 要求を発行し続け、結果として HDD の使用率が低下することがない。これに対して配置 A では、両 VM が同一の HDD に対して I/O 要求を発行することにより、もう片方の HDD がアイドル状態となる。図 3 より、アイドル状態の少ない配置 B の方がスループットが優れていることがわかる。

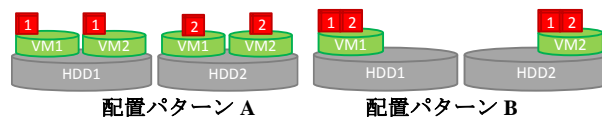
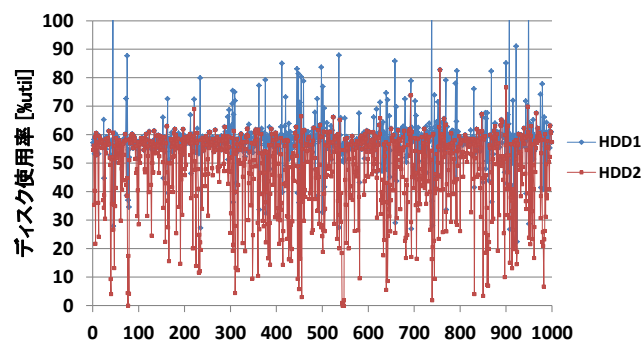
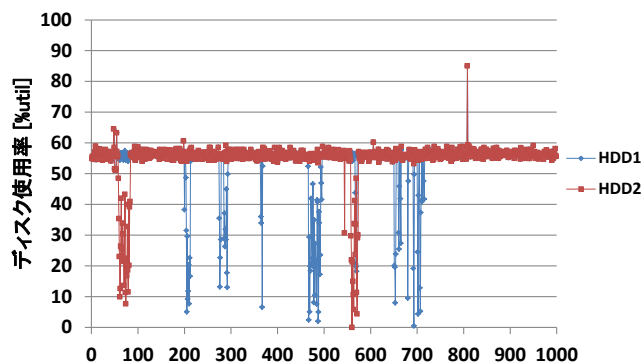


図 1. 配置手法



配置パターン A



配置パターン B

図 2. ディスク使用率

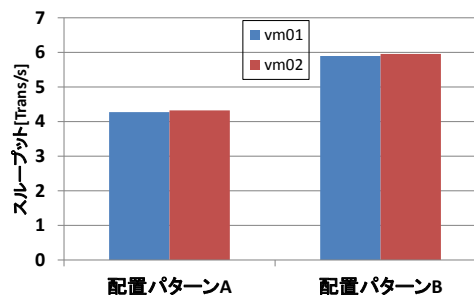


図 3, スループット

3. データベーステーブル再配置手法

本稿ではアクセスの少ないテーブルファイル

A Study on Database Table Layout for Decreasing HDD Accesses in Virtualized Environment

[†]Takumi Wakairo [‡]Saneyasu Yamaguchi

[‡]Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University Graduate School

を1つのHDDにまとめることによりHDDのアクセス間隔を拡大し、HDD停止時間を確保する手法を提案する。また、各VMのテーブルは可能な限り1つのHDDに集中配置(配置手法B)する。具体的な配置は次章にて記す。

4. 性能評価

提案手法の有効性を確認するために性能評価実験を行った。はじめに、今回使用するHDDのI/O処理性能を調査するため、1台のHDDを用いて1台のVMを稼働させ、その上でベンチマークソフトtpcmysqlを実行しHDDの限界処理速度Imax(回数/sec)を測定した。次に3台のHDDを用いて3台のVMを稼働させ、各VM上でtpcmysqlを実行しテーブルデータ再配置前後の性能を測定した。

使用した計算機に物理HDDは4台あり、1台はOS用に使用し、残りの3台にはテーブルデータを配置する。再配置前後のTPC-Eのテーブルの配置を図4に示す。図4のVM上にある赤い四角はアクセスの多いテーブル、青い四角はアクセスの少ないテーブルである。

テーブルデータ配置用のHDDは容量が500[GB]ありVM用の仮想HDDイメージファイルは100[GB]である。実計算機のメモリの容量は2[GB]、VMに割り当てるメモリの容量は3[GB]である。tpcmysqlのデータサイズは合計で約6.5[GB]である。

Imaxと各HDDのI/O処理速度の結果を図5に示す。図5の縦軸はOS内でSCSIコマンドを処理した速度であり、SCSIコマンド1個を1回としている。図5より、再配置前と比べて再配置後の方のI/O処理速度が高く、HDDの性能をより活用できていることがわかる。HDD3の負荷を十分に減らし停止時間の確保ができていくことがわかる。また再配置後でも配置Aより配置Bの方のI/O処理速度が良く、HDDの性能をより活用できていることがわかる。

アクセスの少ないテーブルを移動したHDDの再配置前後のアクセス間隔を表1に示す。表1より、再配置前ではアクセスの多いテーブルがHDD上にあるため長いアクセス間隔は得られていないが、再配置後は120秒を超える間隔も複数確認できる。

表1. アクセス間隔

アクセス間隔[s]	再配置前	配置パターンA	配置パターンB
120~	0	19	19
60~120	0	13	9
30~60	0	15	28
10~30	0	0	41
1~10	116	68	49
0~1	605153	317	275

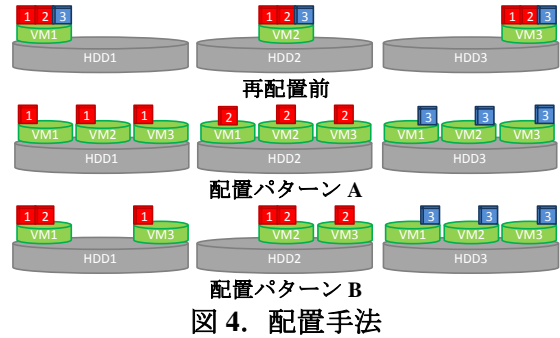


図4. 配置手法

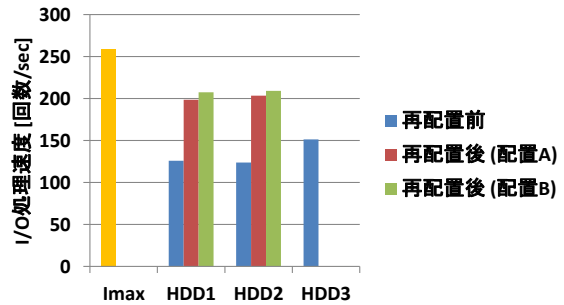


図5. Imaxと再配置前後のI/O処理速度

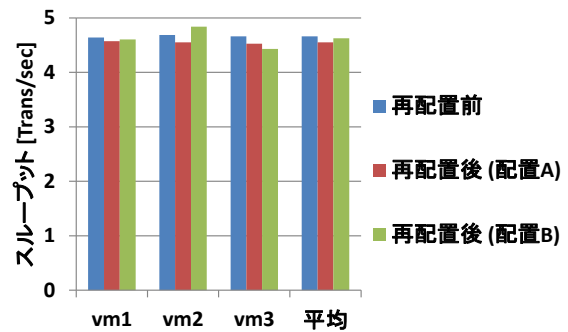


図6. 再配置前後のスループット

各VMの平均スループットを図6に示す。図6より、少ない性能劣化でHDD停止時間が確保できていることがわかる。性能劣化は配置Aでは平均約3%であり、配置Bでは平均約1%である。これより配置Bの方がより少ない性能劣化でHDD停止時間を確保できていることがわかる。

5. おわりに

本研究では仮想化環境におけるテーブルデータ再配置手法の性能評価を行った。評価の結果、提案手法により少ない性能劣化でHDDアクセス間隔の拡大が可能であることが分かった。

謝辞

本研究はJSPS科研費24300034, 25280022, 26730040の助成を受けたものである。

参考文献

[1] Norifumi Nishikawa, Miyuki Nakano and Masaru Kitsuregawa, "Energy Efficient Storage Management Cooperated with Large Data Intensive Applications," 28th IEEE International Conference on Data Engineering (IEEE ICDE 2012),