

# 仮想化環境における DB データ配置に関する一考察

谷貝 俊輔<sup>†</sup> 若色 匠<sup>‡</sup> 山口 実靖<sup>†‡</sup>

<sup>†</sup>工学院大学工学部情報通信工学科 <sup>‡</sup>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、情報技術が普及しデータセンター等において多数のサーバ計算機が稼働するようになった。これに伴い、サーバ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レイアウトを変更することで HDD の消費電力削減する方法がある[1, 2]。

本研究では上記手法を仮想化環境に適用し、その有効性の調査をおこなう。具体的には TPC-C 実行時の各テーブルのアクセス量を調査し、アクセス量を考慮したテーブルの再配置を行い HDD アクセス間隔の拡大の程度とトランザクション性能の評価を行う。

## 2. 応用情報を用いたストレージ省電力

応用情報を用いたストレージ省電力手法としてアクセス頻度の低いデータ(テーブル)を同じディスクに集中させ、そのディスクのアクセス間隔を拡大し、省電力機能を適応する手法がある。

本研究ではストレージ停止により削減できる電力量とストレージ再稼働により失われる電力量が等しくなるストレージ停止時間をブレイクインタイムと呼び、それより長い HDD アクセス間隔をロングインターバルと呼び、上記手法によりロングインターバルを作り出している。

## 3. 仮想化における応用情報を用いたストレージ省電力

本章で、仮想化環境において HDD 上のファイルを移動することにより、特定の HDD におけるアクセス間隔を大きくする手法を提案する。

カーネル内で DB テーブルファイルへのアクセス要求数を監視し、アクセス要求の少ないテーブルファイルを、特定の HDD 上に集中して配置する。これにより、要求の少ない HDD のアクセス間隔が大きくなると予想される。

## 4. 性能評価

### 4.1. 実験方法

以下の実験にて提案手法の性能評価を行った。Xen を用いて 1 台の物理計算機上に 2 台の VM (VM1, VM2) を起動させ、両 VM 上に MySQL を立ち上げた。MySQL 上に TPC-C の表を作成し、前章の手法に従い表の配置を変更し、配置状況ごとの性能を測定した。測定はベンチマークソフト `tpcc-mysql` を用いて行い、2 台の VM で同時に測定を行った。

HDD は 4 台使用し、1 つの HDD (HDD1) にはゲスト OS のシステムファイルを格納し、ほかの 3 台の HDD (HDD2, HDD3, HDD4) には MySQL のテーブルファイルを格納した。HDD のアクセスログはカーネル内で取得した。

以下にテーブル配置の詳細を示す。`tpcc-mysql` は 9 種類のテーブルファイルを用いて計測を行う。配置“3-3-3”では VM1, VM2 ともにテーブルサイズ均等になるようテーブルを 3 等分し、3 つの HDD に配置した。この配置では、各 HDD のアクセス量はほぼ同等となると予想される。本配置はアクセス頻度を考慮しておらず、本研究ではこれを標準的な配置方法と考える。

配置“1-6-2&1-6-2”では、VM1 は HDD2, HDD3, HDD4 に表を 1 個, 6 個, 2 個配置し、VM2 も同様に 1 個, 6 個, 2 個配置した。両 VM とも HDD2 には `stock` を配置し、HDD4 にはもっともアクセスの少ない 2 表 (`warehouse` と `district`) を配置した。この配置では、HDD4 へのアクセスが最も少なくなり、大きなアクセス間隔が得られストレージ省電力が可能になると期待される。

配置“1-5-3&1-5-3”では、両 VM とも HDD2, HDD3, HDD4 に表を 1 個, 5 個, 3 個配置し、HDD2 には同様に `stock` を配置し、HDD4 にはもっともアクセスの少ない表 (`item`, `warehouse`, `district`) を配置した。これは、前述の“1-6-2&1-6-2”の状態から `district` を移動した状態である。

配置“1-4-4&1-4-4”も同様に各 HDD に 1 個, 4 個, 4 個の表を配置し、HDD4 には次にアクセスの少ない `new_orders` も追加で配置した。

この 3 種の配置 (1-6-2&1-6-2, 1-5-3&1-5-3, 1-4-4&1-4-4) はすべて HDD4 の負荷が少なくなる様になっているが、1-6-2&1-6-2 が特にその傾向が強

A Study on DB Layout in Virtualized Environment

Shunsuke YAGAI<sup>†</sup>, Saneyasu YAMAGUCHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Department of Information and Communications Engineering, Kogakuin University

Takumi WAKAIRO<sup>‡</sup>, Saneyasu YAMAGUCHI<sup>†‡</sup>

<sup>‡</sup>Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University Graduate School

く、1-4-4&1-4-4 は比較的弱くなっている。また、アクセスの少ない表が特定の HDD に集中すると同時に、アクセスの多い表も特定の HDD に集中するようになっている。

配置“1-6-2&6-1-2”では、HDD4 には“1-6-2&1-6-2”と同様に *warehouse* と *district* の 2 表を配置し、HDD2 と HDD3 の配置は VM1 と VM2 で逆にしてある。これはアクセスの少ない表が特定の HDD に集中するが、アクセスの多い表は残りの HDD に分散するようになっている。

配置“1-5-3&5-1-3”と配置“1-4-4&4-1-4”も上記配置と同様にアクセスの少ない表を HDD4 に集中配置し、残りの表の配置は VM1 と VM2 で逆としてアクセスの多い表は分散配置している。

#### 4.2. 測定結果

前節で説明した配置により TPC-C を実行し、トランザクション性能と最大アクセス間隔とアクセス間隔ごとの発生頻度を測定した。測定結果を図 2, 図 3, 図 4 に示す。図より、提案手法を用いることにより大きな性能劣化なしに HDD アクセス間隔の拡大を達成できたことが分かる。また、アクセスの多い表を集中して配置する手法より、アクセスの多い表を分散して配置する手法の方が性能が高いことが分かる。

図 3, 図 4 より、標準的な配置方法“3-3-3&3-3-3”では最大アクセス間隔が 5 秒以下であるが、提案手法では 30 秒以上のアクセス間隔が多数得られていることが分かる。ブレークイーブタイムは HDD の実装に依存するが、文献[2]や文献[3]に示される例を超えるアクセス間隔が多数回得られており、ストレージ省電力が可能になったと考えられる。

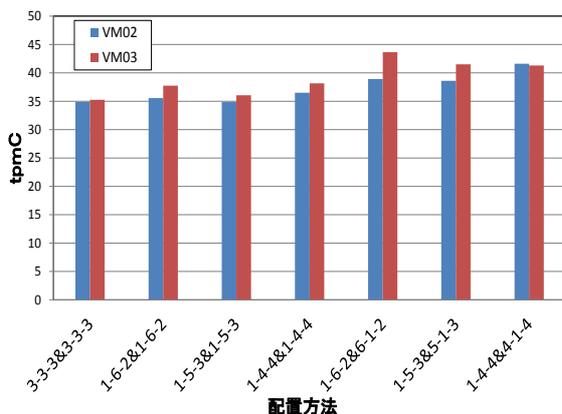


図 2. 4 章で説明した配置によるトランザクション性能

#### 5. まとめ

本研究では、応用情報を利用した HDD のアクセス間隔の拡大手法に着目し、それを仮想化環

境に適用し性能評価を行った。評価の結果、本手法による大幅なアクセス間隔の拡大が確認され、仮想化環境においても本手法が有効であることが確認された。

今後は、先読みや遅延書き込みの拡大などによるアクセス間隔のさらなる拡大について考察していく予定である。

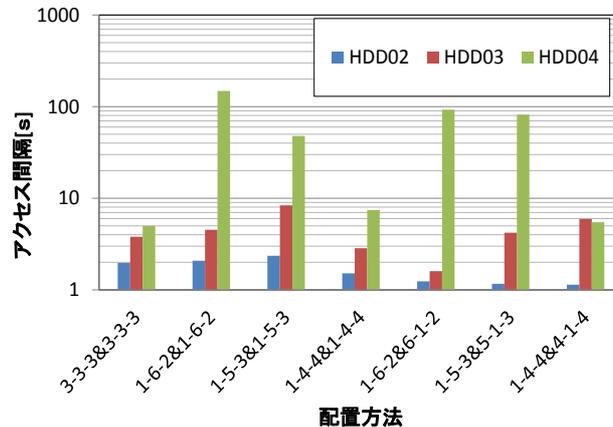


図 3. HDD02, HDD03, HDD04 の最大アクセス間隔

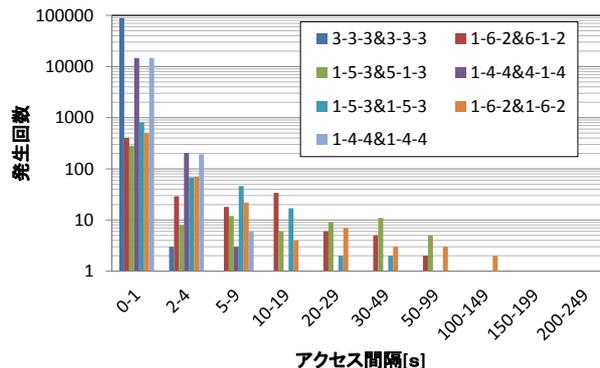


図 4. HDD04 のアクセス間隔の頻度分布

#### 謝辞

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

#### 参考文献

- [1] Norifumi Nisikawa, Mituki Nakano and Masaru Kitsuregawa, "Energy Efficient Storage Management Cooperated with Large Data Intensive Applications," 28<sup>th</sup> IEEE International Conference on Data Engineering (IEEE ICDE 2012),
- [2]西川 記史 中野美由紀 喜連川 優”アプリケーション処理の I/O 挙動特性を利用したディスクの実行時省電力手法とその評価:オンライントランザクション処理における省電力効果”
- [3]若色 匠 山口 実靖 “仮想化環境における応答性能を考慮したストレージ稼働時間の低減”情報処理学会 2013 年全国大会 1L-9