

機能ディスクシステム (FDS-R) に於ける Aggregation Query の性能評価

5H-9

原田 リリアン, 中野 美由記, 喜連川 優, 高木 幹雄

東京大学 生産技術研究所 機能エレクトロニクス研究センタ

1. はじめに

大容量データの高速かつ効率の良い操作を目的に、我々は汎用高機能な二次記憶 (Functional Disk System: FDS) を開発している。システムのハードウェアとソフトウェアの構成については(1), (2), (3) に述べた。現在までに関係データベース指向機能ディスクシステム (FDS-R) の試作機を構築し、Join Query による性能評価を行った(4)。今回は Aggregation Query に基づく性能評価の方法・評価結果について報告する。

2. Aggregation Query ベンチマーク

FDS-R の基本性能を明らかにすべく、インデックスを用いない以下の単純な Aggregation Query を用い、種々のパラメータに対する性能依存性を評価する。

```
range of r is R
retrieve into tmp(r, a1, sum=sum(r, a2 by r, a1))
```

3. FDS-R に於ける Aggregation Query の実行

リレーション R のすべてのタプルはディスクから読みだされ、IDC を通って不要なフィールドが削られ、クラスタ化される。ここでタプルはフィールド a1 と a2 だけになり、a1 の値によってクラスタ化され共有メモリ上に展開される。ディスクから読み出されたデータの量はステージング・バッファ上では大きく減少する。リレーションの展開が終ると、プロセッサはクラスタ ID を受け取り、クラスタ内のタプルをローカル・メモリに DMA を経由してロードする。処理はネスト・ループ・アルゴリズムで行う。すなわち、クラスタ内のタプルはフィールド a1 の値によって区分されており、各パーティション内のフィールド a2 の和がとられる。クラスタ内のパーティション数は当該リレーションのデータの分布と IDC のパラメータに依存して変る。クラスタ内の処理は、全クラスタが処理し終るまで続く。

4. FDS-R の性能評価

FDS-R の性能評価は 1 ディスクについて、リレーションサイズ、クラスタサイズ、プロセッサ数を変えて行った。演算は 2 節に示したもので、タプル長は 100 バイト、a1, a2 は各々 2 バイトの整数フィールドである。

4. 1. リレーションサイズ依存性

クラスタサイズを 20 パーティション、各パーティションを 2, 5, 10 タプルとし、R のリレーションサイズを 1000, 2000, 5000, 10000 タプルと変化した時の 1 台のプロセッサを駆動した FDS-R での処理時間を図 1 に示す。図から明らかなように、処理時間はリレーションの大きさに比例して増加することがわかる。その理由は、FDS-R が Aggregation Query に対して動的クラスタリングを採用しているからで、従来のデータベースシステムの多くはネスト・ループ・アルゴリズムの採用のため実行時間はリレーションサイズの 2 乗に比例して増加する。

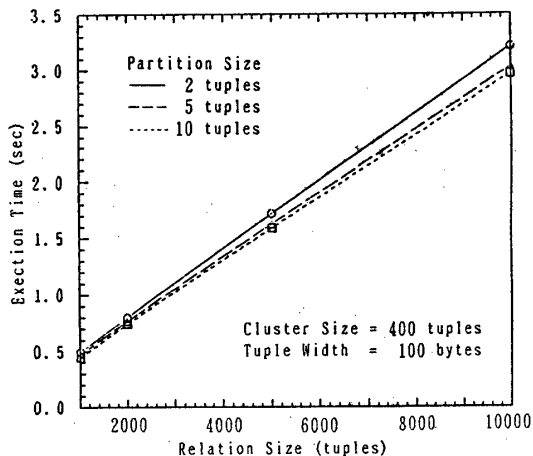


図 1. リレーションサイズ依存性

4. 2. クラスタサイズ依存性

リレーションサイズを 10000 タプル、パーティションを 2, 5, 10 タプルとし、クラスタサイズを連続的に変化させ、1 台のプロセッサを駆動した FDS-R での処理時間を図 2 に示す。処理時間はクラスタサイズに対して線型に増加する。これはクラスタが大きくなると処理の負荷も相応に大きくなるからである。一方、極めて小さいクラスタサイズになると、急激に処理時間は増大するが、これはクラスタごとにかかるオーバーヘッドによる。クラスタサイズが減少すればクラスタの数が増え、各クラスタに対して DMA の駆動と変数の初期化をしなければならない。多くのクラスタが作られれば、その作業コストが蓄積し、大きなオーバーヘッドとなる。

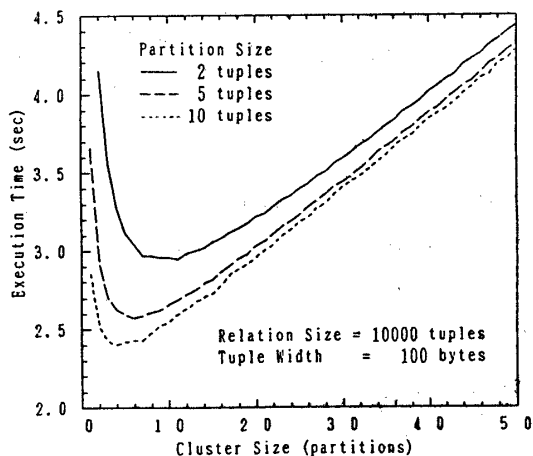


図 2. クラスタサイズ依存性

Performance Evaluation of FDS-R with Aggregation Query

Lilian Harada, Miyuki Nakano, Masaru Kitsuregawa, Mikio Takagi
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

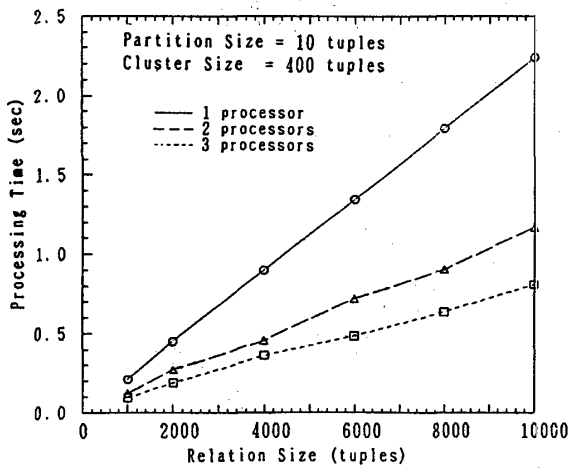


図3. リレーションサイズ依存性
(並列処理による効果)

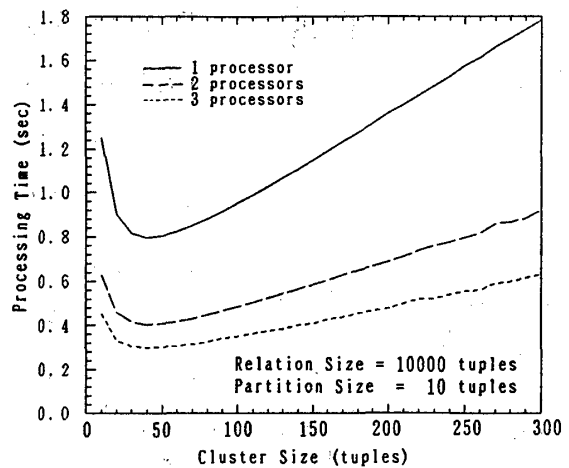


図4. クラスタサイズ依存性
(並列処理による効果)

4. 3. 並列処理による効果

リレーションサイズを1000, 2000, 4000, 6000, 8000, 10000タプル, パーティションサイズを10タプル, クラスタサイズを400タプルとし, プロセッサ1, 2, 3台駆動時の処理時間を図3に示す。並列処理の効果を明らかにするため, データのステージング時間を除く処理時間をプロットした。

図4はリレーションサイズ10000タプル, パーティションサイズ10タプル, プロセッサ数1~3についての処理時間を示している。

図5はリレーションサイズ10000タプル, パーティションサイズ10タプル, クラスタサイズ400タプル, プロセッサ数1~3についての処理速度を示している。プロセッサが2台, 3台のときの処理速度は1台のときのおよそ2倍, 3倍になっている。処理の実行をトレースした結果, クラスタは各プロセッサにほとんど平等に分配されていることがわかる。3台までは理想的な並列処理効果が得られている。

4. 4. クラスタサイズ変動依存性

リレーションサイズを10000タプル, パーティションを10タプルとし, 各々のクラスタサイズを正規分布に従って変動させた場合の処理時間を図6に示す。変動幅は $\sigma = 0.2\mu, 0.4\mu, 0.6\mu, 0.8\mu$ (μ = 平均クラスタサイズ)とした。プロセッサは3台

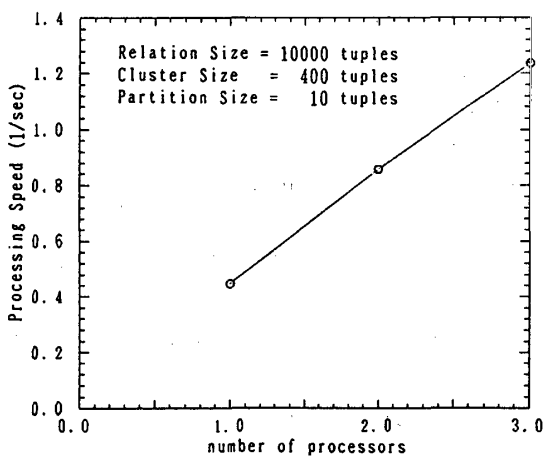


図5. 処理速度

駆動している。図に示されるごとく σ が大きくなると負荷が増加し処理時間が長くなるが, プロセッサ数を増やすことで充分対応出来ることがわかる。

5. おわりに

今回は, Aggregation Query に対するFDS-Rの性能評価について種々の側面から評価を行った。FDS-Rは非常に簡単なシステム構成であるが, 従来のRDBMSに比べ優れた性能を示している。他の演算に対する評価, 及びプロセッサ台数を更に多くした場合の効果については, 稿を改めて報告したい。

[参考文献]

- (1) 喜連川優, 原田リリアン, 高木幹雄: 機能ディスクシステム, 第31回情報処理全国大会50-8 (1985)
- (2) 喜連川優, 中野美由記, 高木幹雄: 機能ディスクシステムにおけるシステムソフトウェアの設計, 第32回情報処理全国大会5S-3 (1986)
- (3) 喜連川優, 原田リリアン, 中野美由記, 高木幹雄: 機能ディスクシステムとその評価, 情報処理学会研究会報告86-CA-62 (1986)
- (4) 高木幹雄, 喜連川優, 原田リリアン: 関係データベース処理に於ける機能ディスクシステムの性能評価, 第32回情報処理全国大会5S-4 (1986)

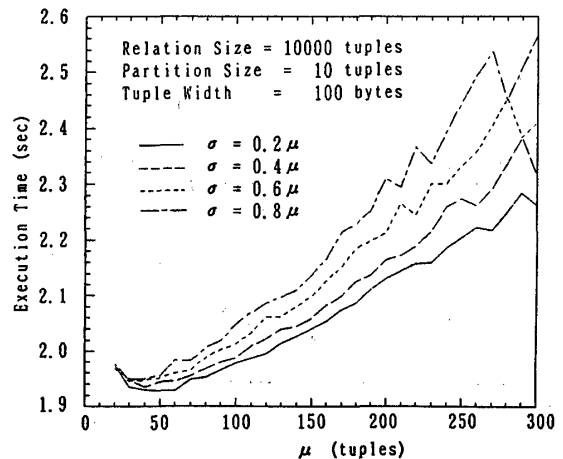


図6. クラスタサイズ変動依存性