

RDBMS の Planner におけるスキャンコスト見積もりの改善

梅澤 辰徳[†] 山口 実靖[†]

[†]工学院大学 工学部 情報通信工学科

1.はじめに

RDBMS では、ユーザからクエリーが発行されると Planner により複数の実行プランが作成される。そして各プランの実行コストが見積もられ、最も実行コストが低いと予想されたプランが選択され、実行される。Planner におけるコスト見積もりが正確でないと最適でない実行プランが選択され性能が低下するが、実行コストは RDBMS の実行環境に強く依存するため正確に見積もりを行うことは容易ではない。本稿では RDBMS として PostgreSQL 8.4 を用い、実行プランの I/O コストの見積もりを改善することにより RDBMS の性能を向上させる手法について考察する。

2.RDBMS における I/O コストの見積もり

PostgreSQL のプラン実行コストは、ディスク I/O コストと CPU 演算コストの2種類のコストにより構成される。ディスク I/O コストはテーブルやインデックスの読み込みなどにかかるコストであり、アクセス手法やアクセス量により変化する。

テーブルアクセス手法

テーブルへのアクセス方法には、SeqScan, IndexScan, BitmapScan があり、各手法の優劣は状況により異なる。SeqScan はテーブル全体をシーケンシャルにアクセスするスキャン方法であり、selectivity (テーブルの全ページ数の中で読み込みが行われるページ数の割合)が高い場合に有効な手法である。IndexScan はインデックスを用いて読み込み対象ページのみを個別にアクセスする手法であり、インデックスとテーブルを交互にアクセスする。selectivity が低い場合に有効となる。BitmapScan はインデックスを用いてアクセス対象行を表すビットマップを作成し、スキップしながらテーブル内の該当行にシーケンシャルにアクセスする手法である。IndexScan の様にインデックスとテーブルに交互にアクセスするのではなく 1 つのテーブルに連続してアク

セスするため、SeqScan と IndexScan の中間に位置するアクセス方法である。アクセスページ数が中程度のときに有効となる。

I/O コストの見積もり

一般に 1 ページアクセスあたりの I/O コストはシーケンシャルアクセス時よりもランダムアクセス時の方が高い。BitmapScan は SeqScan と IndexScan(ランダムアクセス)の中間的アクセス手法であり、性能や I/O コストが selectivity に依存する。すなわち、selectivity が高い場合は BitmapScan の性能や I/O コストは SeqScan に近く、selectivity が低い場合は IndexScan に近くなる。

シーケンシャルアクセスとランダムアクセスの 1 ページあたりの I/O コストや、selectivity の変化による BitmapScan の I/O コストの変化量は RDBMS の実行環境に強く依存しており、それを正確に把握するのは困難である。PostgreSQL 8.4 では、一般向けの設定としてシーケンシャルアクセスとランダムアクセスのページあたりの I/O コストの比を 4 としており、selectivity の変化による BitmapScan の 1 ページあたりの I/O コストの変化として平方根関数が使用されている。これらと特性が大きく異なる計算機上で RDBMS を動作させた場合は Planner のコスト見積もりが不正確となり、適切でないプランを選択してしまう可能性がある。

3.I/O コストの測定

RDBMS が稼働する実環境にて、各スキャン方法の selectivity ごとの I/O コストを調査した。測定方法は以下の通りである。まず(INTEGER 型, INTEGER 型, char(800))の 3 列により構成されるテーブル tbla を用意し、10,000 行のデータ挿入する。このテーブルに対して selectivity を変化させて SeqScan, IndexScan, BitmapScan によりアクセスを行い I/O 処理に要した時間を計測する。特定のスキャン方法によるスキャン時間の測定は、他のスキャン方法を無効化することにより可能である。I/O コストの測定は、同実装にてディスク I/O を行う処理(fd.c の FileRead()内の read()関数)に要する時間を測定することにより行った。インデックスは Btree により構築されてい

A Study on Scan Cost Estimation in RDBMS Planner

[†]Department of Information and Communications Engineering, Kogakuin University

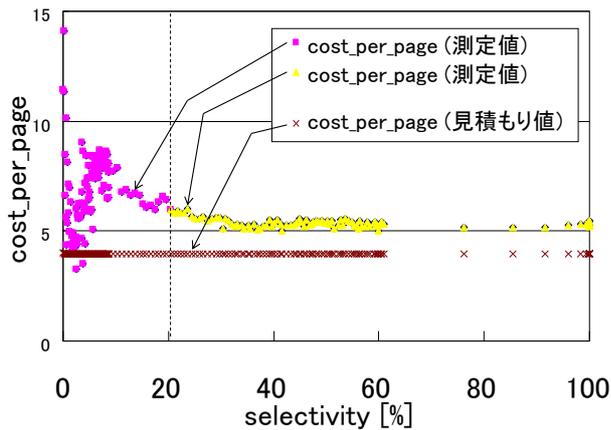


図 1 IndexScan I/O コスト

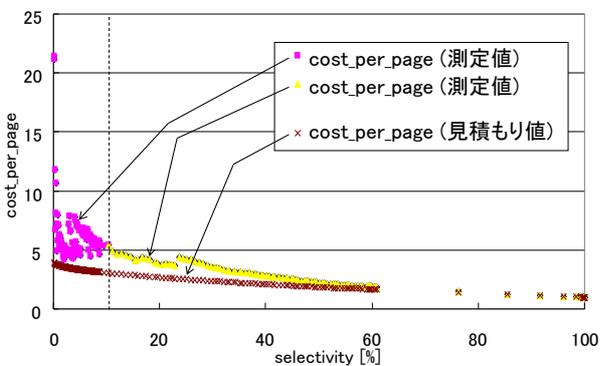


図 2 BitmapScan I/O コスト

る。

測定された IndexScan と BitmapScan の I/O コストと、PostgreSQL の見積もり I/O コストを図 1, 図 2 に示す。縦軸の cost_per_page は PostgreSQL 実装内にておける 1 ページあたりの I/O コストであり、SeqScan における cost_per_page を 1 とした比で表される。

前述の様に PostgreSQL ではランダムアクセスコストが 4 とされており、IndexScan の見積もりコストは固定的に 4 となっている。BitmapScan の見積もりコストは、selectivity が 1 のとき(完全にシーケンシャルアクセス)のコスト 1 と selectivity が 0 のとき(完全にランダムアクセス)のコスト 4 を平方根関数により連続的に変化させて定められている。両図より、PostgreSQL 内にて汎用向けに実装されている見積もり手法は必ずしも正確ではなく、特に selectivity が低い環境にて不正確であることが分かる。

4. I/O コスト見積もりの改善

I/O コスト見積もりを前章の図 1, 2 に従って行う様に PostgreSQL の改変を行った。具体的には

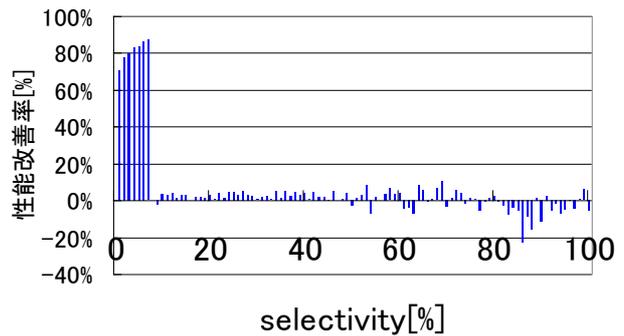


図 3 性能改善率

両図の測定値の多項式近似式を求め、コスト見積もりをその近似式に従って行う様に変更した。ただし、図 1 において測定値の振る舞いが selectivity 20% 前後で大きく変わることを考慮して selectivity 20% 以下と 20% 以上で別の近似式を用意した。同様に、BitmapScan も selectivity 10% 以下と 10% 以上を別の多項式を用意した。

5. 性能評価

前章の性能改善手法の性能を評価するために、改変前と改変後の性能の比較を行った。測定は tbla と同様のテーブル tblb を作成し、両テーブルの内部結合処理にかかる時間を測定した。

selectivity ごとの性能改善率を図 3 に示す。selectivity が 1% から 7% の領域にて平均 81% の大きな改善が見られ、全体で 5% の性能向上が確認され、提案手法の有効性が確認された。

6. まとめ

本稿では RDBMS のプランナーの実行コスト見積もりに着目し、その見積もり式を RDBMS 実行環境における実測値にあわせることにより改善し、RDBMS の性能を向上させる手法を提案した。提案手法の性能を調査した結果、性能向上が確認され提案手法の有効性が確認された。

今後は異なる種類のテーブルを使用する環境での評価などを行っていく予定である。

謝辞

本研究は科研費 (22700039) の助成を受けたものである。

参考文献

[1] 佐藤 勝哉, 山口 実靖, 浅谷 耕一 "RDBMS の Planner のコスト見積もり改善に関する一考察", 電子情報通信学会総合大会講演論文集 2009 年 情報・システム(1), 37, (2009 年 3 月)