

D-20 データベースにおける外部データアクセス高速化方式 Efficient External Data Access Method for Database Systems

清水 晃†
Akira Shimizu†

西澤 格†
Itaru Nishizawa†

1. はじめに

近年、企業活動の効率化を目的として、全社横断的な情報システムの構築が盛んになっている。そのため既存のデータを活用しつつ新たなシステムを構築するシステム統合技術が重要となっている。さらに、企業の吸収合併などにより企業間のシステム統合も行われつつあり、システム統合の重要性はさらに高まっている。

システム統合の過程において、最も重要でかつ困難な作業の一つがデータベース(以下 DB)統合である。DB 統合では、統合結果の DB を新たに作成する方法(物理統合)と、既存の DB を活用しつつ DB 統合を実現する方法(仮想統合)の2つのアプローチがある。物理統合は、統合後の DB の性能確保が容易であるというメリットがあるが、統合作業に要する時間、および新システム開発のコストにより、迅速な新システムの立ち上げが困難となり、企業活動に及ぼす影響が大きい。そのため、実システム統合においては、例えば最終的には物理統合を行う場合でも、その前段階として仮想統合によるシステムを統合が必要となる場面が多い。

仮想統合の実現方式として、統合対象である外部の DB (以下外部 DB)が管理するデータに透過的にアクセスする外部データアクセス機構を利用する方法がある。本方法では、前述のシステム統合時間、開発コストの問題は解決できるが、統合 DB アクセス時の性能の問題がある。そこで、本論文では DB 仮想統合時の外部データアクセス機能高速化方式を提案し、その有効性を検証する。

2. 外部データアクセス機能と分散問合せ

2.1. 分散問合せ処理の課題

外部データアクセス機能とは、外部 DB が管理するデータへの透過的なアクセスを実現する機能である。本論文では、アクセス対象の DB としてはリレーショナル DB を、そしてアクセス対象のデータは表形式であることを仮定している。DB 統合を行うシステム上の DB を DB-I、DB-I 上の表を T、統合対象の外部 DB を DB-F、DB-F 上の表を FT と表すとすると、T はローカル表、FT は外部表となる。

また、外部表への参照を含む問合せを分散問合せと呼ぶ。例えば、以下に示す問合せ Q1 は、外部表 FT への参照を含んでいるので分散問合せであるといえる。

```
Q1: select T.C3, FT.C3 from T, FT
      where T.C1=FT.C1 and FT.C2 < 10 and T.C2 < 10
```

外部データアクセスでは、ネットワーク経由で外部表を参照する。近年のネットワークの高速化は著しいが、現状ではネットワーク経由の外部データアクセスは、DB に

用いられているディスクアレイ経由のローカルなデータアクセスよりもその処理コストが高い。そのため、分散問合せ処理においては、外部 DB からのデータ転送量をいかに削減するかが、性能確保のための課題となる。

2.2. データ転送量の削減方法

データ転送量の削減のために、問合せ中に含まれる探索条件(SQL で WHERE 句に指定される条件)のうち、外部 DB で適用が可能な条件に関しては転送前に外部 DB で該条件を適用する最適化が従来試みられてきた。この最適化により、問合せ処理に不要なデータがデータ転送前に排除され、データ転送量を削減できる。

外部 DB で適用可能な条件を判定するためには、条件評価に必要なカラムが、その外部 DB に含まれているか否かをチェックすればよい。いま、探索条件 C が参照するカラムが、全て外部 DB DB-F 上に存在する場合、「C は DB-F に閉じる条件である」と呼ぶことにする。この時、DB-F に閉じる条件は、データ転送に先立ち DB-F で評価を行って差し支えない。例えば、分散問合せ Q1 の条件“FT.C2 < 10”は DB-F に閉じているので、該条件を DB-F で評価することにより、データ転送量が削減できる(図 1 参照)。

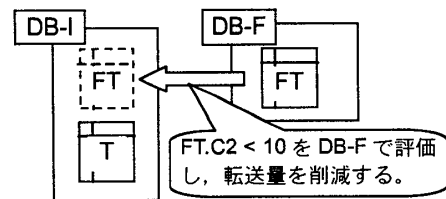


図 1: 外部 DB に閉じる条件の評価

3. 外部データアクセス高速化方式

3.1. 従来方式の問題点

外部データアクセスではデータ転送量の削減が重要であると述べた。ところが2.2節の方法では、問合せに外部 DB に閉じる条件がない場合、外部 DB でデータを絞込むことができず、表全体を転送してしまうという問題がある。例えば、Q1 から外部表に閉じる条件“FT.C2 < 10”を取り除いた以下の分散問合せ Q2 では、問合せを処理するにあたり、外部表 FT に含まれる全データを DB-I 側に転送しなければならない。

```
Q2: select T.C3, FT.C3 from T, FT
      where T.C1=FT.C1 and T.C2 < 10
```

熊谷ら[1]は、(1)複数の探索条件に対する推移律の適用、(2)探索条件の CNF (Conjunctive Normal Form)変換によって外部 DB に閉じる新たな条件を生成し、データ転送量を削減している。例えば、(1)は“T1.C1 < 10”および“T1.C1 = FT.C1”からの“FT.C1 < 10”の生成に、そして(2)は“(T.C2 <

†(株)日立製作所 中央研究所
Hitachi, Ltd., Central Research Laboratory

10 and FT.C2 < 10) or (T.C2 > 20 and FT.C2 < 10)”を“(T.C2 < 10 or T.C2 > 20) and FT.C2 < 10”に変換することにより、外部 DB に閉じる新しい条件“FT.C2 < 10”を生成することに相当する。

[1]の方法により、2.2節の探索条件適用前倒しの適用範囲は広がるが、その適用範囲は論理的に外部 DB に閉じる条件が導き出せる場合に限定される。そのため、Q2 のように外部 DB に閉じる条件が存在しない場合には更なる工夫が必要となる。

3.2. 結合条件の定数化による動的条件生成

分散問合せ Q2 では、外部表に関する探索条件として外部表とローカル表の結合条件のみしか存在せず、2.2節の方法では外部表 FT の全データを転送するほかはない。しかしながら、Q2 にはもう一つの探索条件としてローカル表に対する絞込み条件が存在するため、結合結果の一部は結果からは除外される。即ち、一部のデータ転送および結合処理は、無駄な処理であることになる。

そこで、本論文ではローカル表に対する絞込み条件適用によって得られるデータを用いて結合条件を定数化し、動的に外部 DB に閉じる条件を複数生成して外部表に適用する分散問合せ処理最適化方式を提案する。

提案方式を Q2 の処理を例に挙げて説明する。Q2 でローカル表 T への絞込み結果として、 $T.C1=\{1, 2, 3\}$ が得られた場合、結合条件“ $T1.C1=FT.C1$ ”中の T.C1 の定数化により、FT に閉じる 3 つの条件{FT.C1 = 1, FT.C1 = 2, FT.C1 = 3}を生成する。次に外部 DB から該条件群の適用結果をそれぞれ取得する (図 2 参照)。

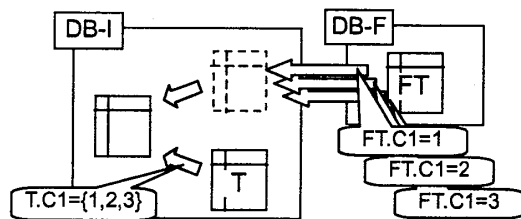


図 2: 結合条件による外部 DBMS での絞込み

3.3. 提案方式の適用条件

本提案方式では、生成された個々の条件は外部表のみで評価可能となり、かつ結合処理も必要なくなるため、データ転送量削減、および結合処理量削減の両方の効果があり、性能改善が期待できる。しかしながら、外部 DB からのデータ取得回数が増加するため、生成される条件数によっては逆に性能が悪化する場合がある。

このような場合には、生成された複数の条件を連結して一つの問合せとして外部 DB に転送することによって、データ取得回数を削減する最適化方式を併用し、性能悪化を抑止することができる。ここでは詳しくは述べないが、複数の条件を連結する最適化を併用する場合、問合せの種類によってデータ統合の際に再度の結合処理が必要になることがある。そのため、データ取得回数、転送コストを考慮したクエリオプティマイザからの適切な実行方式の制御が必要となる。

4. 提案方式の評価

外部データアクセス機能を有する DBMS での性能見積りにより、提案方式の効果を検証した。DB のモデルとしては TPC-H [2]を、そして問合せのモデルには大規模な表同士のジョイン処理を含む Query 12 の修正版を用いた。また、データの規模としては TPC-H の Scale Factor=0.1 (データベースサイズ 100MB)を用いた。本測定での問合せでは TPC-H の最大の表である lineitem (60 万行)への絞込み条件適用結果と、2 番目に大きい表である orders (15 万行)をジョインし、ジョイン結果に対して集計を行っている。

見積りのための処理単価の測定には、HITACHI 9000V シリーズ L1000 (CPU: PA-8500 (440MHz)x2, 2Gbyte Memory), および A500 (CPU: PA-8600 (550MHz)x2, 1Gbyte Memory) を用い、両計算機を 100MB イーサネットでスイッチングハブを介して接続した。L1000, A500 上にはそれぞれ外部データアクセス機能を有する DBMS を配置し、L1000 側を外部 DB とした。そして、lineitem はローカル表、orders を外部表としてそれぞれ A500, L1000 上に定義し、さらに orders は A500 上の DBMS で外部表として定義した。

以上の環境で lineitem の絞込み条件を変化させながら、従来方式の実行時間と提案方式の実行時間見積りを取得した (図 3 参照)。図 3 より、lineitem 出力行数が少ない場合、即ち絞込み率が高い場合 (i.e. よく絞込める場合) には、提案手法の性能が従来手法を上回ることが確認できた。例えば、lineitem からの出力行数が約 50 行の場合には、提案方式は従来方式の約 5 倍の性能となっている。逆に、提案手法は lineitem 出力行数が 600 行以上となった場合には、従来方式よりも悪化していることがわかる。これは、外部 DB へのデータ取得回数増加の影響であると考えられる。

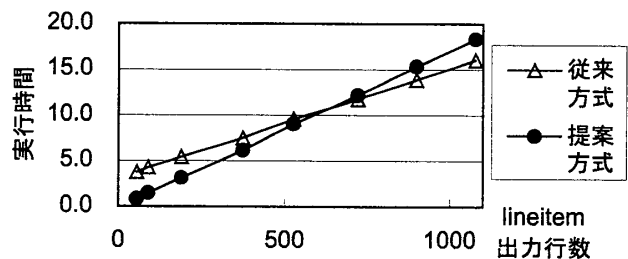


図 3: 測定結果および見積り値の比較

5. おわりに

本論文では、結合条件の定数化により、動的に外部 DB に閉じる条件を生成・適用する外部データアクセス高速化方式を提案し、その有効性を検証した。提案方式は外部 DB への呼び出し回数が少ない場合に有効である。今後は呼び出し回数が多い場合にも対応するためのエンハンス方式、およびケースに応じて適切な実行方式を選択するオプティマイザとの連携方式の検討を進める予定である。

6. 参考文献

- [1] 熊谷 昌大, 清水 晃, 広島 清美, 嶋崎 康一: 「ネットワーク間異種 DB アクセス最適化方式」, 情報処理学会第 64 回全国大会(2002), 4ZA-06
- [2] Transaction Processing Performance Council. TPC-H Benchmark. <http://www.tpc.org/tpch/>