

2 G-2

オブジェクト指向モデルによるデータベース問合せ処理系の実現

波内 みさ 木村 裕

NEC C&C システム研究所

1 はじめに

オブジェクト指向データベース(OODB)は、関係データベース(RDB)に代わる次世代のデータベースとして注目され、研究の成熟に先んじて製品が現れるほど、その管理システム(OODBMS)の開発が現在活発に進められている。

しかし、OODBMSの問合せ処理系には、OODBがターゲットの一つとするマルチメディア・データなど、従来のDBでは取り扱わなかった多様なデータ型の取り扱いに際して、多くの問題が残っている。例えば、画像データなどその検索手法がまだ確立されていないデータ型については、新しいデータアクセス手続きや問合せ最適化手法がDBMSに対して追加されたり、既存のものが修正されたりするが、既存の問合せ処理系はそれらに対する拡張性を考慮していないため、その度に処理系自体を修正・再コンパイルする必要がある。

このように、OODBMSの問合せ処理系には、DBMSの機能拡張に伴って柔軟にそれ自体を拡張・修正できる性質が必要である。本稿では、OODBMS Odin に実装予定のオブジェクト指向モデルによる問合せ処理系について、その概要と拡張可能性について述べる。

2 OODBMS Odin とその問合せ処理系

現在我々は、次世代DB開発の一環として、オブジェクト指向DBMS Odinの研究・開発を行っている[1, 2]。本システムは、DDL,DMLとして、C++にDB操作機能を埋め込んだ言語 Odin/C++を提供している。Odin/C++によるアプリケーション・プログラムは、まず、プリプロセッサによってC++にコンパイルされ、さらにC++処理系によって実行形式のプログラムに変換された後、実行される。

Odin/C++では、集合を扱う基本クラスにメソッド“select”を提供しており、これによりSQLのSELECTに相当する宣言的複合条件検索を実現している。Odinの問合せ処理系は、アプリケーション・プログラムのうち、このselectで書かれたDB問合せを実行する。

Odinは、様々なデータ型を扱う汎用OODBとして設計されているため、先に述べた問合せ処理系の機能拡張が必要である。Odinの問合せ処理系としては、[3]にオブジェクト指向モデルによる処理系を提案しているが、本稿では、問合せ実行計画生成に利用する情報をDBMS自身のDBとして持つよう機能強化した処理系について述べる。

3 オブジェクト指向モデルによる問合せ処理系

3.1 問合せ処理系の構成

本問合せ処理系は、大きく分けて、問合せ実行制御器、問合せ解析器、問合せ最適化器の三つのモジュールからなる

An Object-Oriented Implementation of a Database Query Processor

Misa NAMIUCHI, Yutaka KIMURA

C&C Systems Research Laboratories, NEC Corporation

(図1)。それぞれのモジュールは、オブジェクト指向モデルにより、クラスとして定義される。

問合せ解析器は、与えられた問合せを解析し、問合せ条件が表現するデータの条件およびデータ間の関連・制約を処理系内の内部表現に変換する。この内部表現には、DBデータの1クラスをノードとする循環を含むグラフを用いる。

問合せ最適化器は、問合せの内部表現から問合せ実行計画(Query Evaluation Plan: QEP)を生成する。この時、予め設定された最適化基準に従ってQEPの最適化を行う。最適化器にはそれぞれの基準内容毎にサブクラスを定義し、それぞれのサブクラスのインスタンスが、その最適化実行基準に合った処理を行う。

問合せ実行制御器は、実際の問合せ処理の実行を制御する。通常は、与えられた問合せをまず問合せ解析器に渡してその内部表現を得、次に問合せ最適化器によりQEPを得た後、実際の検索処理を開始する。実行制御器に検索処理実行条件を与えることにより、最適化器のコスト予測値次第で検索処理実行を中止することもある。

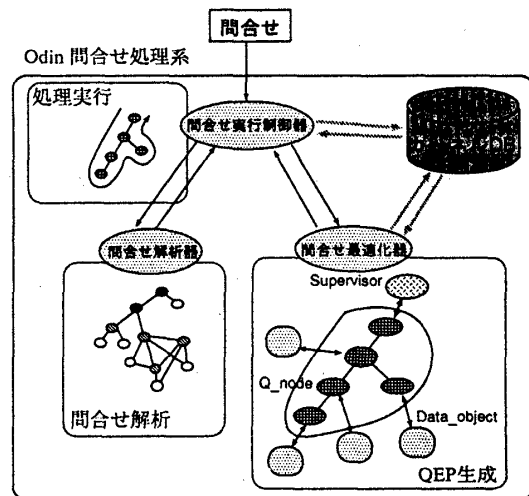


図1: 問合せ処理系の構成

3.2 問合せ最適化器

本問合せ最適化器は、最適化処理を、(i) 問合せ木の構築、(ii) 問合せ木の各ノードでの処理実行関数の決定、の二つのフェイズに分け、これを三種類のモジュールによって実現する。各モジュールは一つのクラスとして定義し、各段階の最適化処理をそれらのメソッドとして定義することによって、最適化戦略の拡張性を実現する。

この三つのモジュールのうち、“Supervisor”とよぶクラスは、QEPの候補となる問合せ木をいくつか生成し、それらに対する最適化処理を管理する。“Q_node”とよぶクラスのインスタンスは、その問合せ木の各ノードとなり、問合せ木を構成する。一つのQ_nodeで実行される処理は、元の検索条

件の一部分(ここではこれを「部分問合せ」とよぶ)の処理に相当する。“Data_object”とよぶクラスは、最適化に用いる情報と部分問合せの最適化戦略を管理する。

本最適化器において処理に用いる情報には、DB中のデータの物理情報や統計情報、検索処理を行う計算機の性能情報等がある。これらの最適化情報の種類に対応して、Data_objectに、(1)検索処理を行う計算機の情報を管理するクラス、(2)DBの情報を管理するクラス、(3)ユーザクラスが継承する基本データ構造(基本クラス)の情報を管理するクラス、(4)ユーザクラスのデータの情報を管理するクラス、の四種類のサブクラスを設定する(図2)。これらのインスタンスは、実世界の計算機資源、DB、DBデータとそれらの間の関連を表現する。

最適化器ではまず、Supervisorにより、問合せ解析器において内部表現に変換された問合せから、Q_nodeからなるいくつかの問合せ木が生成される。そして、Q_nodeとそれに対応するData_objectが最適化処理情報をやり取りすることによって、各Q_nodeが部分問合せの処理実行に利用するDBアクセス関数が決定され、その予想処理コストが計算される。このDBアクセス関数は、DBデータを操作するためにDBMSにより提供されている下位の関数である。

この処理をすべての候補の問合せ木について実行することによって、最適化器では最終的に、複数のQEPとその予想処理コストが得られる。これらは、その予想処理コスト値より、問合せ実行制御器において一つだけが選択され、それに沿って実際のDB検索処理が行われる。

3.3 Data_object とカーネルDB

QEP生成に利用するDBおよび処理環境に関する情報は、DBの統計情報などのように、一般にその獲得に大きなコストがかかるため、一度取得した情報は保存し、トランザクションを越えて利用する。しかし、この情報は恒常的であるとは限らず、OODBの場合には、DBの状態を示す最適化情報はもとより、DBMSの提供する機能さえも変更されることがある。例えば、OODBが扱うマルチメディア・データなどに対する基本クラスでは、そのアクセス手法が確立されていないため、それに対して提供するDBアクセス関数が従来のDB以上の頻度で追加・修正される可能性がある。

このような、永続的であり、かつ動的に追加、削除、変更が行われる可能性のある情報に対しては、その管理方法が、システムの拡張性、保守の容易性を考える上で重要である。例えば、これらの情報を問合せ処理系のプログラム中に埋め込んで利用すると、その内容を動的に変更することが困難であるばかりでなく、DBMSの機能変更の場合には、プログラムに大きな変更を伴うこともある得る。

これに対して本問合せ処理系では、DBMS内にローカルなDBを持ち、これらの情報をこのDBで管理する。このローカルDBを「カーネルDB」とよぶ。QEP生成に利用する情報は、Data_objectの形式でカーネルDBに格納され、管理される(図1,2)。最適化情報だけでなく、利用可能なDBアクセス関数の情報もここで管理することにより、問合せ処理系では、例えば、DBアクセス関数の種類を処理系中に直接コード化する必要がなくなるなど、処理系依存の処理選択肢をプログラムから排除でき、これらに変更が起こった場合でも問合せ処理系側への影響を最小限に抑えることが出来る。

さらに、カーネルDB中に最適化情報の更新の履歴を持たせることにより、この履歴から問合せ処理コスト予測値の信頼性を知ることが出来る。これを基に問合せ実行制御器は、処理の細かい実行制御を行うことが可能となる。

このように、変更が行われる可能性のある情報を問合せ処理系から分離し、データとして管理することにより、問合せ処理系はDBMS自身の変更にも柔軟に対応することが出来るようになる。また、最適化情報の履歴を持つことにより、より知的な問合せ処理を実現することが出来る。

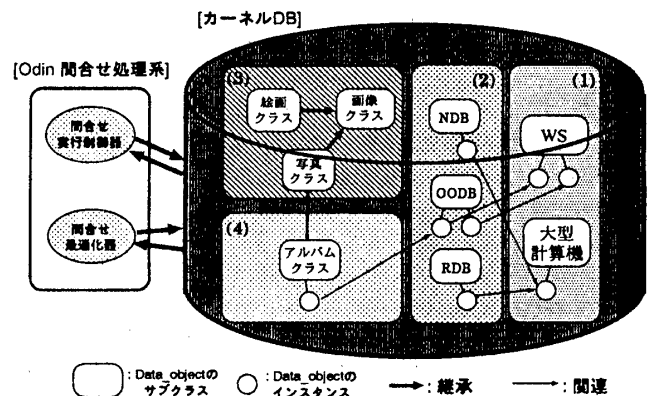


図2: カーネルDBに格納されたData_object群

4 おわりに

オブジェクト指向モデルによるDBの問合せ処理系を提案した。本処理系では、問合せ最適化処理を二段階に分割し、それぞれの段階で適用される最適化処理を、処理系を構成するオブジェクトのメソッドとして実現することにより、最適化戦略の管理の容易化および拡張可能性を実現した。さらに、問合せ処理に用いる情報をカーネルDBに格納・管理することによって、より柔軟な問合せ処理系の実現の可能性を示唆した。

提案した問合せ処理系は、現在その実現を進めている。今後は、DBMSが利用するカーネルDBの持つべき機能についてさらに検討していく予定である。

【謝辞】

当研究に関して、貴重な御助言を下された当社C&Cシステム研究所 鶴岡邦敏課長に感謝いたします。

参考文献

- [1] 木村、鶴岡、波内、「Odin データベースシステムのアーキテクチャと言語」、Proc. Advanced Database System Symposium '92, pp. 63-72, 1992.
- [2] Kimura, Y. and Tsuruoka, K., "A View Class Mechanism for Object-Oriented Database Systems," Proc. of 2nd Conf. on DASFAA'91, pp. 269-273, 1991.
- [3] 波内、「OODBMS Odinの問い合わせ処理系」、情報処理学会 DBS 研究会, DBS84-11, pp.85-92, 1991.