

エキスパートシステムのための実時間推論データベースシステムの設計

3D-9

- 全体概要 -

西山 智

小野 智弘

小花 貞夫

鈴木 健二

国際電信電話株式会社 研究所

1. はじめに

網管理等の分野でのエキスパートシステム(ES)は、例えば網のトラフィック情報等大量のデータを用いて推論(大量データ処理)し、かつ網から発生するアラーム等の外界の変化に実時間で応答(実時間処理)する必要がある。これまで、大量データ処理や実時間処理が可能な汎用のESシェルはなかったため、このようなESを構築するためにはデータ量や実時間処理に関する要求条件を緩和する必要があった。筆者らは、このようなESの構築を容易とするために、大量データ処理と実時間処理が可能な実時間推論データベースシステムの開発を行っている。本稿では、その設計について報告する。

2. 従来の汎用ESシェルの問題点

従来の汎用シェルには大量データ処理と実時間処理に関して以下のような問題点がある。

(1) 大量データ処理

汎用ESシェルには、大量データを扱う場合に必要となるデータの格納や障害回復と言ったデータ管理機能がない。従って、大量データ処理が必要な場合、図1(a)に示すようにデータをデータ管理機能を持つデータベース等に格納し、そこからデータを取り込んで推論を行なう必要があるが、ESシェル側でデータを事実(WME:Working Memory Element)として登録/削除する負荷が大きく、大量のデータを高速に扱えない。

(2) 実時間処理

汎用ESシェルは推論実行中に外界からWMEが変更されることを想定していないため、アプリケーションでルールの実行により外界の変更をWMEに取り込む必要がある(図1(b))。しかしこの場合でも、外界の変更を取り込んだ後、一連のルールが実行されるまで次の変化が取り込めず、外界の変化に対して実時間で応答することが難しい。

3. 実時間推論データベースシステムでの解決方法

実時間推論データベースシステムでは上記の問題点を以下の方法で解決する。

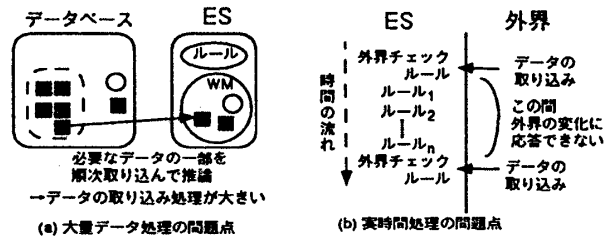


図1: 汎用ESシェルの問題点

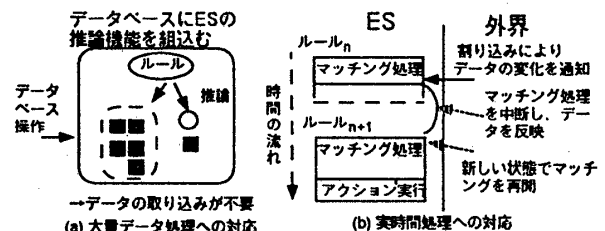


図2: 大量データ処理と実時間処理の実現

- (1) ESの推論機能をデータベースに組み込む(図2(a)). これによりデータベース上の大量データを直接利用して推論できるようにする。
- (2) マッチング処理中に外界からのデータの変化を割り込みにより受け付け可能とする(図2(b)). これにより、ルールの実行を待つことなく外界の変化が推論に反映できる。

このようなシステムの推論部の実現には従来とは異なる推論アルゴリズムが必要となる。このアルゴリズムについては文献^[1]で詳細に述べる。

4. 設計方針

本システムでは、3章で示した解決方法に加えて以下の点を設計方針とした。

- 主記憶上の非永続データとデータベース上の永続データを区別なく推論可能とする。
- 将来の並列処理を考慮したアーキテクチャとする。
- C++によるオブジェクト指向の実装とする。
- ルール記述のためのコンパイラを提供する。
- 外界に対して通常のデータベース機能を提供する。

5. ソフトウェア構成

本システムのソフトウェア構成を図3に示す。実行時に必要な各プロセスのメインルーチンや推論機能等はライブラリの形態でESの開発者に提供される。開発者はアプリケーションをOPS83^[2]準拠のルール記述言語で記

"Design of Database System with Realtime Inference Mechanism for Expert Systems - Overall Architecture -" by Satoshi NISHIYAMA, Chihiro ONO, Sadao OBANA and Kenji SUZUKI, KDD R&D Labs.

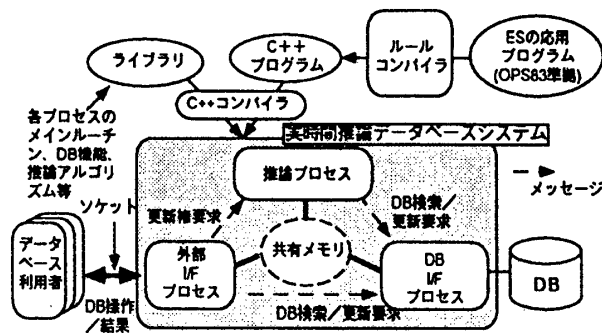


図3: ソフトウェア構成

述し、ルールコンパイラがそれをC++に変換する。そのソースとライブラリをC++コンパイラによりコンパイルし、その応用に対する実時間推論データベースシステムを作成する。作成されるソフトウェアは、推論プロセス、DB I/Fプロセス、外部I/Fプロセスの3プロセスからなる。これら3つのプロセスは、将来の推論の並列化を考慮して、共有メモリを介して情報を共有する。プロセス間には、UNIXの提供するメッセージキューと共有メモリを併用した高速なプロセス間通信を提供する。

推論プロセス

- ・文献^[1]で示す推論アルゴリズムを用いて推論する。
- ・外部I/Fプロセスとの間の更新ロック管理を行なう。

外部I/Fプロセス

- ・外界に対して、make(作成)、modify(更新)、remove(削除)、search(検索)の4種類のデータベース操作を提供する。

DB I/Fプロセス

- ・他のプロセスからの要求によりDBと共有メモリ間でデータを含むページ(2KB程度)の読み込み/書き戻しを行なう。
- ・トランザクション機能を提供する。
- ・拡張可能DBMSであるASSIST/D^[3]をベースに実現する。

6. 推論機能の実装方式

6.1 クラス定義

図4に示すようなC++のクラスを定義した。図4での上段のクラスはスキーマ情報を格納したクラスである。中段のクラスは応用で記述された事実の型(WM:Working Memory)や推論アルゴリズムに必要なAMEM(α メモリ)のためのクラスである。下段のクラスは、WMやAMEMに格納される要素(WMEやAMEMエントリ)のためのクラスである。

6.2 永続/非永続データの混在

クラス操作時に永続/非永続データ(オブジェクト)の混在を意識する必要をなくすために、WMEやAMEM

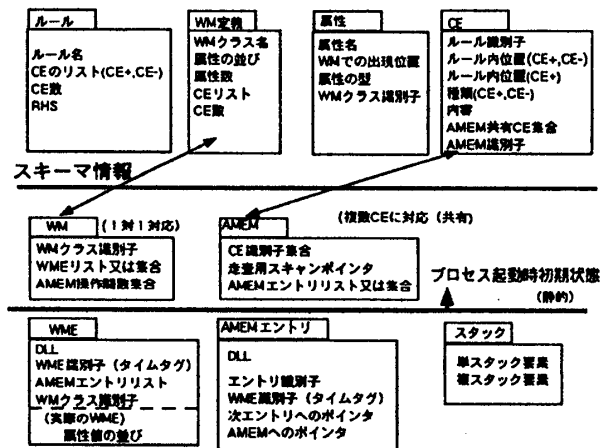


図4: 推論部分のクラス定義

エントリ等への操作はそのクラスへの仮想関数として定義する。これらのクラスに対しては永続/非永続毎にサブクラスを設け、実際の操作関数を定義する。非永続サブクラスではポインタとして物理的なアドレスを、また永続サブクラスではポインタとして論理的なアドレス(ディスク頁番号+オブジェクト識別子)を使用する。

6.3 共有メモリによる情報共有

WMEやAMEMエントリ等のクラス定義ではC++の仮想関数を使用しているが、仮想関数を用いるとオブジェクトには物理的なアドレスが含まれる。共有メモリのアドレスはプロセス毎に異なるため、複数プロセスでオブジェクト自身を共有メモリを介して共有することはできない。このため共有メモリにはオブジェクトではなく必要な情報を含む構造体のみを載せて、各プロセス内のオブジェクトから指し示してアクセスする。

7. おわりに

本稿では、大量データ処理と実時間処理が可能な実時間推論データベースシステムの設計の全体概要について報告した。データベースシステムにESシェルの持つ推論機能を組み込み、大量データ処理を可能とした。また、マッチング処理中に外界の変化を割り込みとして捉えることで実時間処理を可能とした。今後、実装を進め評価を行なっていく予定である。最後に日頃御指導頂くKDD研究所 浦野所長に感謝します。

参考文献

- [1] 小野 他: “エキスパートシステムのための実時間推論データベースシステムの設計-推論アルゴリズム-”, 第51回情処全大3D-10, (1995).
- [2] C. Forgy: “The OPS83 User's Manual Ver. 2.2,” (1986).
- [3] 西山 他: “拡張可能DBMS構築技法に基づく高速OSIディレクトリ専用DBMSの設計と評価,” 情処論文誌 Vol.34, No.6, (1993).