

TM-0185

関係型知識ベースにおける
RBU演算の処理方式

森田幸伯

July, 1986

©1986, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

関係型知識ベースにおけるRBU演算の処理方式

Retrieval-By-Unification Operation On a Relational Knowledge Base

Yukihiro MORITA, Haruo YOKOTA*, Kenji NISHIDA, Hidenori ITOH

Institute for New Generation Computer Technology

*Fujitsu Laboratories Ltd.

Proc. 12th Int. Conf. on Very Large Data Base, 2A-3, August 1986.

抄訳者 森田幸伯 (ICOT)

関係型知識ベースは、知識ベースに対するひとつのモデルであり、知識は項関係の形で格納・管理され、単一化に基づく検索、RBU (Retrieval-By-Unification) 演算により検索を行う。RBU演算、特に単一化結合の処理は、マシンにとって非常に重い負担となる。単一化結合について効率的な処理を行うための項の順序付けと、それを用いたRBU演算専用装置 (単一化エンジン) について述べる。

1. はじめに

第5世代コンピュータシステム研究開発プロジェクトの中期の目的の1つとして知識ベースマシンの開発があげられる。知識処理を大規模なシステムで考えた場合、データ処理におけるデータベースのように、知識を効率的に管理・共有できるサブシステムが必要である。本稿では、そのようなサブシステムを効率よく実現するマシンを知識ベースマシンと呼ぶ。知識ベースマシンは、さまざまなユーザ/ホストが利用するため、その概念構造は柔軟性にあることが望ましい。横田の提案している関係型知識ベースは、知識ベースマシンに対する非常に柔軟な概念モデルとなっている。しかし、そこで提案されているRBU演算、特に単一化結合を単純に行うとマシン側の処理量が非常に大きくなる。本稿では、単一化結合を効率よく行うための処理方式およびその専用装置の一実現方式について報告する。

2. 関係型知識ベースモデル

関係データモデルでは、関係の各属性の領域をアトミックなものに制限している。

それに対して関係型知識ベースモデルは、関係の各属性の領域として項の集合を許した項関係を扱う。項関係上の操作としては、関係代数のイクオリティチェックを単一化操作に拡張した単一化結合 (unification-join)、単一化制約 (unification-restriction) を用いる。これらをRBU (Retrieval By Unification) 演算とよぶ。射影 (projection) は関係代数のそれと同じである。

単一化制約は、単一化結合を用いて行うこともできる。

3. RBU演算の処理方式

関係データベースでも関係代数の処理効率が問題になったように、関係型知識ベースにおいてもRBU演算とくに単一化結合の処理効率が問題となる。

3.1 項の順序付け

最も単純に考えれば、単一

化結合は2つの項関係のタプル (tuple) のすべての組合せに対して指定されたアイテムが単一化可能かどうかを調べればよい。しかし、すべての組合せを生成することは、非常に大きな処理負担がかかる。そこで項関係のタプルを何らかの特性で順序付けることにより組合せを省略したい。

項を順序付けるためにジェネラリティの概念を導入する。ただ、ジェネラリティの順序付けは、全順序ではないため、ジェネラリティの順序付けを保存しつつ、全順序にする方法を考える。そこで、項が木で表現されることに注目し、その木の線形化しその辞書的順序を用いることにする。

3.2 単一化結合の処理方式 このように (ジェネラルな順に) 順序付けられた項の列に対して、文字列どうしの比較操作だけで単一化可能な可能性のある項のペアを選びだしたい。

項を文字列で表現したとき単一化可能なものは先頭から見てどちらかに変数が現れるまで文字列は一致しているはずである。文字列が順序付けられているので、変数より前方の文字列が一致しなくなるまで、その項をスタックに保存しペアをつくりだす。異なったらそれ以降の項の列に対しては、単一化は不可能なので組合せを省略できる。

4. 単一化エンジンの一実現方式

4.1 単一化エンジンの構成 単一化エンジンの構成を図6に示す。単一化エンジンは、2つの入力および1つの出力の合計3つのチャネルを持ち、パイプライン的にデータストリームを読み込みながら処理を行ない出力する。

単一化エンジンは、次の5つの要素からなる。

項関係のタプルから処理対象のアイテムを切り出す前処理ユニット、オーダリングに従い項をソートする可変長ソータ、ソートされた2つの項の列を受け取り、単一化の可能性のある項の組 (ペア) を生成するペアジェネレータ、生成された項の組の辞書

化作用素 (mgu) を求める単一化ユニット、さらに最汎化作用素をもとのタプルに適用する後処理ユニットである。

4. 2. ソート ソート部は、可変長の文字列を扱うソートで、2ウェイマージソートを用いる。項のソートのためには可変長文字列のソートを行わなければならない。可変長の文字列を文字単位に比較の文字位置あわせのための巻戻しなしにストリームタイプで処理するために、文字列の線形化Trie表現を用いる。

4. 3. ペアジェネレータ ペアジェネレータの構成を図7に示す。ペアジェネレータは、必要な項を単一化の可能性が無くなるまで、スタックに積んでおき、入力された項と比較し文字列の比較で単一化不可認とされるもの以外の項のペアを全て出力する。

4. 4. 単一化処理部 単一化処理部は、基本的なRobinsonのアルゴリズムの各ステップに相当するブロック (図10) から構成された単一化エレメントをループに相当する分だけ多段に直列接続した構成をとっている (図9)。図9の構成では、変数の数に

制限を加えない場合には、単一化エレメントが無限に必要なとなるが、図11のようにサーキットスイッチングネットワークやスイッチングネットワークなどにより有限の単一化エレメントで構成できる。

5. まとめ

項の順序付けに基づくRBU方式の処理方式および実現方式を提案した。今後は提案したアルゴリズムやエンジンについてシミュレーション等により評価を行っていく予定である。

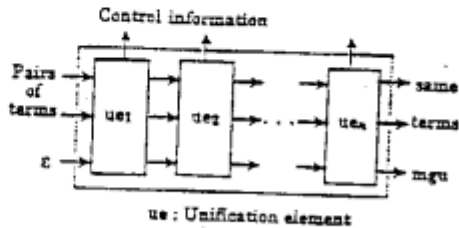


Figure 9. Hardware for unification algorithm.

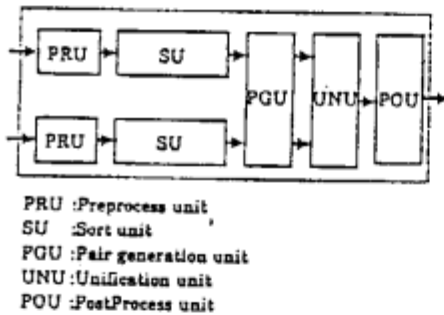


Figure 6. Unification engine configuration.

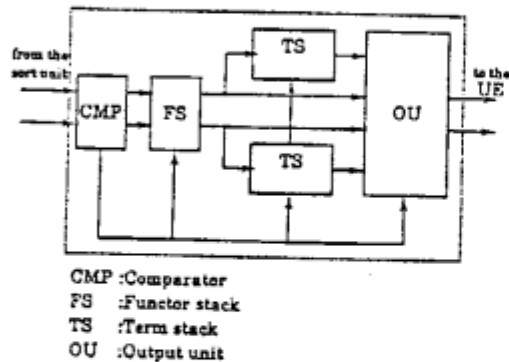


Figure 7. Pair generation unit configuration.

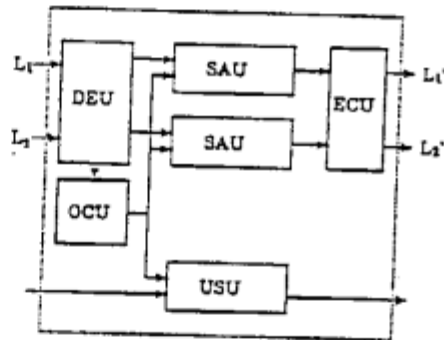


Figure 10. Unification element configuration.

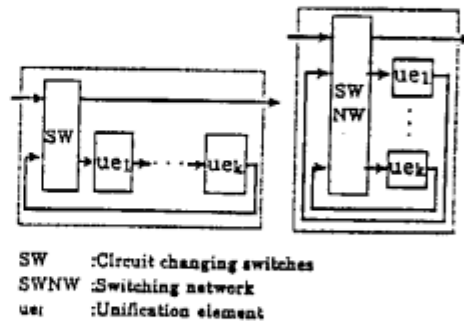


Figure 11. Unification unit configurations.