

## 大規模知識ベースマシン実験機の開発 (3)

- 単一化エンジンの構成方式について -

酒井 浩 柴山 茂樹 岩田 和秀  
(株)東芝 総合研究所

森田 幸伯 物井 秀俊 伊藤 英則  
(財)新世代コンピュータ技術開発機構

横田 治夫  
富士通

## 1 はじめに

われわれは、関係モデルの属性値の欄に変数を含む項を格納でき、結合演算等の条件として単一化を追加した表現を使用して知識を格納し、演算を複数のプロセッサ(単一化エンジン)で並列処理する大規模知識ベースマシンの研究を行なっている。

本稿では、単一化結合演算の具体的な仕様とデータの内部表現、およびエンジンの構成方式について述べる。

## 2 単一化結合演算の仕様とデータの内部表現

単一化結合演算は、2つの関係の中から単一化可能なタブルの対を生成する演算である。単一化エンジンによる演算では、図1のように、単一化すべき属性を各関係それぞれにつき1つ指定し、また出力する属性の並びを指定するようになっている。

タブルの属性値として格納される項は、図2のようにそれぞれの関数子、アトム、変数を4バイトで表現する。その中には、アトム/関数子と変数を区別するタグ情報、引数の個数(関数子/アトムの場合のみ)、システムで

統一的に付与した識別番号が含まれる。

## 3 単一化エンジンの構成

単一化エンジンの構成を図3に示す。各要素の機能は次のとおりである。

タブル記憶部：入力したタブルの格納場所

前処理部：入力タブルをタブル記憶部に格納しつつ、

単一化結合の対象となる属性をソートソータへ送る。

ソートセル：2ウェイマージ・ソート法により、項をジェネラリティの順[森田86]に並べかえる。

ペア生成部：並べかえられた2つの属性の列を受取り、単一化の可能性のある属性の組(ペア)を生成し、

単一化ユニットへ送る[森田86]。また、出力生成部に、ペアとなるタブルの、タブル記憶部上の格納番地を送る。

出力生成部：タブル記憶部を参照して、単一化結合の結果として出力する属性の並びを生成する。

単一化セル：ペアとなった属性間で単一化を試み、ひとつの変数に対する置換を求める。

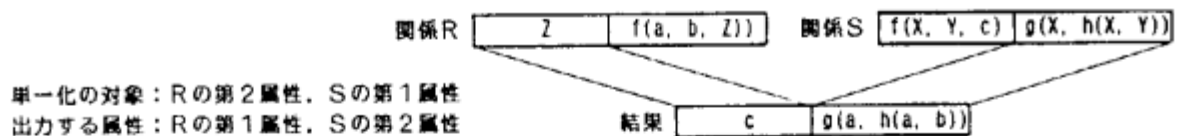


図1 2つの関係型知識に対する単一化結合演算の例

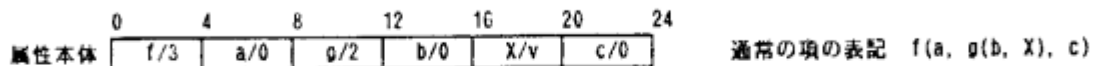


図2 関係型知識の内部表現

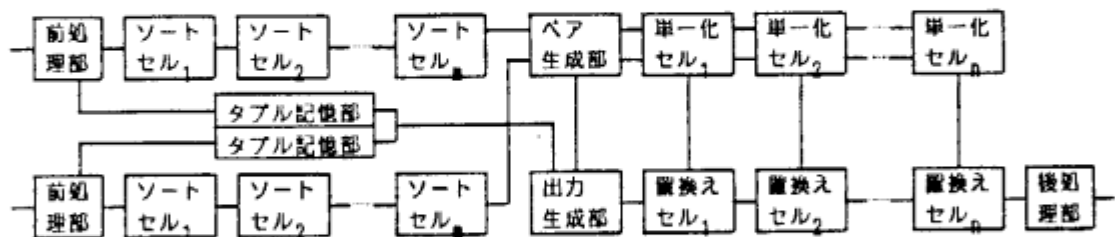


図3 単一化エンジンの構成

Development of an Experimental Very Large Knowledge Base Machine Design of the Unification Engine  
Hiroshi SAKAI,<sup>1</sup> Shigeki SHIBAYAMA,<sup>1</sup> Kazuhide Iwata,<sup>1</sup> Hidetoshi MONOI,<sup>2</sup> Yukihiro MORITA,<sup>2</sup> Hidenori ITOH,<sup>2</sup>  
Haruo YOKOTA<sup>3</sup>

1 TOSHIBA 2 ICOT 3 FUJITSU

置換えセル：単一化セルで求めた、ひとつの変数に対する置換を出力生成部からの出力に適用する。

後処理部：データを標準形式に変換する。

各要素は、関数子/アトム、変数の4バイトデータを処理単位とし、データが図2に示した要素間の接続線を通れることにより、前述の単一化結合等の処理を行なうよう設計されている。

#### 4 単一化結合の処理方式

単一化エンジンによる単一化結合の処理は、単一化の可能性のあるペアの生成〔森田86〕、そのペアに対する単一化および最終出力の生成〔横田86〕にわけることができる。ここでは後者の処理方式について、詳細化した結果を述べる。単一化エンジンでは、この処理を下記の4つの処理にわけて行なっている。

##### (1) 変数のリネーム

関係中に現われる変数は、同じ名前であってもタブルが異なれば区別する必要がある。そこで、各タブル内に現われる変数に、1から順に番号づけるのを標準とし、単一化エンジンの2つの前処理部(図2)の一方で変数の識別番号の最上位ビットをたてることにより、単一化すべき項の周で同じ識別番号の変数が現われないようにしている。また、一般に演算結果では変数の識別番号が乱れてしまっているのを、後処理部(図2)で識別番号を1から順にふり直している。

##### (2) ペアに対する単一化処理

ペア生成部が生成するペアは、必ずしも単一化可能であるとは限らないので、実際にそれを調べ、単一化可能な場合は、mgu(最汎化置換)を求める必要がある。

単一化エンジンでは、これを直列に並べた単一化セル(図2参照)で処理する。ひとつの単一化セルは、ペア生成部または前段の単一化セルから項のペアを語単位で受取る。受取ったデータが両方とも関数子またはアトムの場合、それらが一致しなければ単一化失敗(図4(a))とし、一致すればそれらを捨てて次のデータを受取る。受取ったデータのうち少なくとも一方が変数の場合、他方のデータのみを続けて受取ることにより、その変数に対する置換を求める。変数のオカチェック(図4(b))

も同時に行なう。そして、ペア残部については、求めた変数の置換を適用しつつ次段の単一化セルに送る。また、変数に対する置換の情報を置換えセルに送る。

##### (3) 出力すべき属性の並びの生成

単一化エンジンでは、出力する属性の並びの生成は、出力生成部(図2)がペア生成部の指示に基づき、入力データ全体を格納しているタブル記憶部を参照することにより行なう。生成データは置換えセルに送られる。

##### (4) 出力する属性の並びに対する変数の置換の適用

各置換えセル(図2)は、出力生成部もしくは前段の置換えセルから受取った出力すべき属性の並びに対して、単一化セルから受取った、ひとつの変数に対する置換を適用して次段に送る。単一化セルで単一化に失敗した場合、現在は置換えセルの最終段で捨てるようにしている。

#### 5 おわりに

単一化エンジンが行なう単一化結合の仕様とその処理方式について述べた。しかしながら、現処理方式には、処理できる変数の個数が単一化セルの段数で抑えられてしまうという欠点がある。また、ペア生成部が出力した項の組が実際には単一化しない場合でも、出力生成部で生成したデータに、置換えセルで変数の置換を適用するようになっている。しかも、単一化セル間より置換えセル間の方が、流れるデータの量が一般に多いと思われるので、生成した項の組の多くが単一化に失敗する場合、処理性能の面で問題がある。現在、処理方式の改良案を検討し、ソフトウェア・シミュレーションにより、その効果の検証を行なっている。それについては〔小黒86〕を参照されたい。

#### 参考文献

- 〔森田86〕 森田他、「単一化結合の処理方式」第32回情報処理学会全国大会(1986)
- 〔横田86〕 横田他、「単一化エンジンを用いた知識ベース・マシンの構成方法」第32回情報処理学会全国大会(1986)
- 〔小黒86〕 小黒他、「単一化エンジンの評価」第33回情報処理学会全国大会(1986)

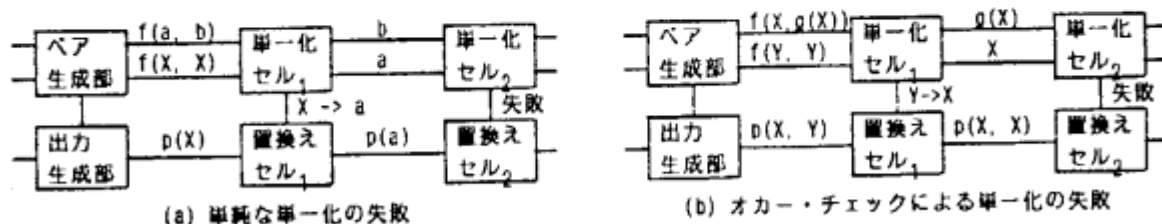


図4 単一化に失敗する例