

メタレベルのプログラミング機能を持つ
高速推論システム—SPIRE

7M-2

佐伯俊彰¹、 溝口理一郎²、 馬野元秀³、 角所収²

1 日立造船(株) 2 大阪大学産業科学研究所 3 大阪大学大型計算機センター

1. はじめに

SPIRE (SPIrit of REasoning) [1] は、

- (1) シンプルで使いやすい
- (2) 知識をドメイン自身(オペレーション)に関するオブジェクトレベルの知識とメタ知識(知識に関する知識、戦略知識)に明確に分けて扱うことが可能
- (3) 推論の制御機能が強力
- (4) 高速
- (5) 他言語とのインターフェースが強力

なる設計方針に基づいたプロダクションシステム(PS)を中心とするエキスパートシステム構築支援ツールである。

特に、本ツールは、KEEやART等の大規模ツールとOPS5等の低レベル言語との中間に位置し、OPS5のシンプルさを生かして、推論機能の高度化を目指したものである。

PSの高速化には、コンパイラの性能の向上と推論を制御して探索空間を狭める機能を追加することが考えられる。前者については、Reteアルゴリズム[2]を用いているものが多く、後者においては、際だったものは存在しない。

そこで本稿では、推論制御を行うためのメタ知識と推

論制御に必要な情報を生成する知識ベースコンパイラによる推論の高速実行を目指したAIツール:SPIREについて報告する。

2. システムの概要

SPIREは、前向き・後向き推論のルール・レベルにおける動的な切り替え、競合の解消、サブゴールの設定を行う機能を持つ。さらにSPIRE全体は、「問題解決マネージャ」により管理されている。

SPIREの基本構成を図1に示す。

知識ベースは、プロダクションルールとフレームより構成されている。

知識ベースコンパイラは、知識ベースをコンパイルして推論制御に必要な情報を収集し、連想ネットワーク[3]を構成する。

メタレベルは、ユーザーが自由に記述可能でありドメインに依存しないメタ知識、すなわち、知識ベースのコンパイル情報を用いて定義した構造的な知識とドメインに依存するメタ知識、すなわち、専門家のもつヒューリスティックスやルール選択における戦略的な役割(Focus Attention)を果たすドメインに固有の知識(戦略知識)、さらに戦略競合集合の競合の解消を行うためのメタ・メタ知識より構成されている。

ドメインに依存しないメタルールは、前向きコンフリクトセットの競合解消のためのルールと後向きコンフリ

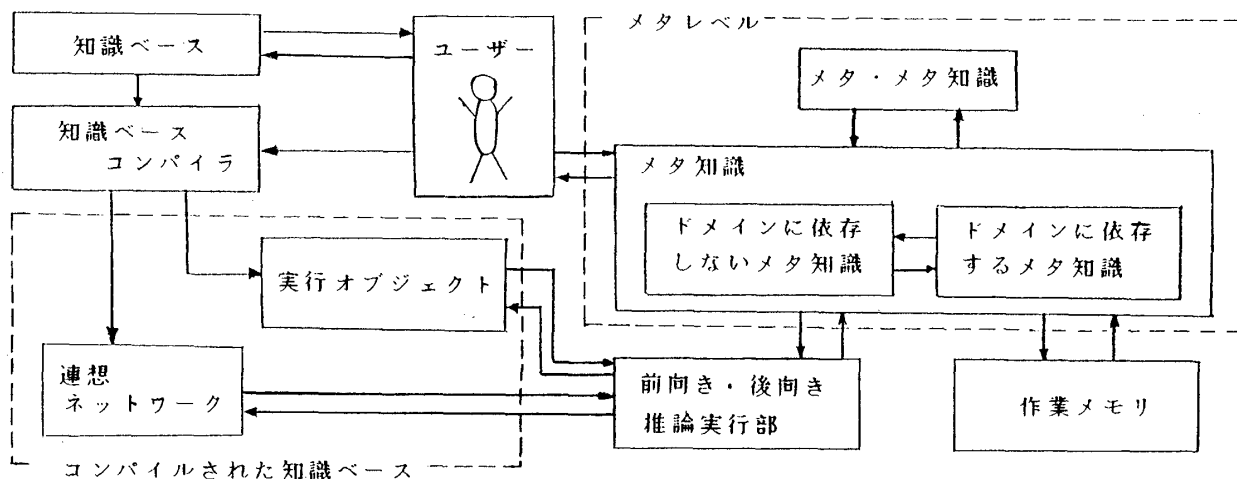


図 1 SPIREの基本構成

SPIRE : A Fast Inference System with Meta-Level Programming Facilities
Toshiaki SAEKI¹, Riichiro MIZOGUCHI², Motohide UMANO³, Osamu KAKUSHO²

1, Hitachi Zosen Corporation 2, I.S.I.R., Osaka University 3, Computation Center, Osaka University

クトセットの競合解消のためのルールからなる。

ドメインに依存したメタルールの実行部は、実行時における負担量をあらわす評価値を出力する関数部と戦略知識部より構成されている(図2)。

SPIREは、オブジェクト指向機能を用いてすべてのルールをモジュール化している。クラスは、クラス名・上位クラス・共通ルール・ローカルルールにより構成されている。継承は、多重継承である。共通ルールは、常に参照可、つまりどこのクラスからでも利用できる。また、ローカルルールは、所属クラスと属性を継承しているクラスにおいてのみ利用できる。

ルールは、すべて双方向に利用でき、条件部・結論部共に関数の記述ができる。後向き推論時には、ユニフィケーションとバックトラックの機能をサポートしているのでプロダクションルールの結論部がすべてファクトの修正・生成項を一つだけ含むホーンクローズであれば、プロログライクな後向き推論が可能である。

3. システムの動作

- (1) 初期条件とゴールを与える。ゴールが明確でない場合は、初期条件だけでよい。
- (2) 問題解決マネージャにより使用するドメインルールのクラス・作業メモリ・メタクラスが決定される。
- (3) 連想ネットワークを参照しながら、前向き・後向き Conflict Set を作成する。特に、前向き Conflict Set は、図3に示すアルゴリズムを用いて作成する。
- (4) メタ知識を用いて戦略 Conflict Set を作成する。
- (5) メタ・メタ知識を用いて戦略を決定する。このとき前向き・後向き推論の切り替え、サブゴールの設定等が行われる。

4. システムの評価

初期条件とゴールが明確である幾何学の証明問題を用いてハンドシミュレーションを行った結果を表1に示すが、このシステムの有効性を示している。

また、推論途中でサブゴールが設定されることがあれば、局所的に双方向推論が必要となるので、最終ゴールが明確でない場合でも本方式は有効である。

前向き専用ルールは、実行しなければ結論が見えず連想ネットワークを構成できないため本ツールには採用していないが、現在、双方向推論用ルールだけでどれだけの問題をこなせるのか検討中である。

5. おわりに

現在、Common Lispでインプリメント中であり、今後、Fuzzyの概念をとりいれてあいまいさも扱えるようにしユーザーインターフェイス部を拡張していく予定である。

6. 参考文献

- [1] 佐伯、溝口、角所：“メタレベルのプログラミング機能を持つ高速推論システム”、電子通信学会技術研究報告(人工知能と知識処理)、論文番号 AI86-12,(1986)。
- [2] Forgy,C.L.：“Retes:A Fast Algorithm for the Many Pattern/Many Object Pattern Match Problem”,A.I.,Vol.19, No.1,pp.17-37,(1982)。
- [3] 鶴田、能見、宮本：“連想・選別型推論のアナロジーによるプロダクションシステムの高速実行方式”、情報処理学会論文誌、Vol.26,No.4,(1985)。

- (1) WM内の角aを一角とする三角形の数をカウントする。
- (2) WM内の角bを一角とする三角形の数をカウントする。
- (1) * (2) を評価値として出力する。
- (2)
 - (1) 角aを一角とする三角形Aと角bを一角とする三角形BをWMからリストアップする。
 - (2) 前向きC, S, 中にR1~R5と共にInstantiationを構成している三角形AとBが存在するとき、前向きルールが優先的に発火する。
 - (3) 三角形AとBの間に成立している関係式の多い順に三角形のペアを作成する。関係式が高々一組しかない三角形のペアは削除する。
 - (4) (1) (3)により選択された三角形のペアの合同[△---△---△]をサブゴールとする。

図2 ドメインに依存したメタ知識

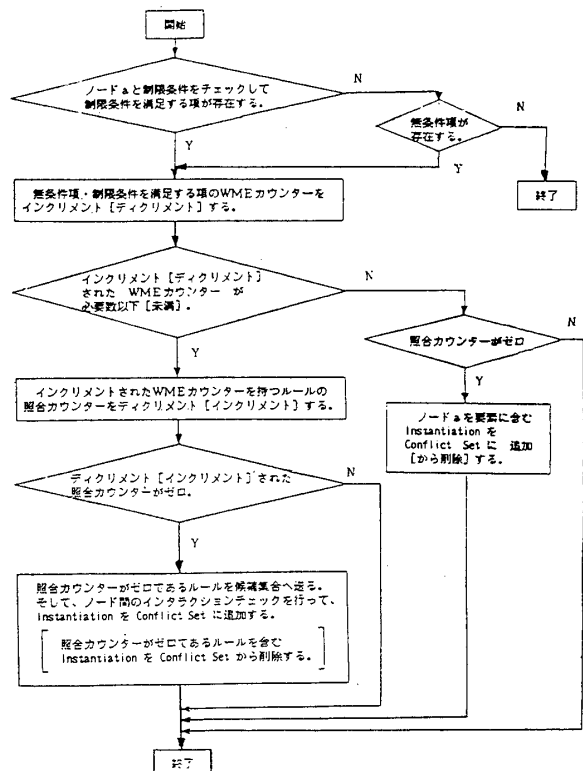


図3 ルール実行後にファクトaを生成[削除]するアルゴリズム

表1 同一幾何学証明問題の推論結果の比較

| | ルール実行ステップ数 |
|------------|------------|
| SPIRE | 7 |
| OPS5のLEX戦略 | 27 |