

1 Q-6

エキスパートシステム構築支援ツール KBMS-3  
- 推論制御機能 -

森原 一郎      村山 隆彦      遠藤 正司  
NTT 情報通信網研究所

1 はじめに

知識処理技術の普及にともなう、様々な分野で実用的な ES (エキスパートシステム) が開発されるようになった。また、対象の問題も診断問題をはじめとして、分析問題、計画問題、設計問題など幅広く、内容が複雑化している。そのため、知識表現機能の拡充や推論を効率よく実行するための推論制御機能などが要求されており、ES 構築支援ツール KBMS でも、従来からこれら機能の強化を図っている [1]。

本稿では、より一層の適用性拡大をねらいとして、KBMS-3 [2] で新たに追加した仮説推論機能と推論実行制御機能についてその特徴と実現方式を報告する。

2 推論機能に対する要求と問題点

計画問題や設計問題は、一般に目標とする条件を満たすだけの組み合わせを求める問題と考えることができ、組み合わせの生成と条件充足性の検証を繰り返し行う解法が採られる。このような問題では、膨大な組み合わせの中から如何にして効率よく解を見つけるかが重要な課題となる。この課題の解決手法の1つとして ATMS [3] をベースにした仮説推論機能があるが、仮説の組み合わせ管理が容易な反面、組み合わせの爆発がおきる可能性が高い、時間経過に基づく状態遷移が扱えないなどの問題がある。

一方、組み合わせの生成をルールで明示的に記述することによって組み合わせの爆発を回避する手法が考えられるが、組み合わせの生成を旨く制御しなければ効率よく解を求めることができない。KBMS においてもタイムタグ、ルール優先度、確信度などによって推論を制御する機能を提供しているが、きめ細かく制御を行おうとするとルールが非常に複雑になったり、処理効率が悪くなるという問題がある。

KBMS-3 では、このような問題を解決するためにつきの2つの機能を新たに提供している。

- (1) 同じ仮説の組み合わせの生成を抑制することによって、効率よく解を求めることが可能な仮説推論機能
- (2) 手続きによる推論制御を可能にすることによって、きめ細かな制御を実現可能にする推論実行制御機能

3 仮説推論機能

KBMS-3 の仮説推論機能では、仮説の組み合わせ生成を制御できるように、仮説の更新、追加、あるいは削除を明示的に記述することによって新たに組み合わせを生成する方式をとっている。(図1参照) また、解に至る手順を求められるように、組み合わせ生成の履歴を管理している。

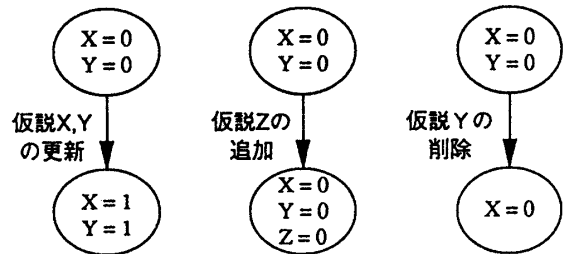


図1: 仮説の組み合わせの生成

しかし、ルールで仮説の組み合わせを明示的に生成すると、同じ組み合わせが生成されるために無限ループに陥ったり、同じ組み合わせの生成/削除が何度も繰り返される場合が多い。これを回避する処理をルールで記述すると、記述が複雑で処理のオーバーヘッドが大きい。そこで、仮説管理機構に以下の機能を持たせることによって、この問題を解決することとした。

(1) 仮説の組み合わせのマージ

同じ仮説の組み合わせが生成された場合はマージを行い、組み合わせの因果関係だけを個別に管理する。(図2参照) マージによって新たな組み合わせの生成が抑止され、無限ループや冗長な処理を回避できる。

尚、マージ処理は仮説の組み合わせをハッシュ管理することによって、高速に処理できるようにしている。

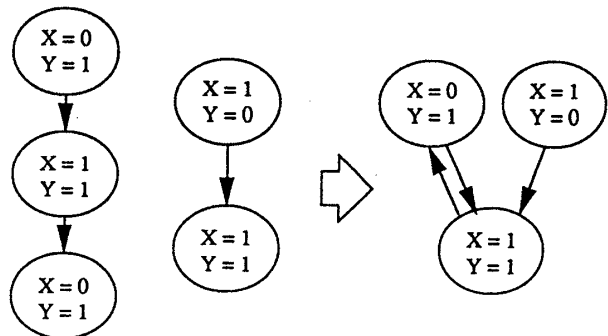


図2: 仮説の組み合わせのマージ

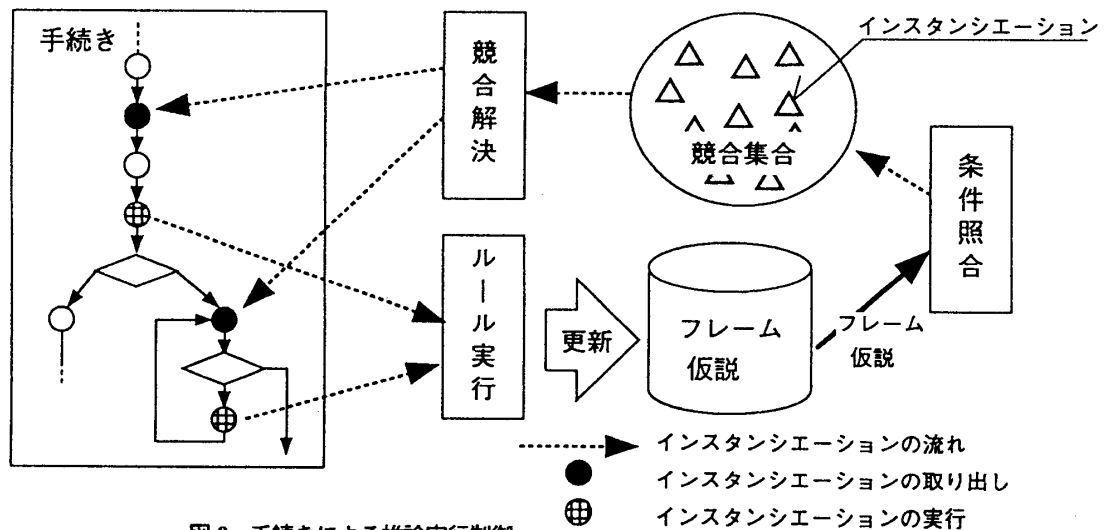


図3: 手続きによる推論実行制御

#### (2) 不成立の組み合わせの管理

条件を満たさない組み合わせは、消去せずに不成立の組み合わせ (条件照合の対象にはならない) として管理する。これによって、成立しない組み合わせの生成/検証/削除が繰り返し行なわれることがなくなり、処理の効率化が可能である。

#### 4 手続きによる推論制御機能

問題が複雑化するにしたがって高度な推論制御が必要とされる場合が多い。例えば、2章で述べたように、計画問題や設計問題では、解を効率よく求めるために、つぎに実行すべき最適な仮説生成ルールを決める必要がある。また、診断問題等では、センサー等の外部プロセスの状態に応じて実行するルールをリアルタイムに切替えるような制御が必要である。

このような高度な推論実行制御をルールだけで実現することは非常に難しい。また、実現できるとしても記述が複雑になり、メンテナビリティが悪くなる。そこで、KBMS-3では以下に述べる方式で推論制御を実現できるようにした。

##### (1) ルールの実行制御

推論処理では、通常、条件照合、競合解決、ルール実行の3つのフェーズが繰り返し自動的に実行される。これに対して、インスタンスエーションの取り出しと実行のインタフェースを作成し、それぞれの実行を手続きによって制御可能にした。

図3に示すように、手続きの中でインスタンスエーションの取り出しを行ない、取り出したインスタンスエーションによってルールを実行する。ルールの実行によって更新されたフレームや仮説は条件の再照合が自動的に行なわれ、つぎのインスタンスエーションの取り出しが可能になる状態になる。

##### (2) 競合解決の制御

インスタンスエーションの選択条件を簡易言語によって定義/登録できるようにし、インスタンスエーション取

り出し時に選択条件を指定可能にした。簡易言語では、タイムタグやルール優先度の他に、フレームや仮説の値、ルール名などをもとにきめ細かな選択条件が容易に定義できる。

インスタンスエーションの取り出しと実行の間、あるいは実行とつぎの取り出しの間には任意の処理を行なうことが可能である。そのため、センサーの状態監視や仮説の組み合わせの評価などが手続きの中で行なえる他、インスタンスエーション選択条件の指定による実行ルールの切替えや推論の中断/終了等の制御も容易に実現することができる。

このように推論制御を手続きで実現可能にすることによって、制御処理そのものが簡易になるとともに、ルールには問題解決の知識のみ記述すればよくなるため維持管理が容易になる。また、推論の実行制御をきめ細かく行なうことができるため、効率的な推論処理が実現できる。

#### 5 おわりに

KBMS-3の適用性拡大をねらいとして新たに開発した仮説推論機能と推論実行制御機能の特徴と実現方式について述べた。これらの機能によって、計画問題や設計問題などの複雑な問題に対しても、効率的に問題解決を行なうことが可能である。今後は、具体的な問題への適用を進める中で、有効性の評価と一層の機能拡充を図る予定である。

#### 参考文献

- [1] 森原他：推論制御機能を強化したES構築支援ツール: KBMS, 人工知能学会研究会資料, 1988.
- [2] 服部他：エキスパートシステム構築支援ツール KBMS-3 - 構成方式 -, 本予稿集, 1992.
- [3] de Kleer, J : An Assumption-based TMS, Artificial Intelligence 28, pp.127-162, 1986.