

知識ベース操作システムSIGMAの構築と評価実験

三石彰純、吉良賢治

三菱電機㈱ 情報電子研究所

1. はじめに

我々は集合の概念を用いた知識モデルKSIで表現した知識を蓄積・管理するシステムとしてSIGMAを開発してきた。SIGMAは逐次型推論マシンPSI上で動作する知識ベース操作システムであり、知識ベース管理システムKappaのデータベース機能を用いて二次記憶上に蓄積した知識ベースの維持・管理・操作・利用を行うシステムである。SIGMAの概略機能と評価実験の結果について報告する。

2. SIGMAの概要

2.1 システム構成

SIGMAは図1に示すように二次記憶上の知識ベース（パーマメント知識：PK）を必要に応じて主記憶上（テンポラリ知識：TK）に展開し、推論を行う。PKとTKの変換や対応付けはSIGMAが行うので利用者は知識の所在を意識する必要はない。ソース知識は人間に読める形式の知識記述であって、主として知識の初期ロードに用いる。二次記憶の管理はKappaの非正規型データベース管理機能を用いて行っている。

2.2 特徴

①多面的な見方のできる知識モデル

KSIは集合とその要素の帰属関係で実世界をモデル化して表現する知識モデルである。KSIで知識ベースを構築すると、多面的な見方で知識ベースを見る事ができ、また多面的な見方をする機能をSIGMAは提供している。たとえば、集合に注目してその要素を列挙することは検索であり、要素に注目してその極小集合（その要素が帰属する集合で、その集合の部分集合には帰属しないような集合）を探索することは診断にあたる。個体を集合に強制的に帰属させたり、帰属しなくさせることは動的な継承機構を前提とし、設計問題への親和性が期待できる。とくに設計問題には動的継承機能だけでなく設計例の「検索」や設計案の「診断」などが必要であり、それらを同時に扱えるSIGMAに適した分野と言える。

②プログラムインタフェースに徹している

利用者には知識ベース利用システムの開発環境を提供するのではなく、知識ベース管理・操作機能を提供する。開発環境はユーティリティの形で本体と分離することで本体を軽くでき、また適用分野を広げることができる。さらに本来のコマンドを組み合わせて高機能なコマンドを定義できるコマンドライブラリ機能によって応用システムごとに特殊化した高機能コマンドを提供することができる。

3. 機能

SIGMAの持つ機能で特徴的なものについてを述べる。

3.1 推論機能

集合-要素間の帰属関係の判定を基本としている。その発展形として集合間の上位-下位関係が構成する有向グラフの探索（診断機能）、要素の列挙（検索）や、集合-集合間の包含関係の判定などが行える。これらの推論機能をはじめSIGMAの全ての機能は86種のコマンドによって起動される。

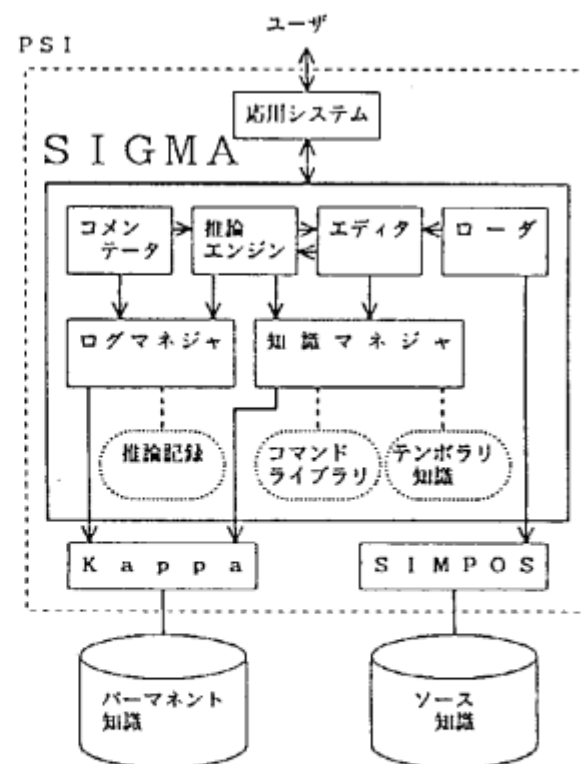


図1 SIGMAのシステム構成

3.2 説明

推論実行時に収集する推論過程記録をもとに結論に至った理由やSIGHAから利用者への質問の意図などについての説明を行ったり、それまでに実行した推論の過程を木構造で表示したりすることができる。

3.3 トレース機能

前説の説明機能は推論の実行後に説明するものであるが、推論実行中にその実行過程をトレースすることもできる。

3.4 後戻り機能

SIGHAの推論過程記録では推論の実行によって生じた副作用も記録しており、この記録をもとに一旦実行した推論を過去に遡って取り消すことができる。後戻りの処理自体も遡ることができるのでSIGHA使用開始後の任意の時点に戻ることができる。この機能によって試行錯誤を省ながら推論を進めることができる。

4. 評価実験

SIGHAおよびKSIの評価を行うために検索・診断・設計の3つの適用分野ごとに応用システムの試作実験を行った。

- ① 検索機能の有効利用を目指した仲人システム（～さん好みの男性、あるいは女性を検索する）、
- ② 診断機能の有効利用を目指した知的ヘルプシステム（SIGHAの利用者を監視し、何に困っているのか、利用者は初心者なのか熟練者なのかを診断する）
- ③ 動的継承機構の有効利用を目指したレンズ設計支援システム（種々の制約条件を継承したり、一旦継承した性質を返上したりする）図2参照。

である。これらの実験から以下のことが言える。

4.1 高機能コマンドと多用コマンドの関係

知識モデルに意味付けがなされていると高機能なコマンドを無理なく提供することができ、また利用者も抵抗なく使用できる。例えば仲人システムにおける検索や知的ヘルプシステムの診断などの核部分は高機能なコマンドによって数行で記述できている。モデル化された一つの世界に対して複数の見方ができるKSIの特徴は、高機能なコマンドを無理なく提供することができ有効であったと考えている。但し、呼び出しの頻度で見ると、多用されるのはスロット値の参照など低レベルのコマンドであって、そのようなコマンドの高速化がシステム全体としては重要なポイントである。

4.2 多重世界化の問題点

SIGHAの後戻り機能を用いると推論過程の任意の時点の状態を再現できるため、一種の多重世界機構を提供することができる。これは、特に設計問題への適用におい

て有効であることを期待して実現した機能であるが、以下の理由によりレンズ設計支援システムにおいては利用しなかった。すなわち、設計問題において要求されるのは独立した複数の世界を探索できることではなく、複数の世界を同時に比較検討できることである。言い換えれば、ある世界から別の世界に移った時に、元の世界との比較検討が容易に出来なければならない。結局レンズ設計支援システムでは設計の途中状態をオブジェクトのコピーで解決したが、オブジェクトのコピーには時間を要しているためその高速化が今後の課題である。

5. まとめ

二次記憶上に知識ベースを蓄積・操作する知識ベース操作システムSIGHAを構築し、応用システム試作による評価実験を行った。その結果、モデルの有効性、高速化のポイントなどについての方向性を見出すことができた。現在、この評価実験で得たことを反映した改良版SIGHAを開発中である。なお、本研究は新世代コンピュータ技術開発機構(ICOT)の再委託業務の一環として行ったものである。

研究の機会を与えて頂きましたICOT第4研究室内田俊一室長、および当研究所知識処理開発部市川照久部長に深謝致します。

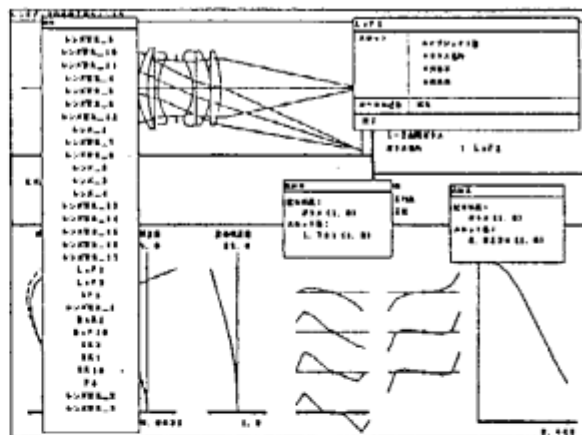


図2 レンズ設計支援システムの実行例

参考文献

- 1) 三石他, 『知識ベース管理システムSIGHAの構想』、情報処理学会第32回全国大会1 M-1, 1986。
- 2) 吉良他, 『集合による知識表現の試み』、昭和60年電気関係学会関西支部連合大会S 8-2, 1985。
- 3) 吉良他, 『知識ベースを用いたヘルプシステム』、情報処理学会第37回全国大会, 1988。