

ルールの最適選択機能を備えた知識処理ツール

6K-3 — Expert Essence —

中茎 洋一郎 藤田 友之

日本電気(株) C&Cシステム研究所 応用システム研究部

1. はじめに

最近、設計や診断などの様々な分野において知識処理システムの研究開発が進められている[1]。設計者の支援を目的とするCADシステム等では、対象とする設計問題の計算複雑度が高いため、ヒューリスティックな問題解決の一手法として知識処理技術の導入が期待されている[2]。

本稿では、設計問題のように複雑な条件節で記述される問題を対象として、最適なルールを選択する機能を搭載した知識処理ツールについて報告する。本ツールはルール選択時に条件節の真偽だけでなく相対的な評価に基づいて推論を進める点に特徴がある。

2. 対象とする問題

設計問題とは要求仕様を入力し、与えられた制約条件の下で、その仕様を満足する実現可能な解を求める問題である。

例えば回路設計では各回路の動作条件に関する知識を用いて要求仕様を満足する解を求める問題となる。各回路の動作条件の中には絶対に満足されることが必要な条件(必要条件)と満足されれば解として十分である条件(十分条件)が存在する。また、与えられる要求仕様に関しても同様に必ず満足される必要のある項目と、出来るだけ満足されることが望ましい項目が存在する。

設計においては、与えられた条件の下で実現可能な解を求めなければならない。専門家が設計する場合には、要求仕様をすべて満足する回路が存在しなくても、必要条件と十分条件を分けて、必要条件を満足する回路の中で十分条件をできるだけ満足する回路を解として得ている。

従来の知識処理方式では条件の真偽だけに従って推論を行っていたため、十分条件を直接扱うことができなかった。しかし、設計問題等の複雑な条件を処理しなければならない場合は、上記のように状況に応じて条件を緩和する機能等を実現しなければならない。すなわち、各条件の性質に応じてルールを選択する機能を持った知識処理ツールの実現が望まれていた。

3. Expert Essence

3.1 知識表現

本ツールでは設計知識を記述する際に各ルールのif部および要求仕様の条件記述部に、必要条件及び十分条件を記述することができる。

具体的には各条件の前に「 \sim 」を付けることによって、その条件が十分条件であることを示し、何も付けない条件節は必要条件であることを示す。例えばルール型知識として、

$$\begin{aligned} &(\text{if } (x \leq 50) \\ &\quad \sim(y \leq 30)) \end{aligned}$$

のように書くことができる。これは、 x が50以下であることが必要で、 y については30以下であれば十分であることを示している。すなわち y に関しては多少30を越えても良いという意味を持っている。

また、同様に要求仕様に関しては、

$$\begin{aligned} &(\text{REQUEST } \sim(x \leq 50) \\ &\quad \sim(y \leq 30)) \end{aligned}$$

と書いて、 x が50以下、 y が30以下であることが望ましいという要求を示すことができる。

このような記述により、設計ルールに関する知識を柔軟に表現することが可能になった。また、要求仕様を与える場合にも必要条件・十分条件に分類して入力ができるために、より自然な形で要求を記述することが可能である。

3.2 ルール選択方式

推論を進める過程において、次にどのルールを適用するのかを以下の手順で決定する。

- ① [必要十分性によるルール選択]
if部の各条件節をすべて満足しているルールの中で条件節数の最も多いルールを選択する。
- ② [条件緩和によるルール選択]
上記以外の場合、必要条件を満足しているルールの中で、満足されない十分条件節数の最も少ないルールを選択する。
- ③ [バックトラック制御]
上記①②以外の場合にはバックトラックを行い未適用ルールに対して①②を繰り返す。
- ④ バックトラック可能な未適用ルールがなくなると解がないと判断し、推論を終える。

Expert Essence : A new AI tool based on an optimal rule selection mechanism

Yoichiro NAKAKUKI, Tomoyuki FUJITA

NEC Corporation

ただし複数個の候補がある場合、各条件節ごとに相対的に評価して最も適しているルールを選択する。

3.3 基本構成

Expert Essenceでは設計ルール知識と対象表現知識はすべてフレーム[3]により記述されている。また、フレーム間の多重継承機能等を利用して設計知識を表現することも可能にしている。

基本機能は、

- ① 高速リスト処理機能
- ② フレーム型知識の操作機能
- ③ 推論制御機能
- ④ トレース機能

により構成されている。

現在、UNIX環境下でC言語を用いてEWS上を実現している。C言語を用いているためにユーザインタフェイスや他のアプリケーションとの結合が容易に行える点に特徴がある。また、マルチウィンドウ環境を用いて必要条件や十分条件を個々に表現することができる。(図2)

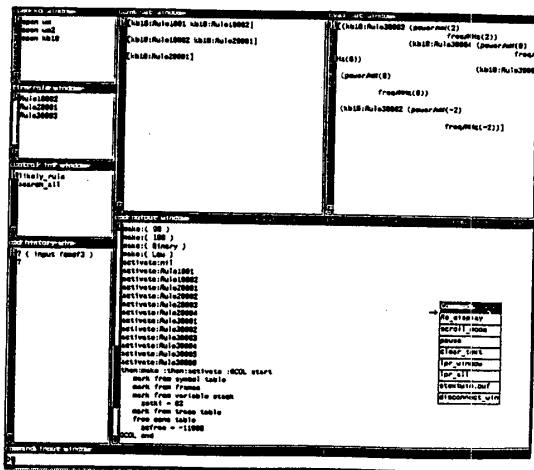


図2 処理画面例

4. 処理例

簡単な処理例について説明する。回路部品を選択する問題を対象として以下のルールと要求仕様を与えられたとする。

ルール1 : (if ~ (freq#MHz <= 35)
~ (power#mW >= 150)
(clear = Low))

ルール2 : (if ~ (freq#MHz <= 32)
~ (power#mW >= 130)
(clear = High))

要求仕様 : (REQUEST ~ (freq#MHz >= 35)
~ (power#mW <= 120)
~ (clear = High))

ルール1はある部品が選択されるための条件を記述したもので、周波数が約35MHz以下、消費電力が約150mW以上、かつクリア入力Lowレベルの場合にその部品が使用できることを示している。ルール2も同様である。要求仕様は、周波数、電力がそれぞれ35MHz以上、120mW以下程度で、できればクリア入力highレベルの部品を使用したいという条件を記述している。

各ルールは3つの条件節を持っているが、ともに1つの条件節を満足し、2つの条件節を満足していない。そこで相対的にどちらのルールが適しているか比べると、freqに関してはルール1が優れており、power, clearの各項目に関してはルール2が優れている。そこでルール2が選択されて推論が進められる。

従来のシステムでは真偽だけに基づいて推論を進めるため、このような例では両者共に推論は失敗する。本システムでは相対的な評価により最適なルールを選ぶことによって実現可能解を求めることができる。

5. おわりに

本文では設計知識として必要条件と十分条件を取り扱う知識処理ツールについて報告した。従来のシステムのように条件の真偽だけでは解が得られないような問題に対しても、最適ルール選択機能により相対的に良いルールを適用し、実現解を求めることが可能となった。

今後、設計問題だけでなく一般のコンサルテーションシステム等においても、本ルール選択機能の有効性を評価していきたいと考えている。

【参考文献】

- [1] P. Harmon 他 : Expert Systems, John Wiley & Sons, INC, 1985.
- [2] H. Brown 他 : Palladio: An exploratory environment for circuit design. IEEE Trans. on Computer pp.41-56, 1983.
- [3] M. Minsky : "A framework for representing knowledge" in "The psychology of computer vision" ed. by P. H. Winston McGraw-Hill N. Y., 1975.