

CS-148

事例ベース推論の類似検索機能を利用した
橋梁基礎形式選定エキスパートシステムの開発

建設省土木研究所	正会員	中野正則
建設省土木研究所	正会員	石田雅博
建設省土木研究所	正会員	七澤利明
東亜建設工業(株)		岡田光志
パシフィックコンサルタンツ(株)	正会員	○玉木宏忠

1. はじめに

土木建設分野における設計業務は、橋梁基礎設計をはじめとして、専門家・技術者の工学的知識や経験の知識に基づき総合的な判断により決定される場合が多い。近年は業務が増大・複雑化する一方、熟練した専門技術者が減少する傾向にあることから、設計業務の効率化・均質化を図ることが求められている。

土木研究所ではこうした現状を踏まえ、橋梁基礎の形式選定に対し、効率化・均質化を図ることを目的として、専門家の経験や知識の埋め込みが可能なエキスパートシステムの適用を検討し、その開発を行っている。今回、従来の知識ベースによる推論方法に加え、基礎形式実態調査の結果を事例ベースとして取り込み、エキスパートシステムの解としてそのまま出力する機能を加えたプロトタイプシステムの開発を行ったので、ここに報告する。

2. 事例ベース推論の概要

エキスパートシステムに代表される知識システムの問題解決方式として、ルールベース推論（Rule-Based Reasoning: RBR）がこれまで広く採用されてきた。RBRは領域専門家の経験的知識に基づくことから、効率性において優れているが、知識獲得という難しい問題を抱えている。一方RBRを補完する新しい問題解決方式として、事例ベース推論（Case-Based Reasoning: CBR）が注目を集めている。CBRとは、与えられた問題に類似する過去の事例（成功または失敗の経験）を直接利用して解を導く枠組みのことをいう（図-1参照）。

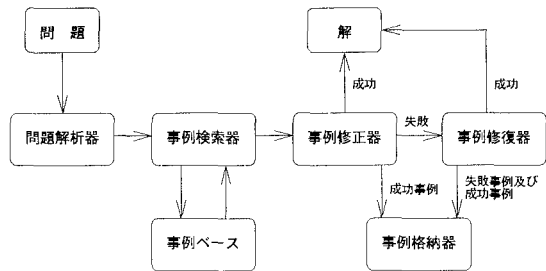


図-1 事例ベース推論の枠組み

3. 本システムの構成

本システムは、従来の知識ベースによる推論方式（RBR）に加え事例ベース推論の類似検索機構を付加して、次のような大きく2つの流れを有するプロトタイプシステムとして開発した。また、開発環境としては、MS-Windows上のアプリケーションを用いて開発を行っている。

①知識ベースによる推論機構

専門家の知識を選定表の形で整理し、知識ベースに取り込んで推論を行い、各基礎形式の適合度を出力する。アプリケーションとして大創玄/TB for Windowsを使用した。

②事例ベースによる類似検索機構

土木研究所の基礎形式調査データを事例ベースとして取り込んで類似検索を行い、設計条件と類似する事例を類似事例として出力する。アプリケーションとしてVisual Basic for Windows および MS-Excel for Windows 5.0を使用した。

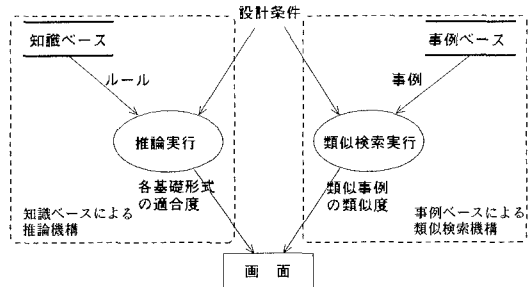


図-2 システムの全体機能フロー図

4. 知識ベースによる推論機構の概要

土木研究所資料第2528号「構造物基礎形式の選定手法調査」および道路橋示方書などをもとに基礎形式選定表を作成し、これより知識ベースを作成した。プロダクションルール(選定要因と各基礎形式の関係)の確信度(-1~+1)は初期値として[0.5, 0.25, 0.0, -1.0]を与えた。また、連続した選定要因については、メンバーシップ関数の形で確信度を与えている。この知識ベースをCOMB法で集計したものを適合度(0~100)とした。適合・不適合形式の判定には適合形式:○(適合度 ≥ 80)、△(0<適合度<80)、不適合形式:×(適合度=0)とした。

5. 事例ベースによる類似検索機構の概要

土木研究所で昭和60~61年度に実施した「構造物基礎形式の選定手法調査」での基礎設計事例データ(橋梁基礎に関するもの)から、基礎形式選定に関与すると考えられる要因(9属性)を抽出し、事例ベースとして格納した。

この事例データと入力した設計条件がどのくらい類似しているか、を式(1)に示す類似度(0.0~1.0)という指標で算出する。類似度の算出には、条件付き確率を応用した重みづけ方法を採用した。また、連続値属性に対しては、図-3に示すように値に幅を設け、両者の重なる部分を一致度(式(2))とした。

$$Similarity(u, v) = \sum_a^{N_a} w(c_a, a) \delta(u_a, v_a) \quad \dots(1)$$

ここで

$$w(c, a) = P(c|a)$$

$$\delta(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (x = y) \\ 0 & \text{if } (x \neq y) \end{cases}$$

a : 属性

u : 事例ベース中の事例

v : 質問の事例(入力条件)

c : 事例の属するクラス

$P(c|a)$: c と a の条件付き確率

$w(c, a)$: 各属性の重み

$\delta(x, y)$: x と y の一致度

Similarity: v と u の類似度

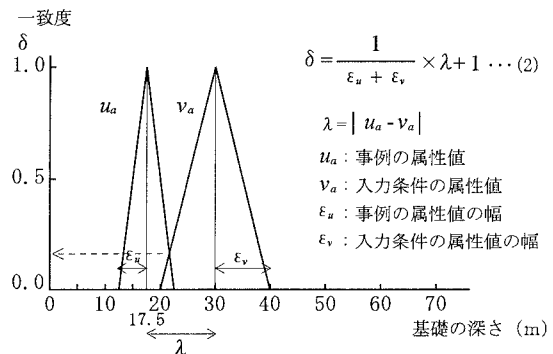


図-3 連続値属性の一致度判定方法

6. 運用結果

開発したプロトタイプシステムに事例データの中の事例を設計条件として入力して検証を行った。検証の結果、事例数の少ない基礎形式の場合を除いて、全体としては、入力した事例の基礎形式が高い適合度、類似度で出力された。

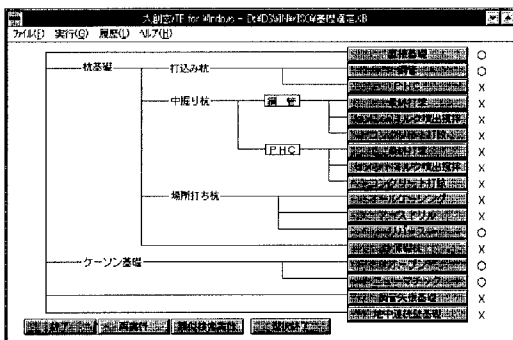


図-4 出力結果(知識ベース推論機構)

事例No.	事例名	基礎形式	類似度
1	1524	ケーソン基礎(打込み)	1.00
2	1525	ケーソン基礎(打込み)	0.90
3	1526	ケーソン基礎(打込み)	0.80
4	1527	ケーソン基礎(打込み)	0.70
5	1528	ケーソン基礎(打込み)	0.60
6	1529	ケーソン基礎(打込み)	0.50
7	1530	ケーソン基礎(打込み)	0.40
8	1531	ケーソン基礎(打込み)	0.30
9	1532	ケーソン基礎(打込み)	0.20
10	1533	ケーソン基礎(打込み)	0.10
11	1534	ケーソン基礎(打込み)	0.00
12	1535	ケーソン基礎(打込み)	0.90
13	1536	ケーソン基礎(打込み)	0.80
14	1537	ケーソン基礎(打込み)	0.70
15	1538	ケーソン基礎(打込み)	0.60
16	1539	ケーソン基礎(打込み)	0.50
17	1540	ケーソン基礎(打込み)	0.40
18	1541	ケーソン基礎(打込み)	0.30
19	1542	ケーソン基礎(打込み)	0.20
20	1543	ケーソン基礎(打込み)	0.10

図-5 出力結果(事例ベース類似検索機構)

7. おわりに

今回は、知識の整理やシステムの全般的な機能の確立を主目的にプロトタイプシステムを開発した。今後は、使用対象者に実際に使用してもらい、更なる改良を加えて実用的なシステムを開発していきたい。