

I-285

学習機能を持った橋梁設計支援エキスパートシステムに関する研究

京都大学大学院 学生員 細谷 学 京都大学工学部 正 員 白石 成人
 京都大学工学部 正 員 古田 均 阪神高速道路公団 正 員 大志万和也

1. はじめに 最近、様々な分野においてAI（人工知能）を応用した研究が、盛んに行われるようになってきた。土木工学の分野においても、多くのプロトタイプが試作され実用化に向けての努力がなされている。ところが、エキスパートシステムの開発のうち、ルール作成に費やされる労力は非常に大きく、エキスパートシステム開発のボトルネックになっている。そこで本研究では、AIの考え方をを用いてシステムに学習機能¹⁾をもたせることによって、自動的にルールを作成することを試みた²⁾。これによって、まず知識獲得に必要な労力の削減を目指す。さらに、定量化や解析が不十分な要因についてシステムが学習することによって、なんらかのルールを作り出し、知識構造が明確でない分野における知識の獲得を目的とした。適用例として橋梁の美観を取り上げ、過去の設計例から美観の決定に関わる経験的知識および直感等を知識ベースとして蓄積できるように、ルールとして取り出す方法論について検討する。そして橋梁を設計する場合に、設計者自身の嗜好が何等かの形で反映されることを考え、各設計者の個性が考慮された設計が得られることを目標としている。

2. ルールの自動作成法 最初に本システムの構成について述べる。図1に示すように本システムは、大きく分けて2つの部分からなる。1つはルールの作成を行うルール作成システムであり、もう1つは作成されたルールを利用し設計者の好みを判定する嗜好判定システムである。まず、本ルール作成システムは、大きく分けて4つの部分から構成される。ルール作成用データファイルには、過去の橋梁の設計例がいてある。ルール作成支援知識ベースにはルール作成に必要な知識が入っており、ルール作成が効率よく行われるのを助ける。ルール作成に成功すれば、知識ベースに蓄えられる。ルール作成の流れは、図2のとおりである。データファイルから概念ごとに分類されたデータを取り出し、ルール作成システムでルール化を試みる。このとき支援知識ベースの知識を利用し、効率化を図る。もし1つめの知識でルール化ができなければ、知識2を利用して再度ルール化を試みる。ルール作成

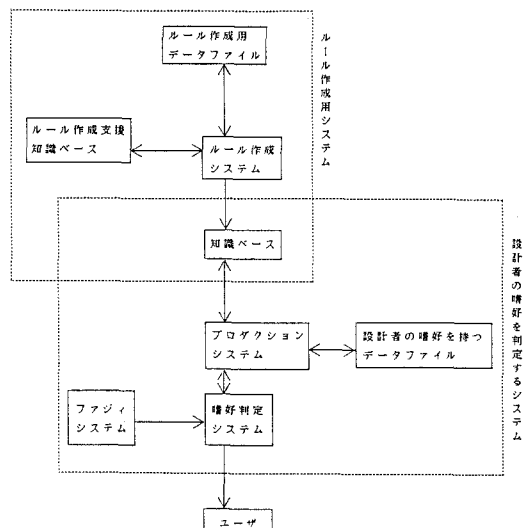


図1 本設計支援システムの構成

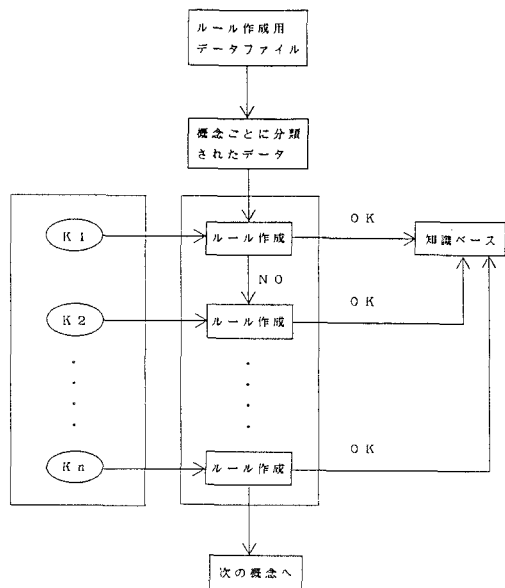


図2 ルール作成の流れ

システムは、この操作を繰り返してルール作成を行っていく。もしルール化が成功すれば、それを知識ベースに蓄え、さらに次の概念のルール化を行う。またどのようにしてもルールが出来なければ、その概念についてのルール化をあきらめ、次の概念のルール化を試みる。

3. 設計者の嗜好判定システム 前述のようにして作成されたルールによって、システムは橋の印象について、ある一定の判断基準を持つことになる。そこでこれを利用して、次に設計者の嗜好を橋梁設計に取り入れることを考える。図1で示すように本システムは5つの部分からなる。1つは前節で生成されたルールが蓄えてある知識ベースであり、ここはルール作成システムと共通している。プロダクションシステムはルールと設計者の好みの橋のデータを照合する部分である。このサブシステムによってデータベースにいてある個々のデータに対して何等かの値が与えられる。そして嗜好判定システムはプロダクションシステムで与えられたさまざまな値を1つの統一した概念にまとめるシステムである。このときファジィ演算処理システムを用いて演算処理を行う。

4. 適用例（ルールの自動作成） 過去の設計例は、「橋梁と基礎」の1976年9月から1988年6月までに掲載されたアーチ橋から30橋選んだ。つぎに寸法は、できるだけ実際のものを使ったが、寸法が記載されていないものに対しては、掲載されてある一般図をもとに推定した。したがって、実際の寸法と若干異なる箇所がある。また、知識ベースとしてはじめに与えておく橋の印象は、掲載されてある写真から主観的に決定した。つぎにルール自動作成支援知識ベースとして、以下の2つの知識を入れた。

知識1： 各寸法の比を計算する、その値がある範囲に集まっているかどうかをモードの概念を使って判断する。

知識2： 付加的要因として、「形式」、「材質」、「製作年」、「設置場所」、「アーチリブ形状」を考慮する。

以上のように設定を行って実際にルールを作成してみる。作成されたルールの一例を図3に示す。

4. 結論と今後の課題 ルールの自動作成システムのプロトタイプを構築し、実際に過去の設計例からいくつかのルールを自動的に作成することが出来た。これによって、ルール作成の労力を削減することが出来る。また、美観のように十分に整理されていない事例に対しても、何等かのルールを作成することが出来た。さらに、ルールによって、システムが美観に対して判断基準を持ち、ある橋梁例を入力すればプロダクションシステムを利用することによって、その橋に対する印象を与えることが出来る。また、得られた印象をもとに設計者の嗜好を判断することも可能になった。しかし、ルールによってはこのままでは判断基準として使うことが出来ないものがある。したがって、実用的なルール作成支援システムの改善を、演算方法あるいは知識の改良を含めて今後さらに検討する必要がある。

（参考文献） 1) R. S. Michalski 他編 電総研人工知能グループ訳、知識獲得と学習シリーズ1 知識獲得入門 帰納学習と応用、共立出版 1987. 2) 榎木哲夫、岩井壮介、片井修： プロトタイプ理論に基づく概念の自己組織化, Human Interface pp. 241-248, 1987.

```
rule-1  if (幅／クリアランス 0.38)
        then (圧迫感 ふつう)

rule-2  if (スパン／太さ 211.58)
        (ライズ／太さ 40.33)
        (両端厚／太さ 3.36)
        (頂点厚／太さ 3.36)
        (桁高／太さ 3.08)
        (間隔／太さ 15.25)
        (幅／クリアランス 0.38)
        then (安定感 ある)

rule-3  if (幅／クリアランス 0.38)
        then (安定感 ある)

rule-4  if (ライズ／太さ 35.79)
        (両端厚／太さ 2.7)
        (頂点厚／太さ 2.7)
        (幅／クリアランス 0.387)
        then (スレンダーさ ない)

rule-5  if (スパン／太さ 200.46)
        (ライズ／太さ 31.42)
        (両端厚／太さ 2.7)
        (頂点厚／太さ 2.7)
        (桁高／太さ 3.1)
        (間隔／太さ 13.92)
        (幅／クリアランス 0.38)
        then (煩雑感 ない)
```

図3 作成されたルールの例