

学習機能をもったエキスパートシステム に関する一考察

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 京都大学大学院 学生員○細谷 学

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で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。

2. ルールの自動作成法 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入れられている。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1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にある知識を利用し、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。

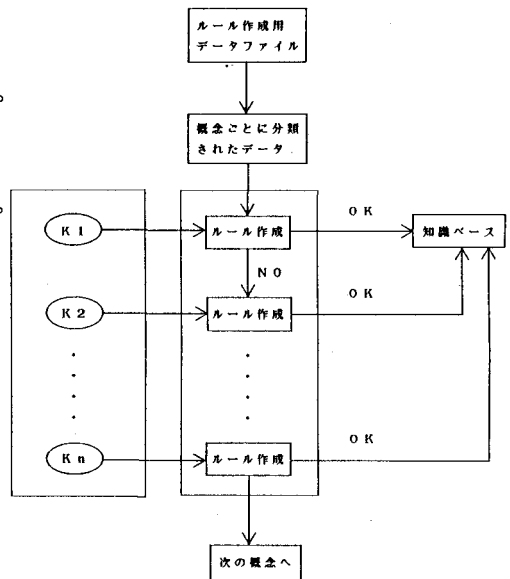


図1 ルール作成の流れ

3. 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。

まず、各橋梁にある概念（例えば「安定感」等）に基づいて分類する。さらに、「安定感がある」、「安定感が普通」、「安定感がない」の3つに分けて、各橋梁の部材寸法、材質などの客観的データを入力する。システムは、各々の概念に固有の重要な特性をこれらのデータより見いだす。この操作によって、「安定感」に関するルールが作成される。このとき、特性を効率的に見いだすには、何等かの専門的知識を付加する必要がある。まず知識1よりシステムは、部材間の比に注目することになる。これに基づき各々の寸法どうしの比の値の計算を行い、比較をする。現システムでは専門家の知識が十分に取り入れられていないので、全ての寸法に対する組合せを考えて計算を行っている。システムでは、以下のように各橋梁ごとの比の値を項目別に並べかえる。

(寺島大橋((($\frac{\text{アチバノ}{\text{アチライズ}}$)6.22)(($\frac{\text{アチバノ}{\text{クリアランス}}$)10.7).....)

(青岸橋 ((($\frac{\text{アチバノ}{\text{アチライズ}}$)6.28)(($\frac{\text{アチバノ}{\text{クリアランス}}$)7.04).....)



(($\frac{\text{アチバノ}{\text{アチライズ}}$)6.22 6.28 ...)

(($\frac{\text{アチバノ}{\text{クリアランス}}$)10.7 7.04 ...)

このようにした後、各々の項目別にルール作成のための推論を行う。もし、このような数値がある範囲に集まっていれば、その項目は現在考えている概念に何等かの影響を与えるものであろうし、散らばっているようであれば、その項目のこの概念に与える影響は小さいと考えられる。そこで、一定の範囲に数値が集中している項目については意味ある重要な要因として採用し、そうでないものについては無視している。

ある項目が残ればルールとしてプロダクションルールの形に書き直される。もし項目が1つも残らない場合は、新たな考え方を付加して同様の手順で実行する。つまりプロポーションのみでは有意な差がない場合には、さらに形式、材質等の知識2の付加的知識を考慮にいれるわけである。

作成されたルールの一例を図2に示す。

```
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 36.79)
      (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2 作成されたルール

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た。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。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.