

デ・タマイニングによる橋梁伸縮継手の損傷に関する知識の獲得

山口大学工学部 正会員 ○宮本文穂 (株)宇部情報システム 田中信也
 阪神高速道路公団 正会員 加賀山泰一 山口大学工学部 正会員 中村秀明・河村 圭

1 はじめに

近年、情報処理技術の急速な進展やコンピュータなどの爆発的な普及から、膨大な橋梁維持管理に関するデータが管理機関に蓄積されつつある。しかし、これらデータが十分に維持管理戦略に利用されているかという観点からは疑問が残る。現時点では、データの有効利用を目的とした体系的な分析は十分には行われておらず、その潜在的な利益の活用は今後の重要かつ緊急の課題である。そこで、近年、注目を集めているデータマイニングによって、橋梁データベースに蓄積されている膨大な維持管理情報から、隠れた有用な知識の発見を試みた。さらに、実際に知識を獲得した研究も報告されているが、獲得された知識の検証までを行った研究はあまり報告されていないことから、獲得された知識を評価するための検証方法を提案し、検証を行った。

2 ラフ集合を用いたデータマイニング

2.1 伸縮継手の損傷に関するルール抽出の目的

本研究は、データ量が豊富な「伸縮継手」の損傷を対象として専門技術者の持っていない知識の獲得、「伸縮継手」の代表的な損傷である『異常音』、『漏水』、『錆』に関するルール型知識の獲得を目的とする。

2.2 ラフ集合の概念と処理の流れ

2.2.1 ラフ集合の概念

ラフ集合は、類別と近似を基本概念としている。ラフ集合は、対象とする属性と属性値を用いてその対象と他のものとを識別する。それにより、対象について識別できるものと識別できないものとがあることが明確になる。つまり、識別不能性が定義でき、その識別できる範囲とともに判断、処理する方式が得られる。この識別不能性がラフ集合の基本的な概念である。

2.2.2 ラフ集合の概念を用いた決定表簡約化手法

データからルールを発見するためのラフ集合方法論では、データベースが決定表として定義される¹⁾。以下に、決定表簡約化手法の手順を示す。(1)矛盾する行を排除し、無矛盾な決定表を作成する。(2)重複する行を一つの行にまとめる。(3)余計な条件属性を排除する。(4)余計な条件属性の値を排除する。

以上のようにして得られた決定表は、簡約化する前の決定表と同等の判断を下せるという利点がある。

3 実データへの適用

3.1 適用データ

適用したデータは、阪神高速道路『堺線』に設置されている 612 橋脚分のデータを有する「伸縮継手データベース」である。

3.2 実データからの知識獲得手順

Step1 データの選択

「データベース」に保存されている全 94 項目のうち、伸縮装置の損傷と因果関係が深いと考えられる 12 項目を選定した。その内、条件属性を以下の 11 項目とし、決定属性を伸縮継手の点検結果（損傷判定）とした。橋齢、縦断勾配、橋長、連続径間数、設計伸縮量、上下区分、平面線形、桁区分、伸縮継手区分、床版端部補強、伸縮継手供用年数

Step2 データの洗浄および加工

Step1 において選択した空白データの削除や入力ミスデータの修正をし、複数のテーブルを結合し、時系列のレコード 8954 件を作成した。

Step3 データの補強

ここでは伸縮継手の損傷に影響を及ぼすと考えられる他項目によるデータの補強は行わなかった。

Step4 各属性のカテゴリー区分の決定

選択した 11 個の条件属性は数値データであるため、これらを解析用にカテゴリー区分をそれぞれ決定し、区分した。

Step5 データマイニング手法によるルールの抽出

Step4 までで決定した条件属性、決定属性、カテゴリー区分を用いて、ラフ集合の概念を適用し、ルール型知識を獲得した。

3.3 獲得された知識と専門技術者による評価

3.3.1 獲得された知識

データマイニングによって獲得されたルール型知識の事例数、簡約された属性集合は、『異常音』426 件、7 属性、『漏水』964 件、9 属性、『錆』500 件、8 属性であった。

3.3.2 獲得された知識の評価²⁾

以下に、獲得された知識の評価方法を示し、獲得された知識の評価を行った結果について述べる。

キーワード：ラフ集合、決定表、伸縮継手、評価指標、正答率、識別率

〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2 丁目 16-1 TEL：0836-85-9530 FAX：0836-85-9530

アンケートを用いた評価指標による評価方法

アンケートによる評価方法は、橋梁維持管理に関わる専門技術者が、獲得された知識を以下に示す4つの評価指標を“あり”、“なし”で評価するというものである。妥当性（専門知識に合致するか否か）、新規性（専門知識に存在するか否か）、有用性（専門分野に有用か否か）、意外性（専門知識に部分的に反するか否か）。

<アンケートを用いた評価指標による評価結果>

本研究において獲得されたルール型知識を専門技術者が評価した結果、以下のような傾向が得られた。なお、以下は『漏水』の結果であり、専門技術者の経歴は、橋梁維持管理経験年数20年、伸縮継手維持管理経験年数20年である。

- ・妥当性があるルール型知識の傾向・・・【伸縮継手供用年数】が何年であっても、『漏水』が発生している（損傷判定B）ルール群（『漏水』は、単に『漏水』が発生しているだけで、判定Bと判断されるため、常識的な知識である）
- ・新規性があるルール型知識の傾向・・・【伸縮継手供用年数】が2年以上4年未満、「伸縮継手」が鋼製で、『漏水』が発生している（損傷判定B）ルール群（鋼製の伸縮継手は、25年程度が交換目安であるため、早期劣化のパターンを把握できる）
- ・有用性があるルール型知識の傾向・・・【伸縮継手供用年数】が何年であっても、著しい『漏水』が発生している（損傷判定A）ルール群は、対象となる「伸縮継手」の型の『漏水』に対する耐久年数が把握できるため有用である。
- ・意外性があるルール型知識の傾向・・・「伸縮継手」が鋼製であり、かつ、【伸縮継手供用年数】が2年未満で、著しい『漏水』が発生している（損傷判定A）ルール。これは、妥当性があり、意外性もあることから、専門知識に対して部分的に反する。

正答率を考慮した評価方法

抽出されたルール型知識の決定属性の部分（損傷判定部分）を空白にし、専門技術者に対してその部分を解答するアンケートを行い、どれだけ一致するかを調べるというものである。

<正答率を考慮した評価結果>

専門技術者に対して、損傷判定部分を空白にしたアンケートを行った結果、以下のような結果となった。ここでは、『漏水』の結果について述べる。専門技術者の経歴は、橋梁維持管理経験年数9年、伸縮継手維持管理経験年数9年である。

【アンケートの設問数】：111問、【正答率】：32%、【専門技術者よりも評価が悪いルール数】：49件、【専門技術者と一致したルール数】：36件、【専門技術者よりも評価が良いルール数】：26件

以上から、専門技術者の損傷の評価と一致したルールが36件であったことから、全体における32%は常識的な知識である。また、専門技術者よりも損傷の評価が悪いルールが49件であったことから、44%の新たな知識が得られた。ここで、専門技術者がもつ知識よりも悪い評価を示しているということは、予防保全の観点から非常に重要な知見が抽出されていると考えられる。次に、専門技術者よりも損傷の評価が良いルールが26件であったことから、23%の新たな知識が得られた。ここで、専門技術者が考えるよりも、劣化が進行していないと考えることができ、劣化しにくいパターンが把握できると考えられる。

獲得された知識の識別率による評価方法

これは、獲得されたルール型知識によって、解析用データである「伸縮継手データ」がどれだけ識別できるかを調べるというものである。以下に識別率を求めるための式を示す。

$$D_{analysis} = \frac{\text{「ルール」によって識別できた「解析用データ数」}}{\text{「解析用データ」の全数}} \times 100$$

<獲得された知識の識別率による評価結果>

ここでは、獲得された『漏水』に関するルール型知識の識別率を算出した結果について述べる。

【『漏水データ』の事例数】：2587件、【『漏水』に関するルール型知識】：964件、【識別された事例数】：2272件

$$D_{Leak_water} = \frac{2272}{2587} \times 100 = 88(\%)$$

上記より、『漏水』に関するルール型知識を用いて識別率を求めた結果、識別率が88%であった。したがって、識別率が90%近いことから、元のデータを反映したルール型知識が抽出された。さらに、より少ない属性数で識別でき、元のデータの事例数よりも少ないルール数で識別できることから、効率的なルール型知識が抽出された。

4 結論

本研究の成果を以下に述べる。

伸縮継手データベースから知識を獲得するだけでなく、その検証方法を提案し、検証を行った。

専門技術者に対してアンケートを行ったことによって、伸縮継手維持管理に有効な知識を獲得することができた。

正答率を考慮した評価方法によって、新たな知識を発見することができた。

識別率の高いルール型知識が獲得できたことから、元のデータを反映したルール型知識が獲得できた。

【参考文献】

- 1) 横森貴・小林聡：“ラフ集合と意思決定”。リレー連載「ラフ集合」第3回，数理科学，No.375，pp.76-83，1994.9
- 2) 鈴木英之進：“共通データからの仮説駆動型例外ルール発見”。特集「共通データによる知識発見手法の比較と評価」，人工知能学会誌15巻5号，pp.782-789，2000.9