

橋梁診断エキスパートシステムにおける説明機能の構築と学習過程の視覚化

山口大学大学院 学生員○三輪宅弘 山口大学大学院 学生員 河村 圭
山口大学工学部 正会員 中村秀明 山口大学工学部 正会員 宮本文穂

1. はじめに

著者らは、今後予測される橋梁維持管理業務の増大による専門技術者不足に備えて、専門技術者と同程度の劣化診断を行うことができる「橋梁診断エキスパートシステム」（以下 ES）を開発してきた。

本研究では、ES の実用性の向上を図るため ES に不可欠な説明機能を構築し、学習過程を視覚的に支援するユーザインタフェース（SUI（Super-User Interface））の構築を行なった。そして新しく開発した ES を実橋へ適用し、専門技術者によるアンケート調査結果と ES による診断結果を比較することにより、ES の妥当性を検証した。

2. 橋梁診断エキスパートシステム¹⁾

著者らが開発している ES は、橋梁諸元や目視点検データを入力することにより主桁および床版についての耐用性診断を行うシステムである。図-1 に ES の機能構成を示す。これまでに、診断プロセスをもとにプロダクションルールを作成し、階層構造ニューラルネットを用いた推論機構を構築してきた。この推論機構は誤差逆伝播法により学習を行うことができる。

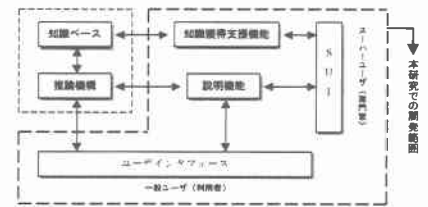


図-1 ES の機能構成

3. 説明機能の構築および学習過程の視覚化

3.1 説明機能

説明機能は、システムのブラックボックス化を防ぎ、利用者がシステムの出力結果を納得して受け入れるために不可欠な機能であり、またシステム開発者を支援するデバッグとしても極めて有用なものである。本研究では、以下に示す3つの疑問について説明を行なう機能を構築した。

- ①What：この入力項目の意味は何か？
- ②Why：なぜこの入力項目が必要であるか？
- ③How：どのようにしてこの診断結果が得られたのか？

3.2 SUI（Super-User Interface）の構築

ES は階層構造ニューラルネットで構成されているため、内部がブラックボックスとなり学習後どのように知識が更新されているかを確認することができなかった。そこで、誤った学習を防ぐためにも学習後の知識の検証が視覚的に行なえるようなインタフェースを構築した。このインタフェースは、階層構造ニューラルネットの中間層から知識を抽出することにより、学習誤差の推移、前件部のファジィ変数におけるメンバーシップ関数の形状、プロダクションルールの変更点を視覚的に提示する機能を持つ。

4. 実橋に対するシステムの適用

本システムの実用性を検証するために実橋点検およびアンケート調査を行った。対象橋梁は山口県内の5橋9スパンである。これらのスパンに対して専門技術者に診断を行なってもらった。ここでは、点検を行なった橋梁の床版に対する診断結果について述べる。専門技術者による診断結果を表-1に示す。さらに学習前の初期状態における知識と、全標本学習法²⁾で学習した知識による診断結果を表-2に示す。専門技術者と合致した診断結果には濃いグレーで、ほぼ同等の診断結果には淡いグレーで示した。このことから、初期状態の知識において診断結果はほとんど一致しなかったが、学習を行なうことでシステムが専門技術者とほぼ同

表-1 専門技術者の診断結果

橋梁名	専門技術者の診断結果
琴影橋②	点検強化の必要があります
三明橋①	打ち換え
樟橋③	打ち換え
畑橋②	点検強化の必要があります
豊栄橋④	補強が必要です

表-2 ES の診断結果

橋梁名	学習前の診断結果	学習後の診断結果
琴影橋②	特に問題ありません	点検強化の必要があります
三明橋①	特に問題ありません	補修・補強が必要です
樟橋③	特に問題ありません	補修・補強が必要です
畑橋②	特に問題ありません	点検強化の必要があります
豊栄橋④	特に問題ありません	補修・補強が必要です

程度の診断を行なえるようになったといえる。

図-2 に How 機能の実行画面を示す。この機能により、視覚的に診断プロセスをたどりながら各項目ごとに算出された平均健全度を調べることができ、また、推論に用いられたメンバーシップ関数とプロダクションルールを確認することができる。

次に、全標本学習法による学習を行った際の知識の変化について SUI を用いて検証を行なう。ここでは Sub Goal 『主桁耐荷性』についての学習結果について例を示す。

図-3 は学習過程における教師データとの誤差の推移を表わしており、3.21 から 0.36 へと誤差が減少していることがわかる。次に図-4 に学習前の前件部メンバーシップ関数を、図-5 に学習後の前件部メンバーシップ関数の出力例を示す。これらを比較すると、学習後ではどの診断項目においても danger を表すメンバーシップ関数が右に移動している。このことから、学習により損傷の少ない良好な状態を診断するときも、danger であるという度合いが増えたということを視覚的に判断できる。

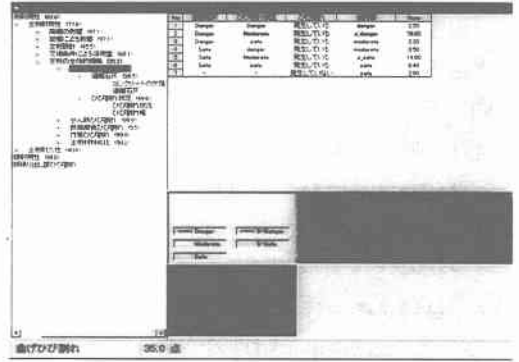


図-2 How 機能実行画面

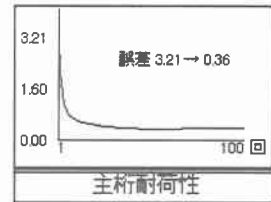


図-3 『主桁耐荷性』の学習誤差の推移

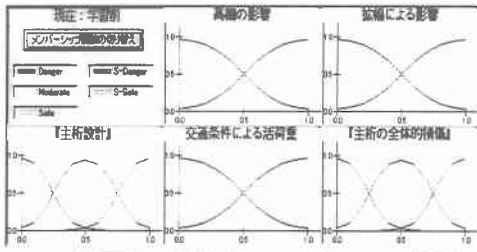


図-4 学習前の前件部メンバーシップ関数

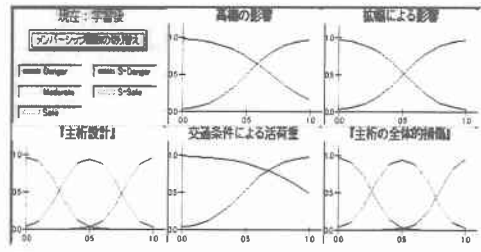


図-5 学習後の前件部メンバーシップ関数

5. まとめ

本研究で得られた成果を以下にまとめる。

- ① 実用的なエキスパートシステムに必要不可欠である説明機能を構築した。
- ② 学習による知識の変化についての検証を視覚的に支援するインタフェースを構築した。
- ③ システムを実橋梁に適用し、アンケート結果をもとに学習を行なった。その結果、本システムによる学習後の知識は専門家の知識とほぼ同様であり、本システムの信頼性が確認できた。

参考文献

- 1) 三宅秀明, 山本秀夫, 中村秀明, 宮本文徳: 階層構造ニューラルネットを用いた橋梁診断エキスパートシステムの既存橋梁への適用, 第 14 回ファジィシンポジウム, FF2-2, pp819-822, 1998,6
- 2) 鳥脇純一郎: 認識工学, コロナ社, 1993,3