

知識更新機能を有するコンクリート橋診断エキスパートシステムの実用化

神戸大学大学院○学生員 木下和哉 住友金属（株） 正員 古川正典
神戸大学工学部 正員 森川英典 神戸大学工学部 正員 宮本文穂

1.はじめに 著者らは、従来より既存コンクリート橋を対象とした「コンクリート橋診断エキスパートシステム」の開発を行っているが¹⁾、昨年度までに知識ベースの保守・管理を容易に行うため、推論機構にニューラルネットを適用し、知識更新機能を付加した²⁾。これにより、専門技術者が実行している診断過程により近い推論機構を構築できたと考える。しかし、本システムをさらに実用化するために不可欠と考えられることは、知識ベースの充実とともに、ユーザーがシステムの推論および診断結果を正しく理解できるようにユーザーインターフェイスの整備を行うことである。このような理由から、本研究では、システムの正確な理解とシステムのもつ性能を十分に引き出すため、ユーザーインターフェイスの充実を試みることにした。また、アンケート調査結果より「教師データ」を獲得する際に生じる問題点を考慮して、新たな教師データ獲得手法についての提案を行った。最後に、新たな手法で獲得した「教師データ」を本システムの知識洗練に適用することで、専門家の知識がシステムの知識ベース内に正確に獲得されていることを検証した。

2.ユーザーインターフェイスの充実 ユーザーインターフェイスは、ユーザーとシステムの柔軟な対話処理の仲介機能を果たすものである³⁾。このため、ユーザーの要求に応じて、システム内での推論処理の経過状態を図形表示などによって説明できる機能を持つことが要求される。そこで本研究では、システムが行う質問（入力条件）について説明を行うことのできる「入力条件説明機能」およびシステムの出力する診断結果の根拠について説明を行うことのできる「診断結果説明機能」の開発を行った。本システムでは、橋梁の耐用性診断を行うために、ユーザー自身が診断対象橋梁に関する様々なデータを入力する必要がある。その際、質問項目に対する誤解、システムへの誤入力を最小限にするため、「入力条件説明機能」はシステムの推論プロセス¹⁾の内、ユーザーからの回答が必要となるすべての条件部に関して、その重要性およびシステムの診断過程における役割などを自然言語の形で出力することとした。

これによってユーザーは、表示された質問の重要性および診断過程における役割を理解、把握することができると考える。また「診断結果説明機能」は、システムが出力した診断結果に対してユーザーが誤った解釈をしないように、システムによる推論過程、特に、入力条件から診断結果を出力するまでの過程および推論の基本となる推論プロセスの概要など、全ての判定項目について説明することが可能である。図1は、開発した「診断結果説明機能」の構成の概略を示したものである。ここで「推論プロセスの概要の表示」では、床版および主桁の推論プロセスの流れを各判定項目ごとにグラフ化して画面表示することとした。また「入力条件から診断結果が得られるまでの推論過程の表示」では、各判定項目ごとの診断結果を帰属度関数に類似させた形状で画面上にグラフ処理して表示することとした。この支援機能を診断結果出力時に作動させることによって、ユーザーはシステムによる耐用性診断の有効性を確認でき、診断結果を正しく理解することが可能となると考える。

3.「教師データ」の獲得手法 既存コンクリート橋の耐用性診断試験の際、専門技術者に対して実施する耐用性アンケート調査⁴⁾は、主に「コンクリート橋診断エキスパートシステム」の知識洗練時に用いる「教師データ」を獲得するために実施している。しかし、これらをシステムに与える「教師データ」として整理していく過程で、次の2つの問題点を含んでいると考える。まず、第1の問題点は、アンケート調査結果の回答に内在すると考えられる専門技術者の主観的あいまいさの取扱い方である。これは、専門技術者間で評価尺度が異なるため、同じ損傷箇所であ

Kazuya KINOSHITA, Masanori FURUKAWA, Hidenori MORIKAWA, Ayaho MIYAMOTO

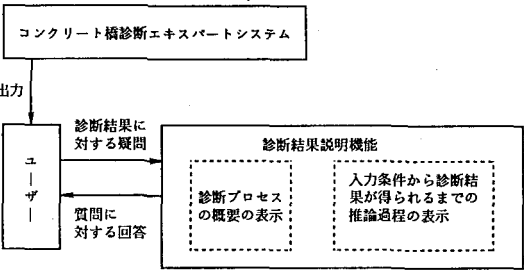


図1「診断結果説明機能」の構成と位置付け

っても、専門技術者それぞれによって異なった回答が寄せられると考えられるためである。第2の問題点は、アンケート調査結果をシステムの診断結果と対応させる手段としてdanger～safeの5つのカテゴリに分割する際、その分割方法によって複数の「教師データ」が得られることである。本研究では、上述の問題点を考慮した上で、合理的にアンケート結果を処理する方法として、システムの出力であるdanger～safeの5つのカテゴリに対して、図2に示すような帰属度関数を設定して「教師データ」の獲得を行うことにした。その獲得方法は、まず、アンケートで集計したすべての回答が図2の帰属度関数それぞれに対してどの程度属しているかをその帰属度として求め、これらを5つのカテゴリに分類して集計するものとする（表1の教師データ参照）。この手法を用いることによって分割条件等に関係なく唯一の教師データが得られ、また、danger～safeの各評価に対する主観的あいまいさが考慮できるものとする。

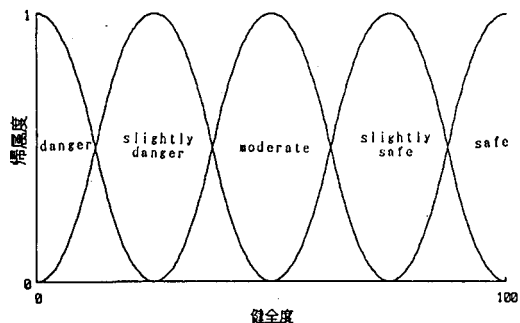


図2 アンケート結果処理用帰属度関数

最後に、本システムを用いて、本年度現場実橋試験を実施した「旧大橋」に対する耐用性診断を行った診断結果の内、試験結果と大きく異なった『鉄筋の腐食ひびわれ』の評価について、アンケート調査結果より獲得した「教師データ」を本システムに与えることで、知識ベースの洗練を行った。表1は、知識洗練前後のシステムによる診断結果と教師データを示したものであり、図3は、これらを帰属度関数に類似させて表現したものである。これらより、知識更新後のシステムの診断結果は、「教師データ」とほぼ一致したものとなり、アンケート調査結果から得られた専門技術者の知識をもとにほぼ正確に洗練できたと考えられる。

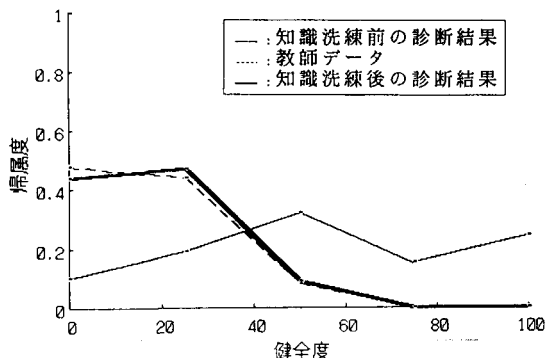


図3 知識洗練前後のシステムの診断結果の差異

4.まとめ 本研究では、「入力条件説明機能」、「診断結果説明機能」を「コンクリート橋診断エキスパートシステム」に付加することによって、ユーザが、システムの入力条件および診断結果を正確に解釈することを可能とした。

また、アンケート調査結果を教師データとして処理する場合に生じると考えられる問題点について考察し、新た

表1 『鉄筋の腐食ひびわれ』に関する知識洗練前後のシステムの診断結果と教師データ

腐食ひびわれ	danger	slightly danger	moderate	slightly safe	safe
知識洗練前の診断結果	0.102	0.193	0.324	0.147	0.234
アンケート調査より獲得した教師データ	0.481	0.439	0.080	0.000	0.000
知識洗練後の診断結果	0.439	0.470	0.085	0.002	0.004

に、帰属度関数を利用した教師データの獲得方法を確立することができた。それを「旧大橋」の「コンクリート橋診断エキスパートシステム」の診断結果の洗練に適用し、システムによる診断結果の矛盾が生じている箇所について知識の洗練を行い、その効果を検証した。これより、システムの診断結果は、試験結果等と比べてもかなり妥当ものとなり、本システムによる知識の更新機能の有効性を確認できたといえる。

参考文献 1)宮本他：コンクリート橋診断エキスパートシステムの開発と実用化、材料、pp.40-45、1991.3、2)益成他：知識更新機能を有するコンクリート橋診断エキスパートシステムの開発、土木学会第46回年次学術講演会 1991.9、3)Harman, P. and King, D. : Expert Systems -Artificial Intelligence in Business-, John Wiley & Sons, Inc. 1985、4)宮本、森川、古川、松原：アンケートを利用した知識更新と橋梁診断エキスパートシステムの実用化、建設工学研究所「研究報告」第33号、pp.23-65、1991.12