ファジー理論を導入した CV ケーブルの絶縁診断 エキスパートシステムの構築

正 員 金 古 喜代治 (東海大)
正 員 中 西 祥八郎 (東海大)

正 員 田部井 秀 幸 (東海大)

最近、エキスパートシステム (ES) が注目され、広範な産業分野で活発に適用されている。ES の絶縁診断への適用は、まだその緒についたばかりであり、これまでに構築支援ツール COMEX を用いて構築した例がある⁽¹⁾。著者らは、論理形言語である Prolog を用いて CV ケーブルの絶縁劣化診断のためのプロトタイプ ES を構築したので報告する。一般の構築支援ツールでは、専門家より獲得した知識や推論の確からしさを表現するのに確信度を用いている。しかし、今回構築した ES においては、確信度の代わりにファジー推論を導入し、専門家の行う推論思考過程でのあいまい性を考慮した対話形システムの構築を実現した。

CV ケーブルの絶縁劣化判定基準に関しては、まだ完全な見解の統一をみていない。そこで、著者らは劣化判定基準が比較的整っている 6.6 kV の CV ケーブルを対象にして、そのデータ⁽²⁾を参考に ES の構築を行った。本 ES の知識ベース内に集積格納した判定レベルとその知識は (1) 直流漏れ電流, (2) 直流成分, (3) メガ抵抗値, (4) $\tan\delta$ 値, (5) 残留電圧, (6) 逆吸収電流に関する 6 項目である。

本システムの知識ベースは Arity-Prolog により起動され、推論機能は C 言語を用いた if...then~形式の階層的なファジー推論規則により実行される。図 1(a), (b) のように、推論規則の前件部と後件部は、各々ラベルを付けたメンバシップ関数によって表され、専門家の経験を反映させて構成してある。また、後件部は専門家のもつ知識や経験に基づいた総合的判断を規格化してある。絶縁診断は前述の判定項目を各々 (1)~(3) と (4)~(6) の 2 グループに分け、更に 2 段階に分けて判定した。すなわち、一次診断ではファジー推論により診断して、その結果を非ファジー化する。次に二次診断では一次診断の結果を基にして、最終的な診断結果を導出している。従って、ファジー推論規則の形式は

if X_p is A_{ip} and X_q is A_{iq} and X_r is A_{ir}

図 1 絶縁診断のメンバシップ関数

Fig. 1. Membership functions of diagnosis system.

図 2 診断結果

Fig. 2. Diagnosis results.

then Y_j is B_{ij} (1)

ここで、添字 i は推論規則の数を表し、 $j=1, 2$ は一次診断のグループを示し、 $j=3$ は二次診断を表す。図 2(a), (b) には約 100 例に関する診断結果を示す。(a) 図のように、専門家が単に「要注意」と判断した領域がファジー推論を導入した ES では、要注意判定のグレードの軽度なものから「NOTICE」, 「CAUTION」, 「WARNING」の順に 3 段階に細かく分けて判定される。以上のように、診断結果が細密に示されることがファジー推論 ES の特徴であり、ケーブルの保守管理に対して有用な指針を与えるものとする。

(平成元年 3 月 23 日受付)

文 献

- (1) 伊藤・芳賀：電気学会絶縁研資，EIM-87-109 (昭 62)
- (2) 電気学会 SID(委)：電気学会技報，No. 182 (昭 59)

Expert Systems on Insulation Diagnosis of CV Cables by Fuzzy Set Theory. By Kiyoji Kaneko, Member, Shohachiro Nakanishi, Member & Hideyuki Tabei, Member (Faculty of Engineering, Tokai University).

金古喜代治：正員，東海大学工学部電気工学科
中西祥八郎：正員，東海大学工学部電気工学科
田部井秀幸：正員，東海大学工学部電気工学科