

변전기기 예방진단 전문가시스템 학습훈련기 개발

선종호*, 김광화*, 최인혁**, 정길조**, 김성암***, 조성훈***

* 한국전기연구원, ** 전력연구원, ***한국전력공사

The Development of Learning Tool of Expert System for Preventive Diagnosis of Substation Power Equipments

J.H.Sun*, K.H.Kim*, I.H.Choi**, G.J.Jung**, S.A.Kim***, S.H.Cho***

* KERI, **KEPRI, ***KEPCO

Abstract - In this paper, we describe the developed learning tool of expert system for preventive diagnosis of substation power equipments. The expert system was programmed by using the diagnosis methods as like gas analysis in oil and partial discharge, hottest temperature, the current of OLTC driving moter, the current of fan and pump in MTr. and driving coil current in GCB and leakage current in LA. The learning tool is composed of the expert system and the explanation of diagnosed examples and the applied rules and it well worked according to the rule.

소수의 전문가의 업무를 대신할 수 있도록 하는 Computer System이다. 전문가시스템은 지식(Knowledge)의 총체라고도 할 수 있으며, 지식이란 컴퓨터가 어떤 문제를 지능적으로 해결하기 위해 필요한 정보(Information)들이며, 사실(Fact) 또는 규칙(Rule)의 형태를 가진다. 사실이란 실무의 전문가들에 의해 인정받으며 많은 사람들에 의해 공유되고 사용되는 정보를 뜻하고 규칙이란 실무의 전문가 수준의 의사결정을 위하여 사적이며 많이 논의되지 않는 문제에 대한 합리적인 결정을 위한 방법을 의미한다. 사실과 규칙의 총체를 지식베이스라고 하며 전문가시스템은 크게 지식베이스와 지식베이스를 기본으로 해서 추론을 행하는 추론엔진, 입출력 데이터를 저장하는 데이터베이스, 추론결과 및 운영자가 필요한 자료를 보여주기 위한 사용자 인터페이스로 구성되어 있다.

1. 서 론

갑작스럽게 발생하는 변전기기의 고장은 큰 경제적 손실과 사회적 혼란을 초래한다. 변전기기의 고장을 사전에 예방하기 위하여 일정한 시간마다 정기적으로 점검을 하거나 주기적인 시험을 통하여 변압기의 상태를 감시하기도 하지만 최근 디지털기술 및 통신기술의 발전으로 on-line 예방진단 시스템 구성으로 고장예방과 수명연장기술에 큰 발전을 가져오게 되었다.

변전기기중 전력용변압기의 고장은 크게 절연고장과 냉각시스템 고장, OLTC고장이 있고, 차단기고장과 피뢰기 고장으로 구성된다. 이러한 고장을 예방하기 위하여 변압기에서는 주로 유중가스분석을 실시하거나, 부분방전측정, 온도감시, OLTC동작, 냉각장치이상을 감시하며, 차단기 동작과 피뢰기 누설전류 등을 측정하여 감시한다. 그러므로 on-line 예방진단은 시스템은 이러한 측정이 가능한 센서부와 데이터전송 및 수집부, 측정결과 분석부로 크게 나눌 수 있다. 이 중에서 변전기기 전문가시스템은 전문가가 가지고 있는 전문지식이 입력된 컴퓨터를 의미하며, 따라서 컴퓨터는 측정결과에 대한 결과분석을 수행하게 된다. 이러한 전문가시스템에서 사용된 규칙 및 사용환경 등을 이해하여 전문가시스템의 운영효과를 높이기 위해서는 전문가시스템 학습훈련기의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 변전기기 예방진단 전문가시스템 학습훈련기 개발을 위하여 연구된 변전기기 이상진단 규칙, 전문가시스템의 작성, 학습훈련기의 설계개념, 학습훈련기의 사용자 인터페이스에 관하여 설명하였고, 실제 학습훈련기를 시행하여 그 특성을 검토하였다.

2. 변전기기 예방진단 전문가시스템

2.1 전문가시스템의 일반적 구성

Expert System 이란 인공지능(Artificial Intelligence)의 한 분야로서 특정분야의 복잡한 문제를 해결할 수 있는 전문가의 사고능력 및 이에 대한 필요지식을 모방, 구현함으로써 궁극적으로 다수의 비전문가가

2.2 변전기기 예방진단 전문가시스템

변전설비 예방진단 전문가시스템의 전체 구성에 대한 개념설계를 하였다. 그림 1은 변전기기 예방진단 전문가시스템의 전체구성도를 보여주고 있으며, 변전기기 진단에 대한 전문가의 지식과 논리가 프로그램되는 지식베이스, 이를 효율적으로 정확하게 추론할 수 있도록 하는 추론엔진, 지식베이스 갱신을 위한 지식습득 보조시스템, 사용자와 전문가시스템간에 대화를 위한 사용자 인터페이스, 그리고 전문가시스템을 구동시키는 측정결과와 추론 결과를 저장하는 기억저장장치로 구성되어 있다.

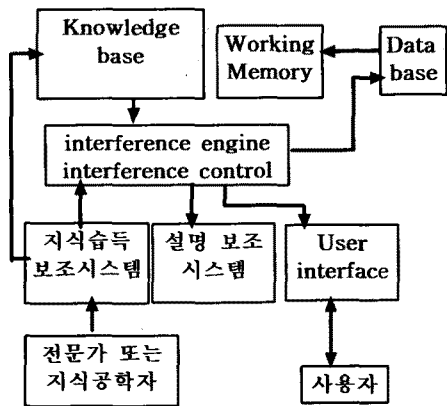


그림 1 전문가 시스템의 구성도

2.3 전문가시스템의 프로그램 체계

그림 2는 본 전문가시스템을 구동하기 위한 프로그램 구성을 도식적으로 표현한 것이다. 규칙은 전문가시스템 개발도구인 한글 Expert Element를 이용하여 프로그램 하였으며, SQL의 데이터베이스를 저장하고 제어하는 것

으로 MS-SQL server를 사용하고 있다. 이 데이터베이스는 Blaze Accessor를 사용하여 작성된 규칙과 연결된다. 마지막으로 제어 software를 사용자와 연결시켜주는 사용자 인터페이스가 설치된다. 사용자는 PC상에서 세 번째 항목의 MMI를 통하여 진단을 행하게 된다

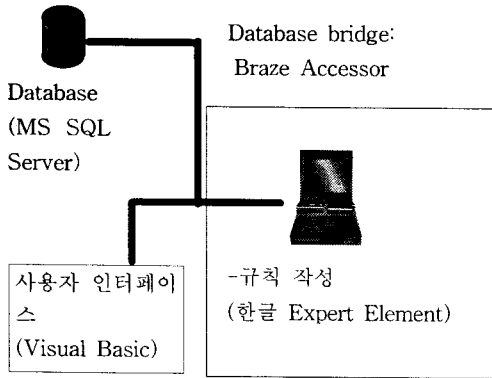


그림 2 실제 프로그램 설치도

3. 변전기기 이상진단항목의 선정

그림 3은 변전기기 예방진단 전문가시스템의 진단대상기와 각 기기에 대한 이상진단항목을 나타내고 있다. 진단 대상기기는 변압기와 GIS, 피뢰기로 되어 있다. 변압기는 유중가스와 부분방전, 온도, OLTC, 팬, 펌프 동작전류를 이상진단 항목으로 선정하였으며, GIS는 차단기 구동 코일전류를 측정하여 동작이상을 진단하는 것으로 하였고, 피뢰기는 누설전류로서 이상진단을 하는 것으로 하였다. 다음은 각 이상진단항목의 진단 규칙을 설명하고 있다.

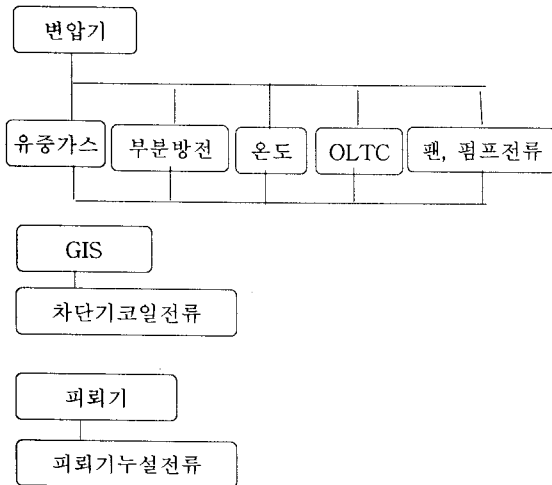


그림 3. 이상진단항목

■ 유중가스 이상진단

유중가스 이상진단은 한국전력공사에서 사용하고 있는 유중가스 이상 판정법과 IEC 60599, Dornenburg법, 가스패턴법을 이용하였으며, 관련이 있는 다른 진단항목의 고장이력을 검색하여 진단결과에 대한 신뢰성을 향상시켰다.

■ 부분방전

부분방전 이상진단은 전기적인 신호와 초음파신호를 측정하여 그 크기로서 이상의 정도를 판정하도록 하였다.

다.

■ 온도 이상진단

온도 이상진단은 상부유온과 하부유온, 부하율을 이용하여 IEC 60076을 따라 권선최고점온도를 그 크기에 따라 이상정도를 판정하고, 열열화율 및 과부하 등을 판정하도록 하였다.

■ OLTC 이상진단

OLTC 구동 전동기의 동작시간 및 동작전류로서 OLTC의 구동력 이상, 전원의 이상 유무 등을 판정하도록 하였다.

■ 팬, 펌프 이상진단

팬 혹은 펌프의 전동기 전류크기를 측정하여 이상 유무를 판정하도록 하였다.

■ 차단기 이상진단

차단기 구동 코일전류와 지속시간을 측정하여 차단기 부, 혹은 조작부, 전원의 이상유무를 판정하도록 하였다.

■ 피뢰기 이상진단

피뢰기 누설전류 크기로서 피뢰기의 이상정도를 판정하도록 하였다.

4. 학습훈련기

4.1 학습훈련기의 구성

학습훈련기의 기본적인 개념을 전문가시스템의 사용자가 모의 훈련을 하고자 할 때 입력로 데이터를 입력하고 그 입력된 데이터에 대한 진단결과를 화면에 나타내는 것을 기본개념으로하여 작성하였다.

그림 4는 학습훈련기 프로그램 구성체계를 보여주고 있다. 그림 4에서와 같이 크게 이상진단연습과 진단법으로 구분되어 있고 이상진단연습은 훈련기의 이해력을 높이고자 대표적인 예를 들어 설명한 것과 실제 측정데이터를 입력하여 전문가시스템을 구동하는 이상진단 실행으로 되어 있으며, 진단법에는 각 진단항목의 알고리즘을 보여주는 전체흐름도와 적용된 진단기준을 보여주고 있다.

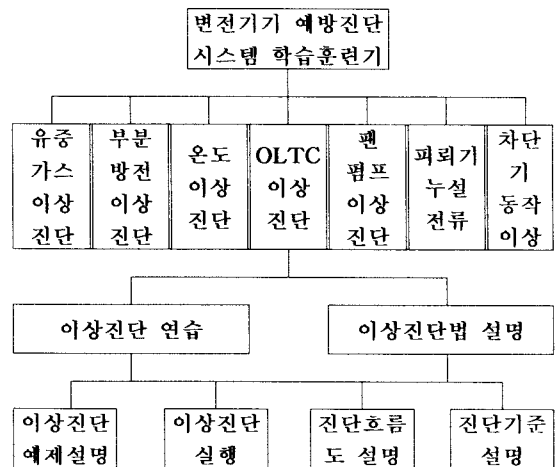


그림 4 유중가스 이상진단 학습훈련기 구성도

4.2 학습훈련기의 사용자 인터페이스 프로그램

그림 4와 같이 구성된 변전기기 예방진단 학습훈련기를 사용자가 사용하기 위해서 사용자 인터페이스가 프로그램되어야 한다. 프로그램은 Visual Basic으로 작성되었으며, 유중가스 이상진단 38면, 부분방전 이상진단 16화면, 온도이상진단 15화면, OLTC 이상진단 13화면, 팬, 펌프 이상진단 각 11화면, 차단기 이상진단 12

화면, 피뢰기 이상진단 12화면으로 총 128화면으로 되어 있다.

4.3 학습훈련기의 실행 예

4.1항에서 설명된바와 같이 학습훈련기의 전체화면은 128화면으로 매우 많기 때문에 본 연구에서는 유중가스 이상진단의 대표적인 예를 가지고 실행 예를 설명하고자 한다.

먼저 그림 5는 이상진단항목 선택화면을 보여주고 있으며, 해당진단버튼을 클릭하면 다음 화면으로 넘어간다. 그림 6은 그림 4의 구성도중 학습훈련기내에 프로그래밍된 진단법에서 진단흐름도를 보여주고 있다. 그림 7은 학습훈련기에서 전문가시스템을 구동하기 위하여 입력한 유중가스데이터를 보여주는 화면이다. 그림 8은 그림 7에서 입력된 데이터로 학습기내에서 전문가시스템을 구동시킨 후 나타난 추론결과이다.

이상과 같은 실행결과로부터 본 학습훈련기는 설정된 규칙대로 정확하게 구동되는 것으로 나타났다.

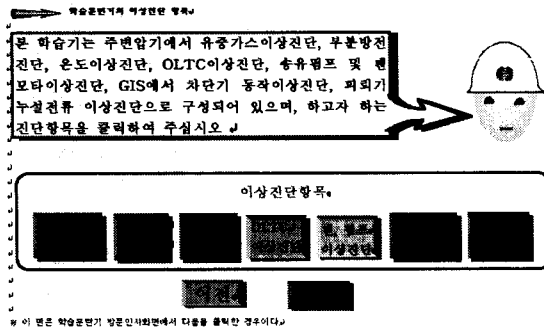


그림 5. 학습훈련기에서 진단항목 선택 화면

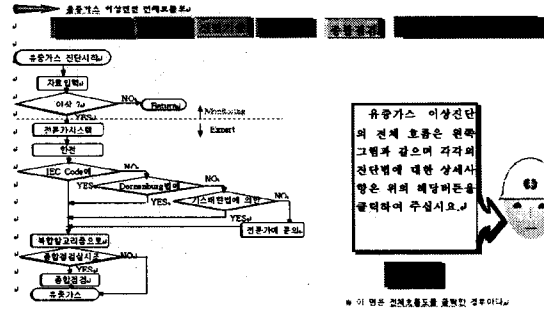


그림 6. 학습훈련기에서 진단흐름도 화면

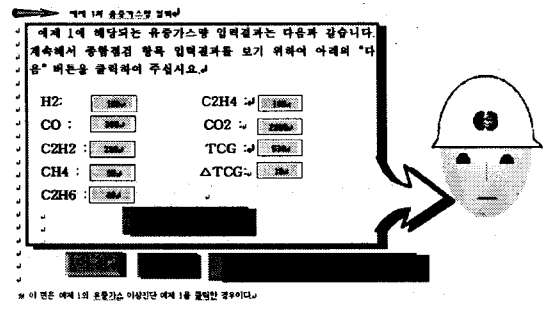


그림 7 학습훈련기에서 데이터 입력화면

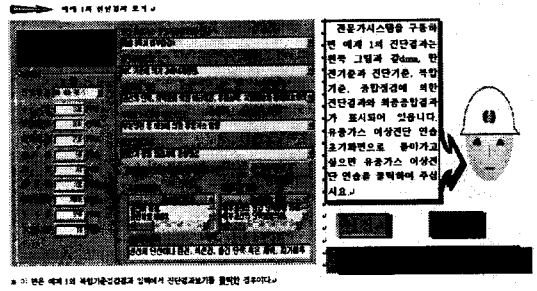


그림 8 학습훈련기에서 전문가시스템의 실행결과 화면

5. 결 론

변전기기 예방진단시스템의 학습을 위하여 학습훈련기를 작성하였다. 학습훈련기는 진단기준 및 진단알고리즘을 설명하는 진단법부분과 예제문제를 통하여 전문가시스템의 이해를 돕기 위한 예제연습부분, 실제 데이터를 입력하여 전문가시스템을 구동하는 실행부분으로 구성되어 있다. 실제 데이터를 입력하여 전문가시스템을 구동시킨 결과 학습훈련기는 잘 동작되는 것으로 나타났다. 향후 본 학습훈련기를 현장에 적용할 경우 변전기기의 고장율을 저감하고 변전기기 운전원의 진단지식에 대한 질적 향상을 도모할 수 있을 것으로 사료된다.

(참 고 문 헌)

- [1] "Guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis", IEC 60559, 1999
- [2] T.Takano et al., "A case learning System for Switching Introduction Tables in Load Dispatching Offices", JIEE B, Vol. 115, No. 7 1995
- [3] 이진찬 외, "퍼지인식도에 기초한 인과관계 지식베이스 추과 양방향 추론방식에 관한 연구", 한국전문가시스템학회지 창간호, 1995. 1