

765kV 변전설비 예방진단 전문가 시스템 기본설계

최인혁^{*}, 권동진^{*}, 정길조^{*}, 선종호^{**}, 김광화^{**}
^{*}전력연구원, ^{**}한국전기연구소

Basic design of the preventive diagnostic expert system for 765kV substation equipments

I. H. Choi^{*}, D. J. Kweon^{*}, G. J. Jung^{*}, J. H. Sun^{**}, K. H. Kim^{**}
^{*}KEPRI, ^{**}KERI

Abstract

In this paper, we describe the basic design of the preventive diagnostic expert system for 765kV substation equipments. This expert system is developed to use expert system development tool and the main subjects considered are 765kV class power transformer and GIS. We basically designed the total structure of expert system and considered database interface methods, inference engine and control, triggering system which compose expert system.

1. 서론

2000년대 우리사회는 고도의 정보화, 자동화시대로 변할 것이며, 쾌적한 생활환경 및 복지후생에 대한 요구도 더욱 커질 것이다. 이에 따라 우리나라의 전기에너지 수요도 계속 증가하여 발전시설용량에 '93년의 26GW에서 서기 2011년에는 83GW로 증가될 전망이다. 이와 같이 급격한 전력수요에 대처하기 위하여 우리나라 최고 송전전압도 2000년대 초에 345kV에서 765kV로 격상될 예정이며, 이로 인해 현재 변압기나 GIS와 같은 765kV 변전설비가 제작되고 있다.

765kV급 전력계통은 공급전력량이 매우 크므로 고장시 파급효과가 커서 사회적 불안 및 막대한 경제적 손실을 초래할 수 있으며 특히 변압기와 GIS 등으로 구성되어 있는 변전설비의 고장은 복구에 장시간을 필요로 하여 그 손실은 매우 커지게 된다. 이와 같이 중요도가 매우 높은 변전설비의 고장 예방을 위하여 경험이 풍부하고 기술력을 보유하고 있는 전문가가 필요하지만 실제 여러 분야에서 풍부한 기술력을 보유하고 있는 전문가는 드물며, 진단결과에 있어서도 확실하지 못하고 신뢰성이 저하될 수 있다. 그러므로 전문가가 가지고 있는 지

식을 종합하여 비전문가라도 변전설비의 진단을 행하고 고장을 미연에 방지할 수 있는 예방진단기술의 개발은 매우 중요하다.

본 연구에서는 765kV 변전설비의 예방진단을 위한 전문가 시스템 구축 기본설계 개념을 논하였다. 본 전문가 시스템은 전문가 시스템 개발도구를 이용하여 개발하는 것으로 하였으며, 변압기와 GIS를 주 진단 대상설비로 하였고, 각 측정항목의 Data Base 구축 및 모니터링부와 의 Interface기법, 데이터 취득장치의 개념설계, 각 센싱 항목에 대한 지식베이스의 개념설계, 추론 시스템의 개념설계, 전문가 시스템 구성의 개념설계에 대하여 논하였다.

2. 전문가시스템의 기본 특성

전문가 시스템은 어떤 특정분야의 인간 전문가들의 전문지식들을 수집, 정리하여 주어진 특정 전문영역에 관한 문제를 컴퓨터의 추론능력을 이용하여 해결하고자 하는 컴퓨터 자문시스템을 말하며, 일반적으로 전체적인 구성을 지식베이스 모듈, 추론엔진 모듈, 지식획득 모듈, 설명 모듈, 사용자 인터페이스 모듈의 5가지로 할 수 있다. 지식베이스모듈은 측정 데이터나 설비의 규격과 같이 사물에 대한 묘사를 나타내는 사실과 어떠한 결정을 내리기 위해 사실을 이용하는 법칙인 규칙으로 되어 있으며, 추론엔진모듈은 여러 가지 규칙을 어떻게 적용할 것인가 하는 방법을 뜻한다. 지식획득모듈은 전문가, 서적, 데이터베이스, 경험 등으로부터 얻은 지식을 컴퓨터내부에 주어져 있는 지식표현구조로 나타내는 것을 말하며, 설명모듈은 추론결과나 규칙 등을 설명해 주는 기능이고 사용자 인터페이스모듈은 그래픽 인터페이스 등을 이용하여 시스템과 사용자간을 연결해 주는 기능을 말한다.

3. 변전설비 예방진단 시스템의 기본 구성

765kV 변전설비의 전체적인 예방진단 시스템을 그림 1과 같이 설계하였다. 그림 1의 예방진단 시스템구성에서 모니터링 시스템은 변압기 및 GIS와 같은 변전설비에 설치되어 있는 측정센서들과 전송장치에 의하여 진단 데이터를 측정하고 전송하는 부분이며, 데이터 베이스는 취득 처리된 데이터를 저장하는 곳이고, 모니터는 데이터 및 변화경향 등을 화면에 나타내며, Alarm은 이상 데이터가 취득되었을 때 경보를 발생하는 요소이다. 트리거 시스템은 추론엔진 및 제어(Inference engine & control)를 구동시키는 것으로서 일정시간마다 혹은 경보신호가 있을 때, 또는 사용자의 요구에 의해서 동작된다. 트리거에 의해서 추론엔진이 가동되면 데이터 베이스 내에 있는 해당 데이터를 지식베이스(Knowledge base)로 불러내어 작성된 규칙(Rule)과 함께 추론에 의한 진단을 실시한다. 진단 결과에 대한 상세한 설명 및 진단과정은 결과 및 설명 보조시스템에서 나타나며 진단 결과는 다시 모니터로 전송되어 표시된다.

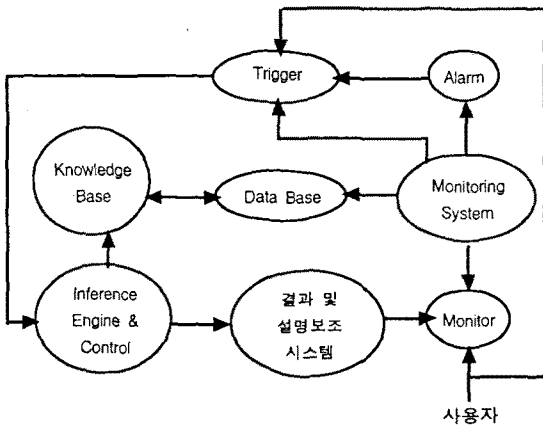


그림. 1 예방진단 시스템의 구성도

4. 변전설비 전문가 시스템의 개념설계

'2' 항의 일반적인 전문가시스템의 구성을 기준으로 하여 그림 1의 구성 요소중에서 전문가 시스템에 해당되는 지식베이스, 추론엔진 및 제어, 데이터 베이스, 트리거 시스템에 대한 개념설계를 실시하였다.

4.1 지식베이스의 개념설계

전문가 시스템에서 사용되고 있는 지식베이스 모듈로는 논리, 의미회로, 프레임, 생성규칙 및 혼합형(규칙+

객체지향)지식표현방식이 있으며, 본 전문가 시스템에서는 시스템의 유지보수, 확장성의 증대, 사용의 용이성 등에서 장점을 가지고 있는 혼합형 지식표현방식을 사용하고자 한다.

본 연구에서 주 진단 대상으로 하고 있는 변전설비는 변압기와 GIS로 하고 있으며, 예방진단을 위한 지식베이스의 개념설계도 크게 변압기 부분과 차단기 부분으로 분류할 수 있다. 변압기 부분에서 진단되어야 할 운전상태는 절연상태, 냉각상태, 누유상태, 절환기상태의 4가지로 하였으며, GIS부분에서는 절연상태, 누기상태, 차단기 특성상태, 피뢰기상태를 감시항목으로 하였다. 그러므로 상태들에 대한 진단을 실시하기 위해서는 각 상태를 판단할 수 있는 데이터를 On-line상에서 수집하고 적합한 규칙에 의한 추론을 실시하여 진단을 수행해야한다. 측정항목에 대해서는 아직 검토단계에 있지만 변압기 및 GIS의 상태들을 진단하기 위한 진단요소 및 데이터특성과 평가방법을 표 1과 같이 설정하였다.

표 1. 데이터의 특성 및 평가방법

항	목	데이터형	평가지 처리형태
변압기	부분방전	수치형	시간적 추세, 피이크
	가스분석	수치형	평균, 누적
	활선정유장치	수치형/상태형	시간적 추세/(작동, 정지)
	외기온도	수치형	평균
	유온 유변	수치형	시간적 추세/피이크
	탭절환장치	수치형/상태형	시간적 추세/(작동, 정지)
	냉각팬	수치형/상태형	피이크/(작동, 정지)
	냉각필프	수치형/상태형	피이크/(작동, 정지)
GIS	가스밀도	수치형	평균, 시각적 추세
	차단기 동작시간	수치형	평균
	피뢰기 누설전류	수치형	평균
	부분방전	수치형	시간적 추세, 피이크

4.2 추론엔진 및 제어시스템의 개념설계

추론시스템은 지식베이스를 구성하고 있는 사실과 규칙을 이용하여 진단을 수행하는 과정을 말하며, 전향추론, 후향추론, 전향추론과 후향추론을 혼합한 혼합형추론방식이 있다. 본 변전설비 전문가시스템의 추론엔진과 제어분야에서는 고장예측과 고장점표정 및 원인예측과정을 수행하고자 하며, 고장예측에서는 전향추론방식을 사용하여 변압기의 경우 절연, 냉각, 누유 및 절환기상태의 지식베이스로부터 상태를 추정하여 고장예측을 하며, GIS의 경우 절연, 누기, 차단기특성, 피뢰기상태의 지식베이스로부터 고장예측을 하고자 한다. 고장점표정과 원인예측에서는 후향추론방식을 사용하여 고장발생 후 고장발생 위치 추정과 고장원인을 추론하고자 한다. 이와 같이 본 전문가 시스템에서는 사용자가 사용목적에 따라 적절히 추론기법을 적용시킬 수 있는 혼합형추론방식을 사용하고자 한다

추론된 결과는 진단의 상태를 정상과 비정상으로 나누고 비정상상태도 3가지 단계로 분류하여 1단계는 계속적으로 관찰하는 단계로 설계하고 2단계는 일정기간(다음 보수시까지)이후 정밀진단을 필요로 하는 것으로 설계하며 3단계는 즉시 운전을 멈추고 정밀진단을 필요로 하는 것으로 하고자 한다. 또한 추론된 과정 및 결과는 설명모듈에 의하여 상세히 설명이 된다.

4.3 데이터베이스 및 데이터취득 개념설계

본 전문가시스템에서는 매우 방대한 양의 측정데이터를 취급해야 하므로 전문가 시스템의 외부에 데이터베이스를 설치하여 전문가시스템과 데이터 베이스를 인터페이스시키는 방식으로 하였다. 인터페이스는 전문가 시스템 개발도구에서 공급되는 데이터 Access 프로그램을 사용하고자 한다.

데이터베이스 시스템은 정보가 저장되는 파일 구조에 따라 flat 데이터베이스시스템, 관계형 데이터베이스 시스템, 스프레드시트형으로 분류할 수 있다. 본 전문가 시스템에서는 변전설비와 측정항목, 측정항목과 측정데이터와의 관계 등을 효율적으로 관리하여 추론에 의한 진단결과를 용이하게 추정할 수 있는 관계형 데이터베이스 시스템을 기본으로 데이터 베이스를 설계하고자 한다.

그리고 전문가 시스템을 구동시키는 데이터는 별도로 데이터 베이스 내에 장시간 또는 영구 저장으로 하고, 그의 추론 결과도 저장하여 추후 전문가시스템의 추론에 활용하는 것으로 설계한다.

4.4 트리거 시스템 기본설계

전문가 시스템은 트리거 시스템의 신호에 의해서 데이

터 베이스내의 해당 데이터를 인출하고 규칙을 적용시켜 추론엔진을 구동하게 되며, 이러한 신호발생의 조건은 모니터링 시스템에서 취득한 데이터가 기준치에서 벗어나서 경보신호가 발생될 때, 일정 시간마다, 사용자의 필요에 의해서와 같은 3가지 조건으로 하였다.

5. 결론

본 연구에서는 765kV 변전설비의 예방진단을 위한 전문가 시스템의 개발을 위하여 기본연구를 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

본 전문가 시스템의 전체적인 구성은 지식베이스, 추론엔진 및 제어, 데이터 베이스, 트리거 시스템으로 하였고, 주 대상설비는 변압기 및 GIS로 하였다. 지식베이스 모듈에서는 혼합형 지식표현방식을 채택하는 것으로 하였으며, 변압기에서는 절연, 냉각, 누유 및 절환기상태, GIS에서는 절연, 누기, 차단기특성, 피뢰기상태를 추론할 수 있는 사실과 규칙을 지식베이스로 하였다. 추론엔진과 제어분야에서는 고장예측과 고장점표정 및 원인예측과정을 수행하는 것으로 하였으며, 혼합형추론방식을 채택하였다. 또한 데이터베이스 및 데이터취득방식은 전문가 시스템의 외부에 데이터베이스를 설치하여 전문가시스템과 데이터 베이스를 인터페이스시키는 방식으로 하였으며, 관계형 데이터 베이스 시스템을 기본 시스템으로 선택하였다. 트리거 시스템의 신호에 의해서 전문가 시스템을 구동하는 것으로 하였다.

향 후 전문가시스템을 개발하기 위하여 측정항목의 확정에 따른 세부적인 진단 규칙 작성, 데이터 베이스와의 인터페이스 프로그램 작성, 객체, 클래스, 속성 분류 등에 관한 연구를 실시할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 김영곤 외, "전자식교환기 고장진단 전문가시스템의 지식베이스 모듈 구축", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, pp. 393-396, Vol. 21, No. 2, 1994
- [2] 김화수 외, "전문가 시스템", 집문당, 1998
- [3] 下中俊臣, "센사による機器温度上昇監視の實際", 鐵道と電氣, Vol. 43, No. 3, ('89. 3)
- [4] 한국엑스퍼트(주), "Expert Elements 정기교육자료", 1996