

건축물의 전기수용설비에서 경험자 규칙을 활용한 유지관리지원 시스템 구현

(Implementation of Maintenance Supporting System for Electrical Equipments)

류승기* · 최도혁* · 한태환** · 이돈구*** · 유정웅***

(Seung-Ki Ryu · Do-Hyuk Choi · Tae-Hwan Han · Don-Gu Lee · Jeong-Woong Yu)

요 약

본 논문에서는 건축물의 전기 수용설비에 대한 유지관리방법의 온라인화를 구현하기 위한 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 유지관리 방법에 대한 경험자 규칙을 활용한 데이터베이스를 구축하여 운전자가 응답과 대답을 통하여 유지관리에 업무가 수행되도록 하였다. 운전자는 본 시스템을 통하여 수용 설비의 정밀한 감시, 이상 상태의 조기발견, 올바른 조작 수행, 신속한 조치가 가능하며, 특히 비 전문가라도 설비의 유지관리업무가 가능하도록 개발되었다.

Abstract

This paper describes the on-line maintenance system with integrated graphic environment for building electrical equipments. This system is based on the pre-defined troubleshoot knowledgebase with maintenance information. And this system utilizes the database and knowledgebase for the diagnosis of facility and runs on the operator's requirement and response. The operator is possible of a detailed observation, an early detection of abnormal state, a properly operation and a rapidly arrangement of electrical equipments. Especially, this system is developed using the maintenance of equipments, if needed, be operated by non-expertise.

1. 서 론

최근에 건축물은 고층화와 함께 정보화 추진으로 전기 수용설비는 대용량화, 다기능화, 인텔리전트화 되고 있다. 특히, 수용가들이 다양한 생활 패턴을 소유함으로써 24시간 양질의 전력을 공급할 것을 요구

확보하기 위한 유지관리 기술의 중요성이 더욱 강함으로써 전기 수용설비에 대한 신뢰성과 안전성을 조 되고 있다. 전기 수용설비의 유지관리 업무는 점점대상인 설비 기기마다 운전상황을 관리자가 감시·기록하여 설비의 이상 유무를 판단하는 것이 통상적인 업무이다.

현행 전기 설비에 대한 안전 관리는 전기 사업법 45조 2항에 근거하며, 48조의 의거하여 전기 안전관리 업무를 안전 공사에서 대행하도록 법률적 구조가 이루어져 있으며 유지관리를 위한 일환으로 전기사

* 정회원 : 한국건설기술 연구원

** 정회원 : LG산전

*** 정회원 : 충북대 전기공학과

접수일자 : 1998. 8. 19.

업법 시행 규칙 59조에 의거하여 전기설비 용량에 따른 점검 횟수와 주기를 정하고 있다. 일반적으로 설비 관리자가 점검 업무를 수행하는 데 있어서 기본적으로는 월별 점검을 수행하지만, 필요에 따라서는 분기 점검 등 여러 가지의 점검 업무를 수행하고 있다. 이들 설비의 유지 관리에 대한 정보는 관리자의 확인 절차에 의한 운전 데이터의 주기 작업이 대부분이다[1,2]. 그러나, 대용량화, 다기능화 및 인텔리전트화 되어 가는 설비들의 지속적인 증가와 설비의 고신뢰화로 관리자들의 고장사고 경험 감소와 함께 전문적인 관리인의 양성이 어려워지고 있으며, 3D 기피 현상으로 자격 있는 관리자나 보수 요원의 확보가 어려워지면서 전문 경험의 상실이 큰 문제로 나타나고 있는 상황이다. 이에 대한 대처 방안으로 기존의 관리 방법에서 전문가에 의해서 수행되었던 경험적인 능력과 논리적인 해석이 시스템 적으로 가능하도록 지원할 수 있는 시스템 개발이 요구된다.

유지관리는 고장의 사전 예측과 설비 운전의 자동화를 실현하기 위한 기반으로 전기 수용설비에 대한 각종 이력정보, 점검 정보, 조치 정보들을 활용하여 운전 중에 발생하는 각종 현상을 가지고 정확하게 판단하고 조치할 수 있는지가 문제이다. 온라인화를 통한 유지관리 관한 연구로는 주로 송전 설비, HVAC 설비등 대단위의 규모 설비에서 진행되어 왔고, 국내에서는 공동주택의 전기 설비를 대상으로 발표된 바가 있다[3].

본 연구에서는 건축물의 전기 수용설비에서 유지관리를 온라인화 하여 일상적인 보수 업무를 수행하는 가운데서 유지관리를 지원할 수 있는 응용 프로그램을 개발하였다. 개발된 응용 프로그램은 점검 대상설비의 점검사항, 이상 발생원인과 그에 따른 대처 방법과 조치 유무 등을 DB형식으로 관리하기 위하여 세 가지 형태 모드 즉 입력모드, 점검 모드, 조치 모드로 구성되어 있으며 이들 운영환경은 사용자 친화 환경에서 구동 될 수 있도록 MMI화 하였다. 온라인화를 실현하기 위하여 본 시스템은 전체적으로 수용설비 기기에 대한 이력 사항을 일반적인 사양과 세부적인 사양으로 구분한 설비 이력용 데이터베이스시스템과 설비 관리 업무의 전문적인 지식을 구조적으로 표현하기 위해서는 비순환식 트리(Acyclic Tree) 구조를 규칙 기반시스템으로 분할하는 계층기법을 활용하고 이들을 효과적으로 결합하기 위하여

모듈라 프로그램 기법을 활용하였으며 실용화를 위하여 PC상에서 운영될 수 있도록 구현하였다.

2. 시스템 설계를 위한 요구분석

2.1 시스템 설계

본 연구에서 구성한 설비유지관리시스템은 설비별 이력관리, 설비진단 및 유지관리를 합리화한 시스템으로써 체계적인 설비유지관리업무를 지원하는 것을 목적으로 계층적 구조로 발생데이터는 상위 컴퓨터에 전달되도록 네트워크로 구성하여 유지관리 정보를 우선적으로 운전원이 확보할 수 있는 구조를 갖도록 하였다.

그림 2.1과 같이 개발된 시스템은 시설물 별로 작성된 정적 데이터 베이스와 진단에 필요한 동적 데이터베이스가 이력관리, 처리관리와 추론엔진을 포함하고 있는 진단 소프트웨어를 공유하도록 설계되어 있다. 본 시스템의 사용자 인터페이스 환경은 이력 입력메뉴, 진단메뉴 및 각종의 도움 메뉴가 있으며 사용하는 편집기는 윈도우 환경에서 규칙에디터를 활용하여 유지관리 업무와 전문가 지식을 규칙 형태로 입력한다 접근할 수 있도록 구현되어 있다.

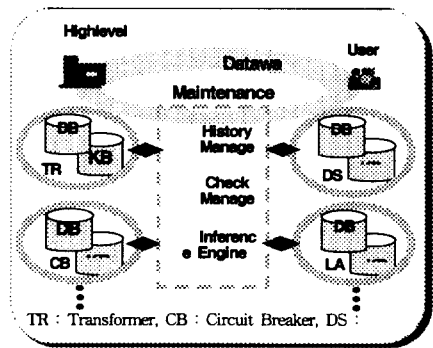


그림 2.1 계층구조의 유지관리시스템
Fig. 2.1 Maintenance system of hierarchical structure

이들 모든 환경은 톱-다운(Top down) 메뉴 방식과 명령 버튼방식(Hot-key)으로 운영되고 있다. 특히 본 시스템은 실시간으로 운전되는 설비를 감시하여 비 정상시 운전자에게 경고 또는 고장 정보를 제공할 수 있도록 설계되어 예방 보존이 가능하도록

개발되었다.

2.2 DB화를 위한 요구분석

전기설비의 유지관리 업무는 점검대상인 설비기기가 마다 운전상황을 항상 감시·기록하고 설비기기의 보수 및 이상 발생기기에 대한 경보·보수조치를 취하는 과정으로 궁극적인 목적은 관리자는 전기수용설비의 구성요소, 결선상태, 설비기기별 특기사항, 기기별의 세부특성 등 전기설비특성에 대한 정보를 사전에 파악하여 점검 대상설비의 정확한 감시, 비정상상태의 조기발견, 설비의 합리적인 운전 등의 관리업무를 수행한다[4].

본 연구에서는 기기 성능에 관계없는 일반적인 요소와 기기별 특성을 나타내는 세부 사항을 포함하여 표 2.1과 같이 요약하였다. 세부사항은 설비 기기별 특성을 표현하는 물리적인 고유 값으로 설비 기기별 정격치, 사용범위, 물성치 등의 특성값으로써 설비소기기의 유지관리를 위한 기본적인 데이터로 구성하고 특히, 설비규모가 대형화·복합화에 대응하기 위하여 그림 2.2와 같은 트리(Tree)형태 가운데

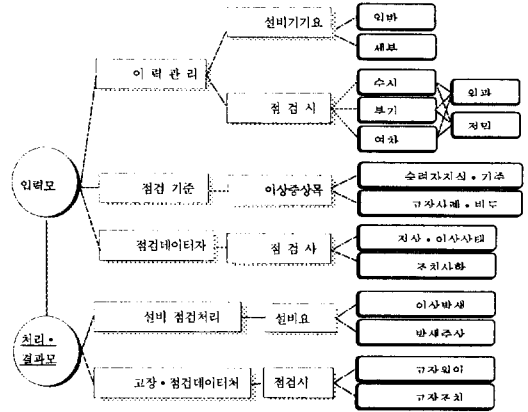


그림 2.2 유지관리 업무구조
Fig. 2.2 Work-structure of maintenance

비순환식트리(Acyclic Tree)구조이며 이를 활용하여 규칙기반시스템을 구성한다. 트리 구조에는 설비의 특성 정보 이외에 점검사항, 점검시기, 이상발생원인과 대처방법, 조치유무 등을 포함하여 유지관리에 활용도록 DB를 설계하였다.

표 2.1 설비기기별 이력관리표
Table. 2.1 Historical Management table

설비명	이력관리(세부사항)
변압기	중량, 본체절연유량, 기준 충격전압절연강도, 변압기종류, 철심형태, 중성점 피뢰기유무, 중성점 접지유무, 보호방식 및 냉각방식, 정격전압, 정격전류, 기준용량, 임피던스, 결선
단로기	정격전압, 정격전류, 조작방식, 구동모터, 종별
차단기	정격전압[kV], 정격전류[A], 기준충격전압절연강도(BIL)[kV], 차단용량[MVA], 차단속도[ms], 최대차단전류[A], 개극시간[ms], 무부하투입시간, 트립전원전압, 투입전원전압, 조작종류, 조작방식, 중량[ton], OCB유량, 개폐방식, 차단기종류
변류기	정격전압/전류, 절연방식, core ratio, 부담
피뢰기	정격전압, 공칭방전전류, 제한전압, 상용주파방전전압, 충격방전개시전압, 중량
부싱	정격전압, 정격전류, 종류, BCT core ratio, BCT core 부담
방전코일	1차/2차전압, 절연유량, 중량
전력용콘덴서	회로전압,뱅크전류,뱅크용량, cell
충전장치	입력전압/전류, 출력전압, dropper 운전방식
변성기	종류, 변성기내용전압, 내용부담

3. 전문가지식을 이용한 시스템

3.1 DB 설계

전기설비 기기의 유지관리업무는 앞에서 언급한 기준, 업무분석내용, 점검사항 등의 정보이외에 기기 이력 및 점검사항, 점검결과 내용, 처리결과 정보들이므로, 이 자료를 근거로 계층형 DB로 설계한다. DB의 구조는 TableDefs모듈, Fields모듈, Indexes모듈로 구성되어 있으며, Visual Basic의 테이블, Snapshot, Dynaset 등의 RecordSet과 연계가 가능하도록 하였다. 하나의 TableDefs모듈에 다수의 TableDef가 있고, 각각의 TableDef에는 Fields와 Indexes모듈이 있다. Fields와 Indexes모듈에는 여러 개의 Field 또는 Index들이 포함되어 기기이력 및 점검사항, 점검결과 내용, 처리결과 등의 정보를 입력하도록 설계되어 있다. 표 3.1, 3.2는 작성된 DB의 일례로서, 설비기기중 변압기에 대한 점검DB를 구성하기 위한 테이블들이다.

3.2 전문가 지식 설계

설비기기의 이상징후는 관리자의 감각에 의해 발

견되는 경우가 대부분이지만, 그러한 현상이 어떤 원인에 의해 발생하는지 판단하기란 매우 어려운 과정이다. 따라서, 관리자에게 이상징후에 대한 진단 지식을 지원하기 위하여 고장원인(symptom)/고장(fault) 관계를 활용한 퍼지 규칙(Fuzzy Rule)을 적용한다.

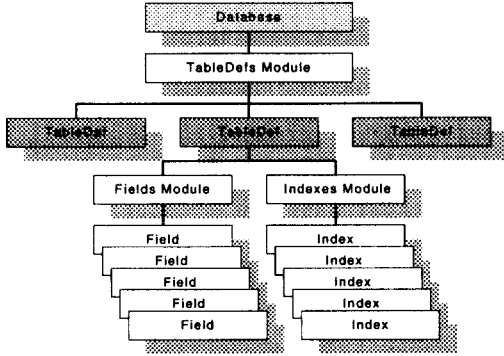


그림 3.1 DB 구조
Fig. 3.1 DB Architecture

판단에 의존하는 설비기기의 고장원인들의 모임(Y)과 원인항목들의 모임(X)을 다음과 같이 집합으로 표현할 수 있다.

$$Y = \{ y_1, y_2, y_3, \dots, y_j, \dots, y_n \} \quad (3.1)$$

$$X = \{ x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_m \} \quad (3.2)$$

표 3.1 변압기 점검 DB
Table 3.1 Transformer checking DB

테이블 이름	기능
변압기1_TAB	변압기 이력입력 테이블
외관점검1_TAB	변압기 외관점검의 점검항목 테이블
외관점검결과1_TAB	점검후 이상발생항목의 발생원인과 대처방법에 대한 테이블
조치결과1_TAB	변압기의 이상발생항목의 조치유무에 대한 결과 테이블

여기서, 고장현상(증상) 집합 Y는 n차원의 벡터 공간이고, X는 고장원인들의 집합으로 m차원의 벡터공간이다.

증상집합 Y의 원소에는 “온도가 비교적 높다(증상 1)”, “진동 및 음향이 크게 들린다(증상2)”, “이상한 냄새가 심하게 난다(증상3)” 등과 같은 감각적인 정보로서 애매하고 불확실한 정보를 포함하고 있다. 이

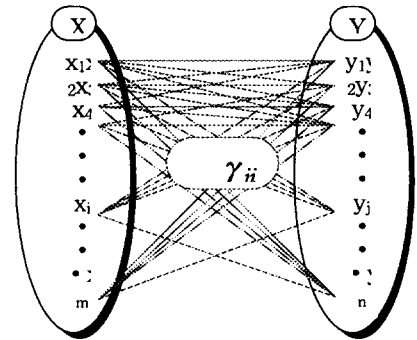


그림 3.2 증상(Y)/원인(X) 집합의 Mapping
Fig. 3.2 Mapping of symptom(Y)/fault(X) set

표 3.2 변압기의 세부점검 항목
Table 3.2 Specification lists of transformer

자료 표	필드 명	데이터형태
변압기 (이력부분)	관리번호, 제작사명, 제작일, 운전개시일, 설치장소, 건물명, 변압기종류, 결선방식, 철심형태, 냉각방식, 정격주파수, 중성점접지유무, 중성점LA설치유무, 정격전압, 정격전류, 탭전압, 정격용량, 임피던스, 온도상승허용온도, 기준충격전압절연강도, 허용온도, 절연강도, 절연유최대전압, 뇌임펄스내전압	Text
외관점검 (점검부분)	이상음, 호흡상태, 유및가스누설, 변압기주변이물질, 부품파손, 단자과열, 탱크방열관측, 냉각장치, 지시계, 경보장치, 주위온도, 허용온도, 방압장치, 탭절환기유연, 탭절환기탭위치, 탭절환기접속부, 탭절환기절환부이완, 부상부위애자, 방청및부식, 인하선및기기단자접속, 흡습계변색, 몰드코일균열, 변압기철심누, 코일변색, 1차측인하선균기	Text, Boolean
점검결과	관리번호, 이상발생항목, 발생원인, 대처방법	Text
조치결과	조치일, 점검일, 이상음, 호흡상태, 유및가스누설, 변압기주변이물질, 부품파손, 단자과열, 탱크방열관측, 냉각장치, 지시계, 경보장치, 주위온도, 허용온도, 방압장치, 탭절환기유연, 탭절환기탭위치, 탭절환기접속부, 탭절환기절환부이완, 부상부위애자, 방청및부식, 인하선및기기단자접속, 흡습계변색, 몰드코일균열, 변압기철심누, 코일변색, 1차측인하선균기	Text, Boolean

처럼 증상집합과 원인집합은 애매하고 불확실한 정보를 가지고 그림 3.2와 같은 매핑관계를 활용하여 진단 알고리즘에 적용한다.

여기서 고장원인 x_i 와 증상 y_j 의 관계 유무 또는 정도를 나타내는 연관도를 γ_{ji} 라 설정한다. x_i 는 ($m \times 1$)차원 벡터공간이고, y_j 는 ($n \times 1$)차원 벡터공간이다.

원인집합 X와 증상집합 Y에 대한 관계를 행렬로써 표현할 수 있으며, 다음과 같은 차원의 관계행렬 Γ ($n \times m$)이다.

$$\Gamma = \{ \gamma_{ji} \} \tag{3.3}$$

관계행렬 Γ 와 원인집합 X를 이용하여 퍼지관계를 적용하면 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$Y = \Gamma \cdot X \tag{3.4}$$

여기서 $y_j = \bigvee_i \{ x_i \wedge \gamma_{ji} \}$, $i = 1, 2, 3, \dots, m$, $j = 1, 2, 3, \dots, n$ 이며, \bigvee 나 \wedge 는 MAX와 MIN을 의미하며 OR, AND로 표현할 수 있다.

일반적으로 진단은 증상 및 원인과의 증상간의 관계 Γ 로부터 얻을 수 있다. 그러면 여러증상의 모임으로 고장원인을 진단하는 경우에 고장진단과 관련된 속성들의 모임을 다음과 같이 정의한다.

$$A = \{ A_j \} \quad j=1, 2, \dots, n \tag{3.5}$$

여기서, A_j 는 언어변수, 전체집합은 U_j 로 정의한다.

관계행렬 Γ 에서 멤버쉽함수 $\mu_{y_j} : U_j \rightarrow [0, 1]$ 에 의해 표현할 수 있다. 설비고장의 증상들, 즉 “이상한 소리 및 진동이 난다.” “온도가 높다.” “냄새가 난다.” 등을 퍼지명제 P_j 라 정의하고 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$P_j = 'A_j \text{ is } \Gamma_j' \quad j = 1, 2, \dots, n \tag{3.6}$$

그리고 이러한 명제로부터 합성명제 S를 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$S = P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \wedge \dots \wedge P_n \tag{3.7}$$

$$S = A \text{ is } \Gamma$$

여기서 $A = \{ A_1, A_2, A_3, \dots, A_n \}$,

$$\Gamma = \Gamma_1 \times \Gamma_2 \times \dots \times \Gamma_n \tag{3.8}$$

Γ 는 카티션곱(Cartesian Product)으로 쓸 수 있으며, 식(3.8)은 임의 1개의 고장에 대응하는 증상이다. 실제로 대상 설비 기기의 실측데이터는 각 A_j 에 대해서 ' A_j is Q_j '라 하면,

$$O = A \text{ is } Q \tag{3.9}$$

여기서, Q는 CP로 $Q = Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n$ 이다.

그러면, 설비고장이 발생하였는지를 진단하기 위해서는, 2개의 합성명제 S와 O의 양립정도 즉, Γ 와 Q의 적합도를 이용한다. 적합도를 Π 라 정의하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\Pi = \bigvee_{u \in U} (\Gamma \cap Q) \tag{3.10}$$

전체집합 $U = U_1 \times U_2 \times U_3 \times \dots \times U_n$ 퍼지집합의 카티션곱을 Minimum으로 정의하면 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\Pi_j = \bigvee_{u_j \in U_j} (\Gamma_j \cap Q_j) \tag{3.11}$$

위식에서 Minimum연산자를 이용하여 간단히 표현하면 다음과 같다.

$$\Pi = \text{Min}_j \Pi_j \tag{3.12}$$

여기서, Π 는 집합간의 카티션곱과 AND결합을 Minimum으로 정하였기 때문에 R_j 와 Q_j 의 적합도중에서 최소값으로 한다. 설비의 고장을 진단하는데 있어서 3개의 속성을 일반화하면 ($2^n - 1$)가지의 증상이 있으며, 이런 증상을 포함하면 당연히 고장발생정도가 높게 된다. 이것은 멤버쉽함수를 이용하여 표현하면 다음과 같다.

$$\mu_H : 2^k \rightarrow [0, 1] \tag{3.13}$$

이와같은 설비고장에 대한 지식이 미리 정해지면 설비고장을 점검한 데이터로부터 조합적인 진단을 수행한다. 본 연구에서는 전기설비에 대한 유지관리 지원시스템에서 관리자의 감각정보를 이용하여 설비를 유지관리한다. 또한, 본 시스템의 개발환경은 MMI Tool로서 비주얼 베이직(Visual Basic) 프로그램

램을 이용하였고, 유지관리알고리즘은 데이터베이스 프로그램 Access, 전문가시스템 개발프로그램 EXSYS와 IRE를 이용하여 유지관리 지원시스템을 구현하였다. EXSYS는 VB에서 개체 연결기능을 갖도록 프로그래밍되어 있다.

증상의 판단과정으로부터 원인을 추론하는 과정은 다음과 같다.

- Rule1:IF{ Q₁:₁AND Q₂:₁}Then{ C₁}
- Rule2:IF{ Q₁:₁AND Q₂:₂AND Q₃:₁}Then{ C₂}
- Rule3:IF{ Q₁:₂AND Q₄:₁AND Q₅:₁}Then{ C₄}

여기서, Q_i(i=1, ..., p)는 이상현상(증상) 집합의 원소를 의미하며 구체적으로 “온도가 비교적 높다(증상1)”, “진동 및 음향이 크게 들린다(증상2)”, “이상한 냄새가 심하게 난다(증상3)” 등과 같은 감각적인 언어변수이고, 이는 설비 유지관리업무에 있어서 관리자가 수행하는 점검분석자료를 근거로 하고 있다. 집합 C는 결론부로서 이상원인을 의미하며, 전체 개수가 규칙의 수를 의미한다. 그림 3.3은 Rule 3에 대한 규칙이다.

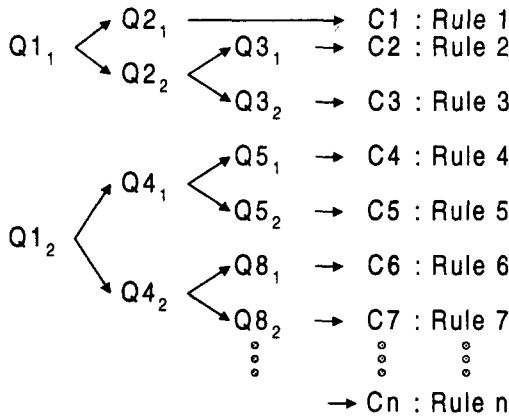


그림 3.3 진단규칙
Fig. 3.3 diagnosis rule

4. 유지관리 지원 시스템의 모의실험

4.1 소프트웨어 구조 및 기능

개발환경은 윈도우95를 기본 운영환경으로 VB 소프트웨어를 이용하여 전체 화면과 운용루틴을 구성

하였다. 본 시스템에서 사용한 DB프로그램은 VB에서 자체 제공하는 Access엔진을 사용하고 EXSYS는 VB에서 개체 연결 기능을 갖도록 하였다. 시스템은 전기설비기기별 이력을 관리할 수 있는 이력입력메뉴와 각각의 설비요소에 대해서 점검항목을 알려주고 관리자가 점검후 이상유무를 지정하면 이상발생 항목에 대해서 원인과 대처방법이 제시되는 점검메뉴 그리고 조치사항을 기록·보관할 수 있는 조치결과메뉴로 구성되어 있다. 입력모드에서는 각각의 전기설비기기의 이력을 입력 및 관리할 수 있도록 되어 있다. 점검모드는 순시점검, 주간점검, 월별점검, 분기별 점검, 연차점검 등 점검시기에 따른 점검항목을 관리자에게 일목요연하게 제시함으로써 관리자는 메뉴에서 지시하는 점검항목에 의하여 점검을 수행하면서 점검항목을 누락하지 않고 점검을 실시할 수 있다. 점검결과모드는 점검모드에서 관리자가 점검항목을 점검하고 이상이 발생한 부분에 대해서는 이상발생의 원인과 대처방법을 관리자에게 알려주도록 하였다. 또한, 시스템의 사용자인터페이스 환경으로는 이력입력메뉴, 진단메뉴 그리고 각종 도움말메뉴가 있으며, 또한 설비기기에 대한 이력과 점검내용을 수정 및 저장할 수 있는 편집기 메뉴가 있다. 편집기에서 사용하는 확장명은 윈도우 환경의 텍스트(*.txt), 문서(*.doc)파일 등으로 편집이 가능하며 프로그램의 전개는 톱다운(Top Down)메뉴방식과 명령버튼방식을 이용하였다. 편집기 기능을 이용하며 사용자가 직접 내용을 수정 보완할 수 있도록 하였으며, 다른 응용프로그램과 연결하여 사용할 수 있도록 개체 연결기능이 있다.

4.2 모의 실험 및 검토

유지관리 지원시스템의 초기설정화면에는 이력관리, 보수유지, 상태관리, 관련자료목록, 데이터관리, 도움말, 파일관리, 종료의 명령버튼이 있다.

먼저, 유지관리모드의 업무를 수행하고자 할때에는 초기화면에서 보수유지명령을 실행하면 보수유지 관련 메뉴가 화면에 출력되고 서브 메뉴로는 파일관리, 설비이력관리, 진단, 특기사항, 도움말 메뉴가 있다. 주 메뉴에서는 크게 각종 설비의 이력을 입력 및 관리하는 기능과 관리자에게 각각의 설비에 대해서 점검항목을 지시하고 이상발생 항목에 대한 원인과 결과를 지시하는 기능이 포함되어 있고 또한 별도의

서브 기능을 각각 가지고 있다. 각 서브기능에는 파일 관리에는 편집기능과 저장기능이 있고, 설비이력관리 모드에는 설비계통도와 이력입력기능이 있다.

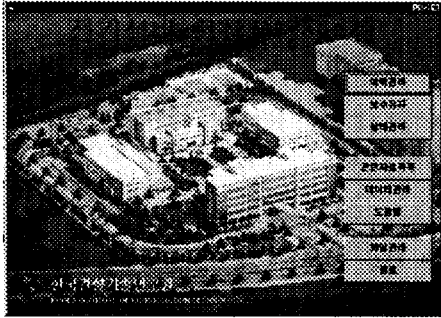


그림 4.1 초기설정화면
Fig. 4.1 Initial overview

설비계통도에는 시설의 설비계통을 그림화일로 저장한다. 그리고, 설비이력을 관리하기 위한 이력입력 모드에서는 전기 수용설비의 이력을 입력하여 데이터베이스화된다. 이 기능은 관리자의 교체시에도 전반적인 설비규모 및 특성을 파악할 수 있도록 하였다. 도움말메뉴에는 점검용 계측기, 고장사례, 점검 및 안전에 관련한 기준 등 점검관리에 필요한 도움말기능을 이용할 수 있다.

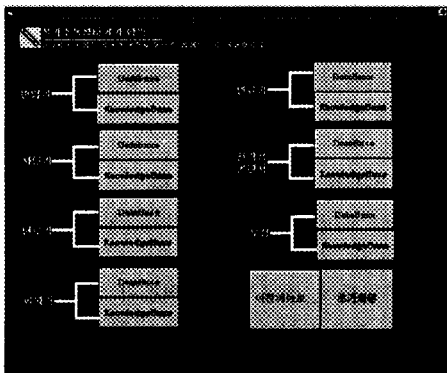


그림 4.2 유지관리모드
Fig. 4.2 maintenance mode

고장진단모드를 실행하면, 점검하고자 하는 전력 기기의 리스트가 출력되고 각기기마다 점검사항의 세부내용을 관리자에게 알려준다.

(1) 데이터 베이스에 의한 유지관리 환경

먼저, 데이터베이스에 의한 고장정보제공은 유지관리업무와 고장지식을 토대로 데이터베이스화하여 선택된 증상에 대한 고장정보를 제공한다. 데이터베이스화하는 방법은 앞에서 검토한 대로 유지관리업무를 분석하여 전문가의 지식과 링크되도록 하였다.

데이터베이스 MMI 운영환경은 그림 4.3과 같다. 변압기에서 실행하여 본 결과는 그림 4.4와 같다.

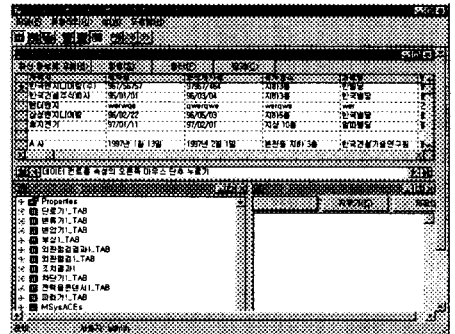


그림 4.3 DB 환경
Fig. 4.3 DB environment

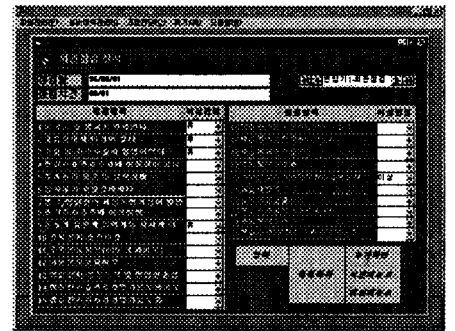


그림 4.4 DB에 의한 실행 결과(변압기 경우)
Fig. 4.4 Executed result of DB(case of TR)

(2) 전문가 규칙에 의한 유지관리 환경

전문가 시스템도구를 이용한 유지관리 실행모드로서, 지식베이스버튼을 실행하면 전문가시스템도구로 프로그램한 유지관리 지원시스템이 수행된다. 개발도구를 이용한 유지관리의 작업환경은 그림 4.4와 같다. 지식베이스를 이용한 유지관리지원시스템은 규칙에 데이터에 의해서 유지관리업무와 전문가의 지식을 규칙형태로 입력한다. 이와 같은 지식에데이터로부터 유

지관리 업무와 진단지식을 규칙화하고, 이를 이용할 수 있도록 사용자 인터페이스환경을 구현한다. 그러나, 보다 철저한 예방보전을 위해서는 실시간 상태감시시스템의 병행이 필요하다.



그림 4.5 지식베이스에 의한 유지관리 실행 예 (변압기 경우)
Fig. 4.5 Executed result of knowledgebase (case of TR)

실시간 상태감시시스템은 설비 기기의 운전상태를 실시간으로 상시적인 감시가 요구되므로 본 시스템에서는 설비의 비정상상태 발생 시에는 사용자에게 경고 또는 고장정보를 사용자에게 제공하는 설비 상태감시·진단시스템을 구성하였다. 도움말메뉴에는 점검용 계측기, 고장사례, 점검 및 안전에 관련한 기준 등 점검관리에 필요한 도움말기능을 이용할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 데이터베이스 및 지식베이스를 응용한 유지관리 지원시스템의 응용프로그램을 개발하였다. 개발한 응용프로그램은 설비상태로부터 비정상상태를 분석할 수 있도록 현장 관리자들에게서 구할 수 있는 현상을 언어 변수로 표현하여 이를 알고리즘으로 구현하였으며 지능제어의 지식기반 전문가지식시스템을 응용하였다. 설비 유지관리 분석 알고리즘의 연구결과로는 다음과 같다.

대상설비의 업무패턴을 효과적으로 분석할 수 있도록 유지관리 업무트리(Work Tree)를 제안하였고, 구현된 데이터베이스로부터 정상상태와 고장상태에 대한 진단을 수행하기 위해서 전문가의 지식을 규칙

기반형태로 구현하였다. 규칙화된 전문가지식을 이용하여 경험이 적은 관리자라도 유지관리업무를 수행할 수 있도록 하였다.

참 고 문 헌

- (1) 대한주택공사, "아파트전력설비의 감시제어방법에 관한 연구," 1993. 6.
- (2) 송연빈 외, "전기설비의 효율적인 관리," 조명·전기설비학회지, Vol. 9, No. 3, 1995.
- (3) 홍규장, 이기홍 외, "공동주택에서 전력설비 감시에 관한 연구," 조명·전기설비학회지, Vol. 9, No. 2, 1995.
- (4) 한국건설기술연구원, "전기설비 고장 사고 예방 및 진단 기법에 관한 연구," 연구보고서, 1996.
- (5) Martin Schockle, Mathias Hinkelmann, "Development of a Fault Diagnosis Tool Applying Associative and Rule Based Methods," International Energy Agency Annex 25, 1995.
- (6) 한미 편집부, 전기설비 사전, 한미, 1989.
- (7) 安野俊英, 條原茂, "高壓水變電設備の壽命を考ふる," 設備と管理, pp. 41~46, 1996. 4월호.
- (8) Richard J. Gursky, Iraj Dabbaghchi, "An Abductive Expert System for Interpretation of Real-time Data," IEEE Transactions on POWER Delivery, Vol. 8, No. 3, July 1993.

◇ 저자소개 ◇

류 승 기 (柳承基)
1967년 12월 13일생, 1990년 충북대 전기공학과 졸업(학사). 1992년 충북대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1994년 충북대 대학원 전기공학과 박사수료, 현재 한국건설기술연구원 연구원.

최 도 혁 (崔度赫)
1962년 3월 9일생, 1988년 숭실대 전기공학과 졸업(학사). 1991년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 숭실대 대학원 전기공학과 박사수료, 현재 한국건설기술연구원 선임연구원.

한 태 환 (韓泰煥)
1958년 3월 5일생. 1986년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1998년 충북대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 LG산전(주).

이 돈 구 (李敦九)
1965년 6월 5일생. 1983년 충북대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 충북대 대학원 전기공학과 박사수료.

유 정 웅 (柳正雄)
1941년 1월 20일생. 1965년 한양대 전기공학과 졸업(학사). 1976년 단국대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 단국대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 충북대 전기공학과 교수.