

신경회로망을 이용한 큐비클 수배전반의 경보 처리 시스템 개발 연구

- 공동주택 전력설비 중심 -

(A study on the Alarm Processing System for Cubicle-type Receiving and Distributing Board using Neural network)

문학룡* · 류승기* · 최도혁* · 홍규장* · 정찬수**

(Hak-Yong Moon · Seung-Ki Ryu · Do-Hyuk Choi · Gyu-Jang Hong · Chan-Soo Chung)

요 약

본 논문에서는 건축물의 수배전설비에서 발생하는 경보를 신경 회로망과 고장 진단 지식베이스를 적용하여 감시의 효율을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 제안된 경보 처리시스템은 역전파 알고리즘의 누가 역전파 알고리즘을 이용하여 다중 경보 발생에서 최소 경보요소를 추출하는데 사용하고 추출된 경보는 사전에 정의된 고장진단 지식베이스를 이용하여 설비 유지보수 정보를 화면에 전개하도록 구성하였다. 제안된 감시기법의 유용성을 확인하기 위하여 5가지의 가상 시나리오를 통해서 신경 회로망의 적용 가능성을 확인할 수 있었으며, 비전문가라도 설비의 유지관리 업무가 가능하도록 개발되었다.

Abstract

This paper proposed the alarm processing system to improve the efficiency of monitoring method by applying the neural network and troubleshooting knowledgebase for IADAPS(Intelligent Alarm Diagnosis And Processing System) method in an receiving and distributing board of Building complex. This IADAPS is based on the cumulative generalized delta rule of backpropagation in neural network. It was used to infer the minimum alarms among multi-fired alarms, and then the inferred alarm can be displayed maintenance information of facility by using a pre-defined troubleshoot knowledgebase. For validating the proposed monitoring method, the method of simulation used to the five case of virtual scenario. As comparison results, a proposed method in this paper could be proved the applied possibility of an neural network and utilized in fields of facilities maintenance, if needed, be operated by non-expertise.

1. 서 론

건축물의 각종 설비가 자동화 및 전전화(全電化)되면서 수배전 설비는 가장 기본적이고 중요한 설비

로 무정전을 위한 운전을 위하여 최적의 설비 운전 상태가 되도록 많은 노력을 하고 있다.

특히, 거주자들이 다양한 생활 패턴을 소유함으로써 결과적으로 24시간 가동되어 일상적인 운전에서도 적절한 감시와 함께 유지관리로 무정전 운전과 고장 발생시 신속한 대응이 이루어질 수 있는 감시반의 중요성이 강조되고 있다[1, 2].

*정 회 원 : 한국건설기술연구원

**정 회 원 : 숭실대학교 전기공학과 교수

접수일자 : 1998. 4. 17.

전력설비 감시반은 각종 차단기와 릴레이 및 계측 정보와 원격제어를 표현하는 변수들을 모니터하여 설비 기기의 유지 및 이상 발생기에 대한 보수조치를 취하는 예방보존의 방식을 취하고 있으며, 점점 업무들은 관련 법률안에 근거한 점검과 진단 등의 대행 업무를 수행하고 있다[3]. 이와 같은 업무를 지원하는 감시반은 운전되는 설비에서 발생하는 이상 상태를 경보 신호로 변환하여 설비의 이상 유무를 운전원이 파악하고 더불어 관련된 보수 진단 업무를 수행할 수 있는 근거 자료를 제공하는 목적을 가지고 있다. 그러나, 감시 환경은 근래에 들어 오히려 운전원에게 감시반의 제 기능과 운영방법들을 정확히 숙지하여야 하는 부담감을 주고 있으며, 과거 인력으로 수행할 수 있었던 경보 처리방법들이 시스템적으로 지원하여야 하는 새로운 패턴으로의 변화가 생기면서 경보 발생시 원인과 조치 순서 등을 운전원에게 통보하여 신속한 조치가 이루어질 수 있도록 지원하는 지능형 진단 처리 시스템 (IADAPS : Intelligent Alarm Diagnosis And Processing System)개발이 요구된다[4~5].

본 시스템은 경보를 이용한 설비의 고장원인 검색을 실시간으로 수용하기 위해서 추론 엔진과 지식베이스가 별도로 분리된 병렬 모듈형 구조를 가지고 있다. 추론 엔진에는 서술된 자료만을 이용하여 병렬 동작으로 결과를 도출하는 신경 회로망을 활용하지만, 추론된 결과가 지식적 표현이 구조적으로 분명하지 않고 전문가의 지식을 반영하는 것이 어려운 문제이므로 고장 진단 지식베이스와 연계하도록 구성시켰다. 고장 진단 지식베이스는 운전 중에 발생된 경보를 가지고 고장원인(symptom)/고장(fault)[6] 관계로 데이터 베이스화되어 별도로 구축되어 있다.

본 논문에서는 병렬 모듈형 구조를 가진 인공지능형 진단 시스템을 공동주택의 수배진반에 적용하여 그 유용성을 판단하고자 한다. 제안된 시스템은 공동주택 단지에서 설비에 대한 감시 업무를 분석하여 수배진반의 감시점 변화에 대해서 용이하도록 GUI(Graphic User Interface)운영환경으로 비전문가도 손쉽게 활용될 수 있도록 계획되어 있다. 추론에 적용된 이들의 관계는 다음과 같다. 적용된 신경 회로망은 역전파 알고리즘 가운데 누가(cumulative)역전파 알고리즘으로 학습하도록 구성되어 있으며, 운전 중에 발생될 수 있는 경보들에 대한 가상된 시나

리오를 구성하여 중간층 노드 수와 학습률을 변경하면서 추론의 타당성을 검토하였다.

2. 그래픽 통합 환경을 갖춘 진단 시스템의 구성 환경

본 연구에서 구성한 그래픽 통합 환경을 갖춘 IADAPS 진단 규칙은 항상 계통 운전의 안전성을 최우선적으로 운전원이 확보할 수 있도록 상대적으로 경험적 지식이 가장 많이 존재하는 호스트 컴퓨터에 부여하여 운전자의 판단을 돕는다는 원칙 하에 개발하였다.

개발된 시스템은 공동주택의 감시반에서 수용하는 감시점과 구축된 운영방식을 그대로 적용하여 PC급(486급)의 운영환경에서 실시간 프로그램과 진단용 언어간 인터페이스를 통해 서로간의 자료전달이 가능하도록 구성되어 있고 MMI를 통한 풀-다운 메뉴를 갖추고 있다. 실시간 프로그램은 데이터 프로세싱을 위하여 엑셀과 링크 되어 있다. 진단은 지식 베이스와 신경 회로망을 이용하여 학습된 결과를 진

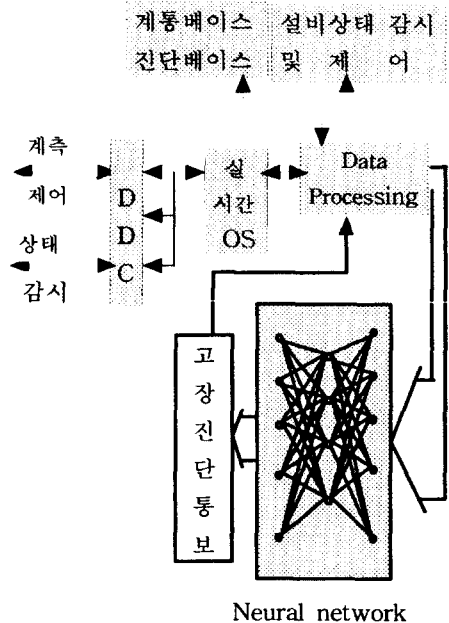


그림 1. IADAPS 시스템 구성도
Fig. 1. The block-diagram of IADAPS system

단규칙에 넘겨주는 방식을 취하였다. 구성된 시스템의 블록도는 그림 1과 같다.

2.1 계통 모델의 경보처리 과정

공동주택의 전력 설비 감시반에서 채택하고 있는 감시점은 표준 시방에 의해서 표 2.1과 같다. 감시내용은 주로 설비 기기의 작동상태, 고장상태, 계측치, 원격제어, 보호 계전기의 동작 여부, 차단기의 동작 여부와 기타 신호를 상태 신호로 변환하여 실시간 운전 상태를 감시하도록 구성되어 있는 것이 특징이다. 그러나, 이들 경보 요소를 가지고 정전이 발생하는 요소를 분석하는 것은 시스템적으로 불가능한 것이 본 감시방식에서 단점으로 지적될 수 있다. 감시반의 하드웨어는 그래픽 보드상에서 감시, 제어 및 계측을 수행하도록 감시점과 1:1로 구조화되어 수배전반에서 발생하는 감시점의 상태 정보를 관리할 수 있도록 관리사무소에 설치되어 있다[8].

표 2.1의 감시점을 기본으로 해서 임의 지구에서 적용하고 있는 감시점은 78점이며[9], 이들 감시점을 가지고 분류될 수 있는 고장 분류는 표 2.2와 같다 [11, 12].

이를 근거로 감시점을 분리하면 세가지의 프레임 형태 즉 상태 감시 그룹, 릴레이 감시 그룹, 계측치 경보 감시 그룹으로 구분이 가능하고 이를 이용한 출력 범위를 선정하면 10개의 출력으로 분리할 수 있다. 이들 관계를 입력과 출력요소로 정의하면 표 2.3과 같이 설정할 수 있고 이를 지능형 고장진단용 인터페이스로 설계한다.

표 2.1 전력 설비 감시점

Table 2.1 Monitoring point of electric facility

구분	종 류
상태 감시	수전점, ATS, 고압(VCB) 차단기, ELD, 저압(ACB) 차단기, 발전기운전상태,
경보 감시	특고압 보호계전기(OCR, OCGR, UVR), 저압보호계전기(OCR), 발전기반 보호계전기(OCR, UVR, OVR), 변압기운전상태(온도)
계측 및 적산	특고수전반 : 전압, 전류, 전력, 무효전력, 전력량, 역률 고압수전반 : 전압, 전류, 전력, 전력량, 역률 저압수전반 : 전압, 전류, 전력, 전력량, 역률 발전기반 : 전압, 전류, 전력, 무효전력, 역률, 주파수 정류기반 : 전류(DC), 전압(AC,DC)
제어	특고압(VCB) 차단기

2.2 경보 처리 지식베이스

경보 처리를 위하여 표 2.3의 입력을 기준으로 작성된 계통 모델의 데이터베이스에는 기본 운전지침서, 발생 경보들의 분류, 각종 지시계 내역 및 조작성위치의 기능 분석을 수행하며, 각 계통에 관련된 운전 전문가들의 경험적 지식을 프레임 형태로 구현한다.

연속적으로 입력되는 신호 중에서 발생한 경보의 고유 번호, 이름, 우선 순위, 발생시간, 정보 종류 들은 운전 이력 데이터베이스에 저장하여 감시 대상에 대한 노후화와 관리를 모니터하는데 활용한다. 발생한 경보를 활용하여 제한된 알고리즘을 이용한 고장진단을 수행하기 위해서 고장 원인/고장관계를 이용한 고장진단 데이터베이스를 표 2.4와 같이 구성한다.

표 2.2 수·배전반 고장 분류

Table 2.2 The classified failure of receiving and distributing board

구 분	감시설비	IADAPS 수용가능 감시설비	
		적용 설비	감시방법
절연파괴 현상으로 진단되는설비	변압기, 콘덴서, 계기용 변성기, 애 자, 케이블	변압기	온도 감시
		계기용 변성기	계측치 이상발생
동작기능 불안전상으로 진단되는설비	보호 계전기, 상태신호, 제어신호	보호계전기	경보발생 신호감시
		상태신호	상태변화감시
		제어신호	제어신호완료 여부감시
절연파괴에 의한 기능불안 현상으로 진단되는 설비	계전기, 개폐기	계전기	동작여부 신호감시
		개폐기	동작여부 신호감시

표 2.3 전력 설비 IADAPS 입·출력점

Table 2.3 The IADAPS input/output point of electric facility

구 분	감시 점수	신경회로망 입력	신경회로망출력		비 고
			내용	인터페이스	
상태 경보	13점	Di 1~Di13	제어감시	Do 1	상태변화 감시
			상태감시	Do 2	
			변압기온도	Do 3	
릴레이 경보	11점	Di14~Di24	OCR 감시	Do 4	ELD, OVR 감시점 제외
			OCGR감시	Do 5	
			UVR 감시	Do 6	
계측 이상 경보	15점	Di25~Di39	주파수상태	Do 7	상한/하한치를 초과하면 경보 발생
			역률 상태	Do 8	
			유효 전력	Do 9	
			무효 전력	Do 10	

고장 진단 지식베이스는 현장에서 랜덤하게 발생 되는 다중 경보를 활용하여 고장 진단을 수행하는데 있어서 일차적으로 신경 회로망에서 최소 정보 요소로 추출하고 추출된 결과를 고장진단 지식베이스와 연계하여 그 결과를 운전원이 유지보수에 활용하도록 한다.

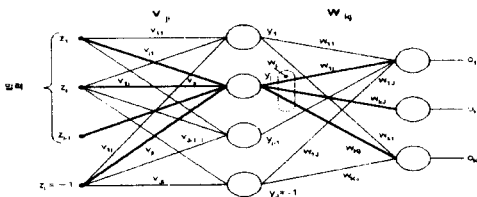
그러나, 수배전 설비는 관련 범규에 따른 점검 업무가 선행되어야 하므로 단순히 운전 중에 발생하는 경보를 가지고 보존 업무를 지원하기는 어려운 사항이다. 따라서, 운전원들에게 법률적 허용 범위와 함께 현재 감시 규모내에서 설비보존 업무가 수행될 수 있는 업무체계가 형성될 수 있도록 지원한다.

3. 신경 회로망을 이용한 경보처리 모델링

다중을 발생하는 정보 요소를 최소 정보 요소로 추출하기 위한 추론 엔진은 그림 2와 같은 다중 신경 회로망을 활용한다.

3.1 누적 역전파 알고리즘

신경 회로망은 역전파 알고리즘을 사용하고, 가중치 조정범으로는 델타규칙의 변형인 누가 델타 규칙을 사용하는데 본 알고리즘의 특징은 훈련시킬 입력을 묶어 순차적으로 또는 랜덤하게 입력시키고 각각에 대한 가중 변화량을 계산하여 누적시켜 묶음 내의 모든 입력 데이터가 입력될 때 누적된 가중치 조정량을 전 상태 가중치에 합하여 가중치를 조정한다[7].



- U_{ij} : 입력층과 중간층의 연결강도
- W_{kj} : 중간층과 출력층의 연결강도
- Z_i : 입력층의 입력
- O_k : 출력층의 출력이다.

그림 2. 신경 회로망의 구조
Fig. 2. Structure of neural network

$$W_{ij}(n+1) = W_{ij}(n) + M_{ij}(n+1) \quad (1)$$

$$M_{ij}(n+1) = M_{ij}(n) + \eta e_j X_{ij} \quad (2)$$

여기서, $W_{ij}(n+1)$ 은 현재의 가중치, $M_{ij}(n+1)$ 은 현상태 누적가중치 조정량이며, $M_{ij}(n)$ 은 전 상태의 누적 가중치 조정량, η 는 학습률 ($0 \leq \eta \leq 1$), e_j 는 i 번째 처리기의 국부오차이고, X_{ij} 는 i 번째 처리기의 j 번째 국부입력이다.

묶음 내 입력데이터가 모든 입력될 때 식 (2)에 따라 결정된 가중치 조정량에 따라 식 (1)에 의해 가중치가 조정된다. 일단 가중치가 조정된 다음 $M_{ij}(n+1)=0$ 으로 복귀된다. 누적 가중치 조정량은 식 (2)에 의해 결정된다.

3.2 신경 회로망 모델링

본 연구에서 구성한 신경 회로망의 각 층은 처리기의 조합으로 회로망 내 인접층 사이의 모든 처리기들과 상호 연결되어 있다. 같은 층내 처리기 사이는 연결되지 않다. 중간층 처리기 노드 수를 결정하는 방법은 개발되어 있지 않으나, 필요한 노드 수는 요구되는 특정 공간의 분류 수와 같다. 그러나 출력층 노드 수보다는 적어서는 안되며, 출력층 노드 수의 두 배보다는 적은 수로 하는 것이 경험적으로 사용되고 있다. 입력층 처리기는 입력을 변경 없이 그대로 받아 출력하는 선형 전달함수를 사용하였으며, 중간층과 출력층 처리기는 시그모이드 전달함수를 갖도록 하였다.

이때 가중치는 $-0.1 \leq \omega \leq 0.1$ 의 범위로 처리하였다. 입력층 노드 수는 표 2.3의 감시점을 입력으로 처리하여 39점(대수)으로 구성하였고, 출력층 노드 수는 총 10점(대수)의 감시점수로 해당 출력결과와 이에 관계되는 고장 점검 부분을 운전원에게 통보와 함께 발생이력을 데이터베이스에 저장한다.

4. 모의 실험

4.1 실험방법

네트워크 훈련에 사용된 학습 정보는 다음과 같은 시나리오를 가지고 수행하였다. 각각의 경우에서 “정전과 같은 상황은 없고 정상 운전 상태에서 수배전반에서 발생하는 경보 신호”들을 이용하는 것으로 가

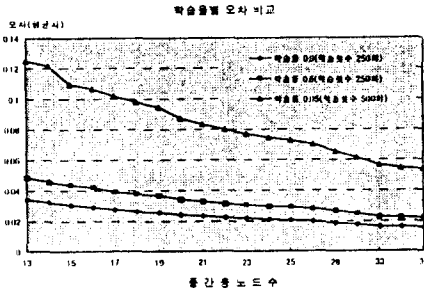


그림 3. 학습률별 오차
Fig. 3. Error classified by learning rate

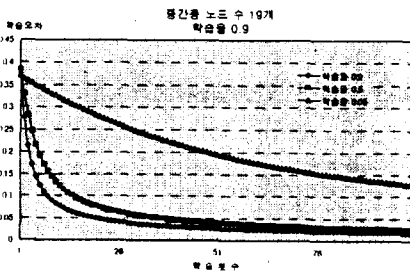


그림 4. 오차 비교
Fig. 4. Error comparison

표 5. 신경 회로망 출력
Table 5. Neural network output

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
목적출력	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	
중간 층 노드 수	18	0.02	0.02	0.02	0.99	0.02	0.99	0.01	0.99	0.02	0.02
	19-25	0.01	0.01	0.01	0.99	0.01	0.99	0.01	0.99	0.01	0.01
	26 이상	0.01	0.01	0.01	0.99	0.01	0.99	0.01	0.99	0.01	0.01

석한다.

- 시나리오 1 : 원적제어(VCB) 이상 경보 발생
- 시나리오 2 : OCGR 그룹 경보 발생
- 시나리오 3 : OCR, UVR 그룹 경보 발생
- 시나리오 4 : 상태 및 주파수 그룹에서 경보 발생
- 시나리오 5 : 상태그룹 변압기, OCR 그룹, UVR 그룹, 역률 및 무효전력 그룹에서 경보 발생

각각의 시나리오 별로 학습률이 0.5, 0.05를 포함하여 운전된 출력 특성을 같이 비교 분석하면 표 6과 같다. 각각의 학습 횟수는 0.9에서 1,000회를 수행하고 0.5에서 1,000회, 0.05에서는 3,000회를 학습한

수행결과이다.

출력 결과들 가운데 학습률이 0.9일 때 목적 출력에 가장 근접하고 있음을 파악할 수 있다.

또한, 학습률이 0.5 또는 0.05에서는 출력 정보가 목적 출력에 대하여 오차를 가진다. 그러나 이들 결과를 결정 밴드($x(\text{입력}) \geq 0.75$, $x(\text{입력}) \leq 0.25$), ($0.75 < x < 0.25$)를 활용하여 구분하면 전자의 경우에는 1, 0로 표현이 가능하고 후자의 경우에는 주의 경보로 표현할 수 있다.

(나) 비 학습된 경우

(가)항에서 훈련된 신경 회로망(중간층노드수19) 가운데 다음의 3가지의 비 학습된 정보를 가지고 목적 출력과 실제 출력을 비교 분석하면 표 7과 같다.

시나리오 1: 19번(발전기반(OCR)), 22번(고압반(OCGR)), 39번(고압반(VAR))에서 경보발생

표 6. 목적 출력과 출력 비교

Table 6. Comparison of the desired output and output

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
시나리오 1번	목적출력	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	신경망 출력	학습률 0.9	0.971	0.014	0.001	0.015	0.019	0.015	0.056	0.015	0.001
		학습률 0.5	0.971	0.01	0.001	0.015	0.022	0.015	0.018	0.017	0.001
		학습률 0.05	0.972	0.130	0.001	0.016	0.021	0.016	0.017	0.015	0.001
결정밴드 출력	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
시나리오 2번	목적출력	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	신경망 출력	학습률 0.9	0.021	0.006	0	0.015	0.973	0.015	0.018	0.015	0
		학습률 0.5	0.02	0.014	0.001	0.014	0.973	0.013	0.015	0.012	0.001
		학습률 0.05	0.020	0.014	0.001	0.013	0.972	0.012	0.017	0.013	0.001
결정밴드 출력	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
시나리오 3번	목적출력	0	0	0	1	0	1	0	1	0	
	신경망 출력	학습률 0.9	0.018	0.018	0.021	0.999	0.016	0.994	0	0.98	0.021
		학습률 0.5	0.016	0.018	0.02	0.981	0.01	0.981	0	0.98	0.02
		학습률 0.05	0.016	0.016	0.021	0.982	0.012	0.982	0	0.982	0.021
결정밴드 출력	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	
시나리오 4번	목적출력	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
	신경망 출력	학습률 0.9	0.015	0.984	0.013	0.009	0.017	0.009	0.975	0.009	0.013
		학습률 0.5	0.015	0.982	0.014	0.01	0.018	0.009	0.974	0.009	0.014
		학습률 0.05	0.017	0.98	0.015	0.01	0.018	0.009	0.974	0.01	0.015
결정밴드 출력	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
시나리오 5번	목적출력	0	1	1	1	0	1	0	0	1	
	신경망 출력	학습률 0.9	0.015	0.975	0.971	0.991	0.003	0.991	0.022	0.022	0.991
		학습률 0.5	0.004	0.98	0.975	0.983	0.006	0.992	0.018	0.983	0.975
		학습률 0.05	0.002	0.983	0.974	0.990	0.003	0.99	0.020	0.980	0.974
결정밴드 출력	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	

시나리오 2 : 27번(정류기반(PF))에서 경보 발생

시나리오 3 : 31번, 7번(저압반(STATUS)), 13번(변압기 온도), 경보 발생

비 학습된 정보를 훈련된 신경망에 처리된 결과를 보면 다음과 같다. 목적 출력에 수렴하는 오차는 학습된 경우보다 크지만, 정의된 결정 밴드를 적용하면 목적 출력과 같은 출력을 낼 수 있다. 따라서, 훈련되지 않은 정보도 제안된 추론엔진을 적용하여 수행한 결과에서도 최소의 경보요소를 추출하는데 적절한 것으로 판단된다. 이와 같이 추출된 결과와 고장 진단 지식베이스를 이용한 결과를 GUI환경과 접목하여 운영환경 측면에서 평가하면 다음과 같다. 기존의 경보 처리방법에서는 발생 순서에 따라 단순히 화면에 표시하고, 발생된 결과들은 운전 이력데이터베이스에 저장과 함께 운전원은 이 결과를 보고 다음의 행위를 수행한다. 그러나, 본 연구에서 제안한 추론 방식과 고장 진단 지식베이스를 통하면 수배전반에서 발생하는 경보를 가지고 현재의 증상을 운전원이 화면을 통해서 인식이 가능하므로 전문적인 지식이 부족한 비전문가도 쉽게 증상을 인지할 수 있다. 이상의 결과를 종합하면 전체적으로 제안된 감시환경이 기존의 감시방법에서 경보발생에 따른 대처 방법보다 공동주택의 운영 환경에서 적절한 감시 대안으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 현재 공동주택에서 운영되는 전력 설비의 감시점을 중심으로 경보 발생에 따른 운전자의 조치 요소를 결정할 수 있도록 감시방법에 대한 기본 인프라를 재 구현하여 비숙련자도 운전이 가능하도록 하였다. 인프라는 신경 회로망의 누가 역전파 알고리즘과 고장 진단 지식베이스를 이용하여 최소 경보 요소를 추출하였다.

본 연구에서는 제안된 추론엔진을 가상 시나리오에 적용하여 모의 실험으로 경보처리 결과를 비교 분석하였다. 제안된 경보처리 방법은 경보 발생요소를 가지고 설비유지 보수에 필요한 정보를 운전원에게 통보하여 조치가 이루어지므로 비전문가도 현재의 설비 운전 상태를 파악할 수 있는 것이 특징이다.

그러나, 현재 감시점의 용량과 고장 진단 지식베이스에 대한 정보가 부족하여 경보 처리면에서 더 이상의 효과를 기대할 수 없지만, 이에 관련된 정보

가 누적된다면 그 효과는 충분히 있을 것으로 판단된다. 이상에서 살펴 본 바, 신경 회로망을 이용하여 최소의 경보 요소를 추출하여 운전원을 지원하도록 제안한 방법이 공동주택의 운영 환경에서 효율적인 대안으로 판단된다. 향후, 감시의 정보화와 설비 보전의 효율성을 높이기 위해서는 전력설비의 진단 지식베이스에 관련된 운전정보들이 다양하게 개방되고 이를 적용할 수 있는 연구가 공동주택에서도 지속적으로 수행되어야 한다.

표 7. 신경 회로망 출력(비 학습된 정보)
Table 7. Neural network output (untrained-data)

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
시나리오 1번	목적출력	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
	신경망출력	0.010	0.004	0	0.959	0.987	0.02	0.008	0.025	0	0.954
	학습률 0.9	0.011	0.007	0.001	0.959	0.984	0.02	0.004	0.029	0.002	0.953
	학습률 0.5	0.008	0.010	0.001	0.958	0.983	0.03	0.050	0.030	0.002	0.952
	학습률 0.1	0.008	0.010	0.001	0.958	0.983	0.03	0.050	0.030	0.002	0.952
결정밴드 출력	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
시나리오 2번	목적출력	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	신경망출력	0.034	0.038	0.001	0.019	0.034	0.011	0.966	0.019	0.002	0.004
	학습률 0.9	0.033	0.037	0.001	0.023	0.033	0.02	0.966	0.022	0.003	0.004
	학습률 0.5	0.034	0.038	0.001	0.022	0.033	0.02	0.966	0.022	0.003	0.005
	학습률 0.1	0.034	0.038	0.001	0.022	0.033	0.02	0.966	0.022	0.003	0.005
결정밴드 출력	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
시나리오 3번	목적출력	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	신경망출력	0.026	0.977	0.98	0.026	0.011	0.02	0.036	0.026	0.029	0.002
	학습률 0.9	0.017	0.975	0.96	0.025	0.027	0.02	0.035	0.025	0.030	0.003
	학습률 0.5	0.016	0.973	0.96	0.024	0.024	0.02	0.034	0.024	0.029	0.004
	학습률 0.1	0.016	0.973	0.96	0.024	0.024	0.02	0.034	0.024	0.029	0.004
결정밴드 출력	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	

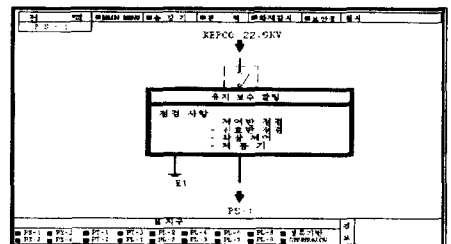


그림 5. 유지 보수 진단 화면 (I)
Fig. 5. Maintenance repair overview (I)

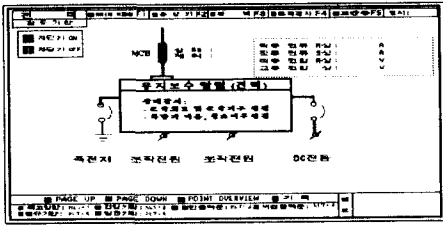


그림 6. 유지 보수 진단 화면(II)
Fig. 6. Maintenance repair overview (II)

표 8. 경보 출력 비교
Table 8. Comparison of alarm output

구분	경보 표현방법 비교			
	기존의 표현방법 (발생순서에 따라 화면전개)		제안된 표현 방법	
	제어기 입력점	경보 표현 방 법	제어기 입력점	경보표현 방 법
감시점	Do 16 Do 18 Do 24 Do 29	PL-2 OCR PL-3 OCR 발전기반 UVR PL-2 역율	좌동	OCR그룹이상 UVR그룹이상 역률그룹이상

참 고 문 헌

- [1] 대한주택공사, "아파트전력설비의 감시제어방법에 관한 연구," 1993. 6.
- [2] 송연빈 외, "전기설비의 효율적인 관리," 조명전기설비학회지, Vol. 9, No. 3, 1995.
- [3] 한국건설기술연구원, "전기설비 고장 사고 예방 및 진단기법에 관한 연구," 연구보고서, 1996.
- [4] 홍규장, 이기홍 외, "공동주택에서 전력설비 감시에 관한 연구," 조명전기설비학회지, Vol. 9, No. 2, 1995.
- [5] 정찬수, 홍규장외, "공동주택에서 신경회로망을 이용한 승강기 계통 경보처리 시스템 개발 연구," 조명전기설비학회지, Vol. 11, No. 4, 1997.
- [6] Martin Schockle, Mathias Hinkelmann, "Development of a Fault Diagnosis Tool Applying Associative and Rule Based Methods," International Energy Agency Annex 25, 1995.
- [7] Neural-Works professional II Manual.
- [8] 대한주택공사, 95 전기통신 설계지침서.
- [9] 대한주택공사, 중앙감시반 제작 특기시방서.
- [10] 한미 편집부, 전기설비 사전, 한미, 1989.
- [11] 森芳明, "電氣設備の調査診断と技術," 공기조화, 위생공학, Vol. 69, No. 4, pp.27-30, 1995.
- [12] 安野俊英, 條原茂, "高壓水變電設備の壽命を考える," 設備と管理, pp. 41~46, 1996. 4월호.
- [13] Richard J.Gursky, Iraj Dabbaghi, "An Abductive Expert System for Interpretation of Real-time Data," IEEE Transactions on POWER Delivery, Vol. 8, No. 3, July 1993.

◇ 著 者 紹 介 ◇



문 학 룡 (文鶴龍)
1963년 9월 5일생, 1990년 숭실대 전기공학과 졸업(학사), 1993년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1998.8 숭실대 대학원 전기공학과 박사과정, 현재 한국건설기술연구원 선임연구원.



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



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



홍 규 장 (洪圭壯)
1960년 1월 24일생, 1989년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1997년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(박사), 1991.5~1995. 5 대한주택공사 주택연구소근무, 1995.6~1997.12 쌍용건설 기술연구소 과장, 1998.1~현재 한국건설기술연구원 선임연구원.



정 찬 수 (鄭讚壽)
1949년 8월 10일생, 1972년 서울대 전기공학과 졸업(학사), 1980년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1987년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(박사), 현재 숭실대학교 전기공학과 교수, 1988~현재 한국조명·전기설비학회 종신회원.