

공동주택에서 신경 회로망을 이용한 승강기 계통 경보처리 시스템 개발 연구

(A study on the Alarm Processing System for Elevator Facility
using Neural Network at Apartment)

홍규장* · 유건수** · 홍성우*** · 정찬수****

(Gyu-Jang Hong · Geon-Su Yu · Sung-Woo Hong · Chan-Soo Chung)

요 약

본 논문에서는 공동주택의 승강기 설비에서 경보 처리 방법을 신경회로망을 적용하여 감시제어의 효율을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 제안된 방안은 역전파 알고리즘의 누가 역전파 알고리즘을 이용하여 다중 경보 발생에서 최소 경보요소를 추론하는데 사용하고 추론된 경보는 사전에 정의된 고장진단 지식베이스를 이용하여 설비 유지보수 정보를 화면에 전개하도록 구성하였다.

제안된 감시기법의 유용성을 확인하기 위하여 3가지의 가상 시나리오를 통해서 신경 회로망의 적용 가능성을 확인할 수 있었으며 공동주택에 적용한다면 유지보수 환경에 활용할 수 있을 것이다.

Abstract

This paper proposed a control method to improve the efficiency of monitoring method by applying the neural network for an alarm processing method (APM) in an elevator facility of apartment complex.

This APM 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 knowledge base.

For validating the proposed monitoring method of this thesis, simulation results are compared with the operation of existing monitoring system and the way of alarm processing.

The simulation method used to the three case of virtual scenario.

As comparison results, a proposed method in this paper could be proved the applied possibility of an neural network and the performance in fields of facilities maintenance.

*정회원 : 쌍용건설주식회사 연구개발부 과장

***정회원 : 건국대학교 시간강사

**정회원 : 숭실대학교 전기공학과 조

****정회원 : 숭실대학교 전기공학과 교수

접수일자 : 1996. 12. 19

1. 서 론

공동주택이 대단지화 및 초고층화되면서 승강기 설비는 가장 기본적이고 중요한 설비로 무사고 운전을 위하여 최적의 설비운전 상태를 유지하는데 많은 노력을 하고 있다. 더욱이 입주자들이 다양한 생활 방식을 소유함으로써 결과적으로 24시간 가동되는 패턴으로 변화하여 일상적인 운전에서도 적절한 감시와 함께 유지관리로 쾌적한 운행과 고장 발생시 신속한 대응이 이루어질 수 있는 감시반의 중요성이 강조되고 있다.^{1), 2)}

승강기 제어방식이 마이크로프로세서와 인버터를 이용한 운전방법으로 변경되면서 감시점의 증설과 감시 방식의 개선이 요구되지만, 승강기 업체마다 특징이 있어서 공동주택과 같은 동일한 설치 환경과 운전 환경을 요구하는데서는 단일화된 감시 방법이 필요한 실정이다.³⁾

더욱이 승강기 제어시스템이 전자화되면서 감시환경은 운전원에게 감시반의 제 기능과 운영방법을 정확히 숙지하여 경보발생시 경험적인 능력 등 논리적인 해석을 통하여 설비 운전 상태를 판단하는 것이 요구되나, 현재와 같이 운전원에게 일방적으로 통보하는 방식은 오히려 운전원에게 인식에 대한 부담을 주고 있어서 경보 발생에 대한 조치 사항 및 조치 순서를 운전원에게 알려주어 신속한 조치가 이루어질 수 있도록 지원할 수 있는 경보 처리 시스템(Alarm Processing System; APS)의 개발이 요구되고 있다.^{4), 5)}

따라서, 본 연구에서는 공동주택용 승강기 설비계통에서 경보 발생시 경보 발생 원인에 관계된 설비와 이에 관계된 고장 내용을 운전자에게 통보할 수 있는 공동주택용 APS를 제안하였다.

제안된 시스템의 운영환경은 GUI(Graphic User Interface) 개념을 두고 구성되어 있으며, 승강기 감시용 표준 인터페이스를 설정하여 단일화된 감시방법을 채택할 수 있도록 하였다.

운전중에 발생한 경보를 가지고 고장원인(symptom)/고장(fault)⁶⁾관계로 표현하기 위하여 고장 진단 지식베이스를 구축하고, 다중으로 발생한 경보를

최소 경보요소로 추론하기 위하여 본연구에서는 신경 회로망을 적용하였다.

추론에 적용된 이들의 관계는 다음과 같다. 신경 회로망에서 추론된 결과가 지식적 표현이 구조적으로 분명하지 않고 전문가의 애매한 지식을 반영하는 것이 어려운 문제이므로 고장 진단 지식베이스와 연계하도록 구성시켰다. 적용된 신경 회로망은 역전과 알고리즘^{9), 10)} 가운데 누가(cumulative)역전과 알고리즘으로 학습하도록 구성되어 있으며, 운전 중에 발생할 수 있는 경보들에 대한 가상된 시나리오를 설정하여 중간층 노드 수와 학습율을 변경하면서 추론의 타당성을 검토하였다.

2. 그래픽 통합환경을 갖춘 진단 시스템의 구성 환경

본 연구에서 구성한 그래픽 통합 환경을 갖춘 APS의 진단 결과는 항상 계통 운전의 안전성을 최우선적으로 운전원이 확보할 수 있도록 진단 규칙을 상대적으로 경험적 지식이 가장 많이 존재하는 호스

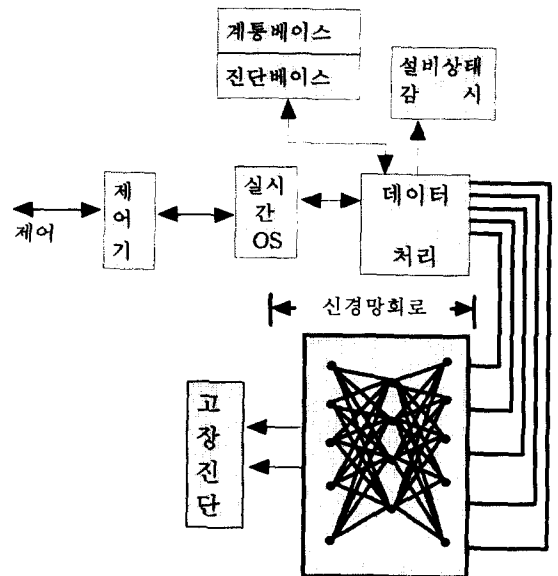


그림 1. 그래픽 통합 전문가 시스템 구성도
Fig. 1. The block-diagram of graphic integrated expert system

트 컴퓨터에 부여하여 운전자의 판단을 돕는다는 원칙 하에 개발하였다. 개발된 시스템은 공동주택에서 이루어지는 감시점 규모에서 이용할 수 있도록 PC급(486급)의 환경에서 실시간 프로그램과 진단용 언어간 인터페이스를 통해 서로 간의 자료전달이 가능하도록 구성되어 있으며, 마우스에 의한 입, 출력 기능과 사용자의 편의를 위하여 풀-다운 메뉴를 갖추고 있다. 실시간 프로그램은 데이터 프로세싱을 위하여 엑셀과 링크되어 있으며, 진단을 위한 지식 베이스와 신경 회로망(nuralworks professional II)¹⁾을 이용하여 학습된 결과를 진단규칙에 넘겨주는 방식을 취하였다. 구성된 시스템의 블록도는 그림 1과 같다.

2.1 계통 모델 정보 데이터베이스

승강기 설비의 계통 모델이 DB(dynamic breaker)방식에서 VVVf방식으로 변경되어 인버터의 각종 상태와 승강기 운전에 대한 다양한 감시·제어점을 제공하고 있으나 기존의 감시점을 이용하여 정보 발생을 처리하고 있다.

표 1. 승강기 감시점

Table 1. The elevator monitor point

구분	감시점 종류
상태 감시	CAR위치:충표시, CAR주행:상,하행표시 CAR운전:운전(동작), CAR휴지 CAR고장, CAR복귀:복귀(기준층) CAR 경보:경보(CAR 내부)
경보 감시	CAR 고장 : 고장 CAR 경보 : 경보(CAR 내부)
제어	운전, 정지 홀, 짝수 운전 기준층복귀, 부저 정지

그러나, 이와 같은 감시점들 가운데 승객의 안전을 확보할 수 있도록 새로운 감시점을 표 2와 같이 증설하고 증설된 감시점을 승강기 감시전용 DDC를 통하여 호스트 컴퓨터로 전송하여 이들 감시점을 감시와 경보처리를 통한 진단 규칙에 적용한다.

2.2 정보 처리 지식베이스

정보 처리를 위하여 표 2의 입력을 기준으로 작성

표 2. 승강기 감시포인트 인터페이스

Table 2. The interface of elevator monitor point

구분	감시포인트 인터페이스(상태감시)		
	승강기 제어반 출력	인터페이스 내용	DDC 제어기 입력
감시점	Do 1	상행	Di 1
	Do 2	하행	Di 2
	Do 3	운전	Di 3
	Do 4	휴지	Di 4
	Do 5	고장	Di 5
	Do 6	복귀완료	Di 6
	Do 7	소방운전	Di 7
	Do 8	전원(정전감시)	Di 8
	Do 9	인버터감시(상태)	Di 9
	Do 10	인터록감시	Di 10
	Do 11	상한속도감시	Di 11
	Do 12	하한속도감시	Di 12
	Do 13	최고속도감시	Di 13
	Do 14	최상층 감시	Di 14
	Do 15	스톱스위치	Di 15
	Do 16	최하층 감시	Di 16
	Do 17	층변경 감시	Di 17
	Do 18	착상감시	Di 18
	Do 19	도어폐쇄감시	Di 19
	Do 20	도어개방명령	Di 20
	Do 21	도어스위치	Di 21
	Do 22	폐쇄제한스위치	Di 22
	Do 23	개방제한스위치	Di 23
	Di 1	운전 / 정지	Di 24
	Di 2	홀수 / 짝수	Di 25
	Di 3	기준층 복귀	Di 26
	Di 4	소방운전	Di 27
	Di 5	정보정지	Di 28

된 계통 모델의 데이터베이스에는 기본 운전지침서, 발생 경보들의 분류, 각종 지시계 내역 및 조작스위치의 기능 분석, 각 계통에 관련된 운전 전문가들의 경험적 지식을 프레임 형태로 구현하고, 프레임에는 연속적으로 입력되는 신호 중에서 발생한 경보의 고유 번호, 이름, 우선 순위, 발생시간, 종류 등을 데이터베이스에 저장하도록 구성한다.

저장된 데이터 베이스를 통하여 승강기의 운행 정보 수집은 물론 도어개폐 타이밍과 착상 정밀도 등과 같은 정밀 진단과 같은 운행변수들을 모니터²⁾할 수 있으며 발생된 경보는 표 3과 같이 고장 원인/고

장관계를 이용하여 최소 경보 요소를 추론하고 그 결과를 화면에 제공하여 운전원이 이를 유지보수에 활용할 수 있도록 지원한다.

3. 신경 회로망을 이용한 경보처리 모델링

경보처리를 위한 진단 지식의 표현을 위하여 본 연구에서는 현장 및 운전자들에게서 직접 구할 수 있는 고장 리스트를 고장원인/고장 형태의 고장 진단 지식베이스를 구성하고 다중으로 발생된 경보 가운데 최소 경보 요소를 추론하기 위하여 그림 2와 같은 다층 신경 회로망을 구현한다.

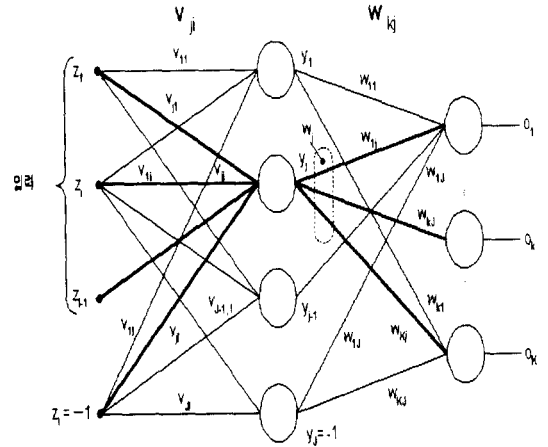


그림 2. 신경 회로망의 구조
Fig. 2. Structure of neural network

3.1 Cumulative backpropagation network

신경 회로망은 역전과 알고리즘을 사용하고, 가중치 조정법으로는 델타규칙의 변형인 누가 델타 규칙을 사용하는데 본 알고리즘의 특징은 훈련시킬 입력을 묶어 순차적으로 또는 랜덤하게 입력시키고 각각

에 대한 가중 변화량을 계산하여 누적시켜 묶음 내의 모든 입력 데이터가 입력될 때 누적된 가중치 조정량을 전 상태 가중치에 합하여 가중치를 조정한다.

표 3. 고장 진단 지식베이스
Table 3. Troubleshoot knowledgebase

구분	고 장 상 황			
	충간 정지	착상 이상	최상층 정지	최하층 정지
정지 진단 베이스	전원반	전원반	제어반	제어반
	제어반	제어반	착상 제어기	착상 제어기
	착상 제어기	착상 제어기	제동기	제동기
	전동기	전동기	governor	governor
	제동기	제동기	인터록 스위치	인터록 스위치
	governor	governor	리미트 스위치	리미트 스위치
	도어 스위치	도어 스위치	이동 케이블	이동 케이블
	인터록 스위치	인터록 스위치		
	리미트 스위치	리미트 스위치		
	이동 케이블	이동 케이블		

그림에서 v_{ji} : 입력층과 중간층의 연결강도, w_{ki} : 중간층과 출력층의 연결강도, z_i : 입력층의 입력, o_k : 출력층의 출력이다.

누적 가중치 조정량은 식 2.에 의해 결정된다.

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

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

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 는 i 번째 처리기의 국부오차이고, X_{ij} 는 i 번째 처리기의 j 번째 국부입력이다.

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

3.2 신경 회로망 모델링

본 연구에서 구성한 신경 회로망의 각 층은 처리기의 조합으로 회로망 내 인접층 사이의 모든 처리기들과 상호 연결되어 있으나, 같은 층내 처리기 사이는 연결되지 않다. 중간층 처리기 노드 수를 결정하는 방법은 개발되어 있지 않으나, 필요한 노드 수는 요구되는 특정 공간의 분류 수와 같지만, 출력층 처리기 노드 수보다는 적어서는 안되며, 출력층 처리기 노드 수의 두배보다는 적은 수로 하는 것이 경험적으로 사용되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 중간층 처리기의 노드 수를 각각 15, 17, 19로 적용하여 학습 성능을 비교하였다. 입력층 처리기는 입력을 변경 없이 그대로 받아 출력하는 선형 전달함수를 사용하였으며, 중간층과 출력층의 처리기는 시그모이드 전달함수를 갖도록 하였다.

이때 가중치는 $-0.1 \leq \omega \leq 0.1$ 의 범위로 처리하였다. 입력층 처리기 노드 수는 승강기의 감시점을 입력으로 처리하여 28점(/대수)으로 구성하였고, 출력층 처리기 노드 수는 정지, 정차 및 착상과 속도, 도어 경보를 처리하기 위한 3개 채널로 구성하여 총 10점(/대수)의 감시점수로 해당 출력 결과와 이에 관계되는 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 소방안전과 같은 특수한 상황은 없고 정상 운전 중에서 경보가 발생하는 것으로 가정하였으며, 출력 정보는 해당 최소 경보 출력 리스트이고 이에 대한 점검 목록이다.

모의실험 시나리오

정상 운행 중에 제어반과 승강기 착상 및 도어(개방, 스위치)에 이상이 있는 경우

가상된 시나리오에 대하여 본 논문에서 제안된 신경 회로망의 성능을 확인하기 위하여 학습률($0 < \eta < 1$)

표 4. 학습 정보(표 2 기준)

Table 4. The learning information(by table²⁾

가 상 입 력	출 력
1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1	1 1 0 0 1 0 0 1 1 0
0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1	
1 0 0 0	

≤ 1)을 각각 0.9, 0.5에서는 250회, 0.05에서는 500회, 0.025에서는 1,000회, 0.001에서는 1,500회를 각각 중간 처리기 노드수를 변화하면서 학습 횟수와 실행오차를 비교하였다.

4.2 실험결과 비교 분석

그림 3, 4, 5, 6은 각각 중간처리기 노드수에 따른 학습 횟수와 목표 출력에 대한 실패 오차이며, 표 5는 학습 횟수에 따른 실패 오차를 평균한 결과이다. 시행 착오를 거치면서 수행한 모의실험 결과 중간처리기 노드 수가 19개 이면서 학습율이 0.9 일 때가 실패오차가 적게 나타나고 있으므로 본 연구에서 제안한 신경 회로망의 모델로 적용한다.

제안된 신경 회로망에 가상의 시나리오를 가지고 기존의 경보 출력방법과 제안된 안을 가지고 비교한 평가한 예는 표 6과 같다.

경보처리 방법에 대해서 평가하면 다음과 같다.

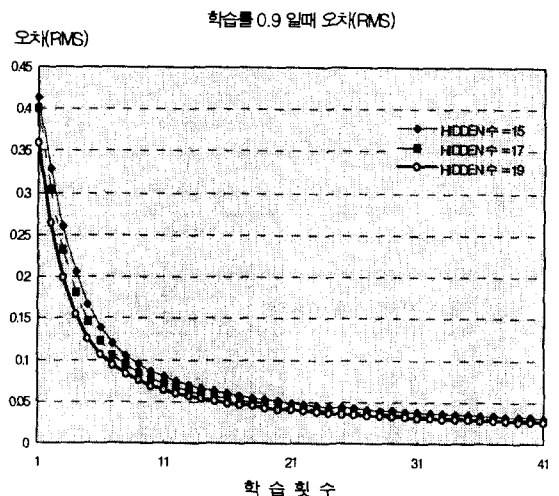


그림 3. 학습률 0.9 일 때 오차(RMS)
Fig. 3. RMS-error at learning rate(η)=0.9

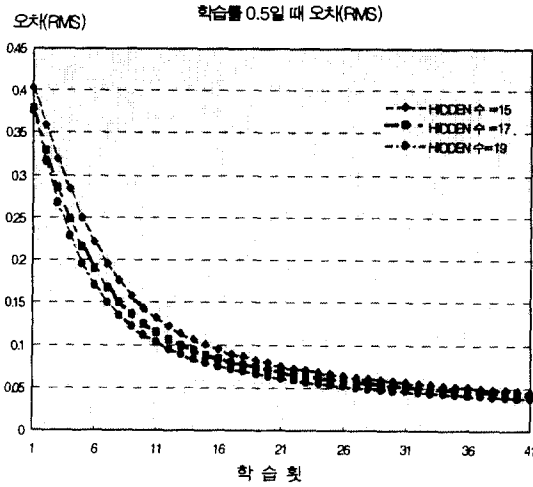


그림 4. 학습률 0.5 일 때 오차(RMS)
Fig. 4. RMS-error at learning rate(η)=0.5

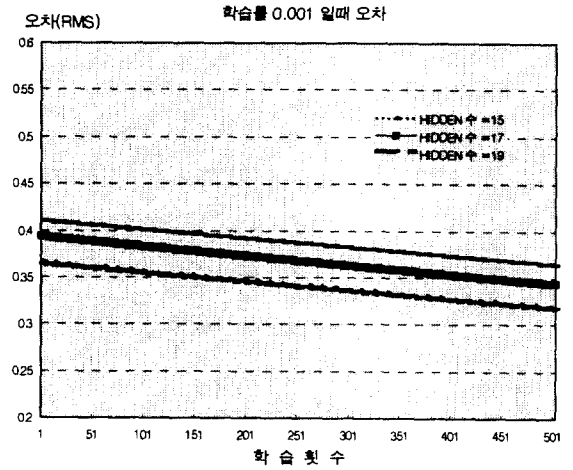


그림 6. 학습률 0.001 일 때 오차(RMS)
Fig. 6. RMS-error at learning rate(η)=0.001

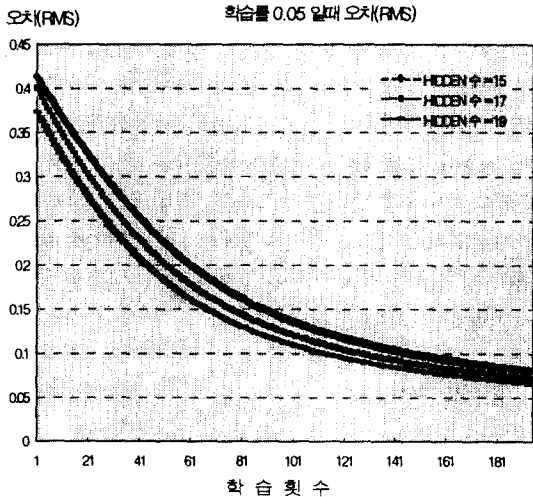


그림 5. 학습률 0.05 일 때 오차(RMS)
Fig. 5. RMS-error at learning rate(η)=0.05

표 5. 경우별 실효오차(평균치)
Table 5. RMS error of case by case(average value)

구 분	학습 횟수 (회)	중간처리기 노드수		
		15	17	19
학습률 0.9	250	0.0271	0.0245	0.0221
학습률 0.5	250	0.0382	0.0341	0.0316
학습률 0.05	500	0.101	0.092	0.084
학습률 0.025	1,000	0.101	0.093	0.0802
학습률 0.001	1,500	0.344	0.323	0.299

기존의 경보 처리방법에서는 발생 순서에 따라 단순히 화면에 표시하고, 발생된 결과들은 운전 이력 데이터베이스에 저장과 함께 운전원은 이 결과를 보고 다음의 행위를 수행한다.

그러나, 본 연구에서 제안한 신경망을 이용하여 학습된 결과와 고장 진단 지식베이스를 통하여 현재

승강기에서 발생하는 경보를 가지고 승강기의 증상을 운전원이 파악할 수 있도록 점검부를 화면에 실시간으로 제시하므로 승강기에 전문적인 지식이 부족한 비전문가도 증상을 정확히 인지할 수 있다.

표 7은 훈련되지 않은 입력을 가지고 중간 처리기 노드 수 19개와 학습을 0.9일 때 신경 회로망의 학습결과를 검증하기 위하여 두가지의 가상된 시나리오를 가지고 모의 실험한 결과이다.

표 6. 경보 출력 비교(훈련된 정보)

Table 6. Comparison of alarm output(trained data)

구분		경보 표현방법 비교			
		기존의 표현방법 (발생순서에 따라 화면 전개)		제안된 표현 방법	
		제어기 입력점	경보 표현 방법	제어기 입력점	경보표현 방법
감시점	Do 1	상행	좌동 (입력을 신경망 입력처 리기에 입력)	총간이상	
	Do 3	운전		착상이상	
	Do 9	인버터상태감시		목적지통과	
	Do 12	하한속도감시		속도이상	
	Do 17	충변경 감시		도어불량	
	Do 18	착상감시			
	Do 20	도어개방명령			
	Do 21	도어스위치			
	Di 1	운전 / 정지			
	Di 2	흡수 / 적수			

모의 실험에 사용된 가상 시나리오는 다음과 같다.

- Case 1 : 정상 운행중에 운전 관계 연동제어 이상과 속도 이상, 최상층 이상 발생.
- Case 2 : 정상 운행중에 도어의 연동과 최상층, 최하층 및 착상과 도어의 개방 제한 스위치가 이상 발생.

표 7. 경보 출력 비교(비훈련된 정보)

Table 7. Comparison of alarm output(untrained data)

구분		Case 1			
		오차	실효오차 0.0223(250회)		
		기존방법		제안된 방법	
	입력점	경보내역	입력점	경보내역	
감시점	Do 2	하행	좌동	최상층이상	
	Do 3	운전		출입구착상	
	Do 10	인터록 감시		속도이상	
	Do 12	하한속도		단협불량	
	Do 13	최고속도			
	Do 14	최상층 감시			
	Do 19	도어폐쇄			
	Do 21	도어스위치			
	Do 22	폐쇄 제한sw			
	Di 1	운전			

구분		Case 2			
		오차	실효오차 0.0218(250회)		
		기존방법		제안된 방법	
	입력점	경보내역	입력점	경보내역	
감시점	Do 1	상행	좌동	착상이상	
	Do 2	운전		최상층이상	
	Do 9	인버터 감시		목적지통과	
	Do 10	인터록 감시		속도이상	
	Do 11	상한 속도		열림불량	
	Do 14	최상층 감시			
	Do 17	충변경 감시			
	Do 18	착상 감시			
	Do 21	도어sw			
	Do 23	개방 제한sw			
	Di 1	운전			
	Di 2	적수			

훈련되지 않은 정보를 가지고 제안된 신경 회로망에 적용하여 수행한 실험 결과에서도 표 7과 같이 실효 오차가 적음을 알 수 있어서 제안된 알고리즘이 최소의 경보요소를 추론하는데 적절한 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합하면 전체적으로 제안된 감시환경이 기존의 감시방법에서 경보발생에 따른 대처 방법보다 공동주택의 운영 환경에서 적절한 감시 대안으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 현재 공동주택에서 운영되고 승강기 설비에서 경보 발생 처리 방법의 개선을 위하여 현재의 감시점을 기본으로 승객의 안전을 확보할 수 있도록 감시점을 증설하고 이곳에서 발생된 경보들에 관한 정보를 이용하여 경보에 따른 조치 요소를 결정할 수 있도록 감시방법에 대한 기본 인프라를 재구현하였다.

인프라는 신경 회로망의 누가 역전과 알고리즘과 고장 진단 지식베이스를 이용하여 최소 경보 요소를 추론하도록 이루어져 있으며, 가상된 시나리오를 통

하여 제안된 신경 회로망에 적용하는 모의 실험으로 경보처리 결과를 비교 분석하였다.

제안된 경보처리 방법에서 경보 발생요소를 가지고 설비유지 보수에 필요한 요소를 운전원에게 통보하여 조치가 이루어지므로 비전문가도 현재의 운전 상태를 파악할 수 있는 것이 특징이나, 현재 감시점의 용량과 고장 진단 지식베이스에 대한 정보가 부족하여 경보 처리면에서 더 이상의 효과를 기대할 수 없지만, 승강기 제조사에서 이에 관련된 정보가 개방된다면 그 효과는 충분히 있을 것으로 판단된다.

이상에서 살펴 본 바, 신경 회로망을 이용하여 최소의 경보 요소를 추론하여 운전원을 지원하도록 본 연구에서 제안된 방법이 공동주택의 운영 환경에서 효율적인 대안으로 판단된다.

향후 감시의 정보화와 예비 보전의 효율성을 높이기 위해서는 승강기 관련 운전정보들이 다양하게 개방되고 이를 적용할 수 있는 연구가 공동주택에서도 지속적으로 수행되어야 한다.

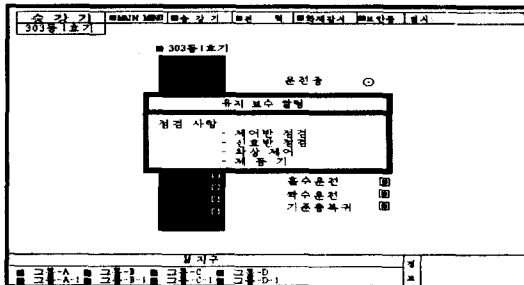


그림 7. 승강기설비 고장진단 화면
Fig. 7. Troubleshooting overview of elevator facility

참 고 문 헌

1. 박종원의, "엘리베이터 원격 감시 진단시스템의 기술동향", 한국 조명·전기 설비학회지, Vol. 10, No. 3, 1996. 6.
2. 대한주택공사, "아파트전력설비의 감시제어방법에 관한 연구", 1993. 6.
3. 홍규장 외, "공동주택에서 전력설비 감시에 관한 연구", 한국 조명·전기설비학회지, Vol. 9, No. 2, 1995. 4.
4. 대한주택공사, 95 전기통신 설계지침서.
5. 월간 엘리베이터. 주차설비, "엘리베이터 원격감시 진단시스템", pp.128 - 132, 1993.12.
6. 월간 엘리베이터. 주차설비, "예방보수기능을 채용한 원격 및 지

- 능형 엘리베이터 진단시스템", pp. 70 - 75, 1994. 7.
7. Richard J.Gursky, Iraj Dabbaghchi, "An Abductive Expert System for Interpret-ation of Real-time Data", IEEE Transactions on POWER Delivery, Vol. 8, No. 3, July 1993.
8. Martin Schockle, Mathias Hinkelmann, "Development of a Fault Diagnosis Tool Applying Associative and Rule Based Methods", International Energy Agency Annex 25.
9. 김대수, 신경망 이론과 응용, 하이테크, 1996.
10. 방승양 역, 신경 회로망 모델의 기초, 교학사, 1990.
11. NuralWorks professional II Mannul.
12. 금성사, 승강기 매뉴얼, 금성사, 1993.
13. 현대엘레베이터, 승강기 매뉴얼, 현대엘레베이터, 1993.
14. (주) 금산산업전자, 금산 엘리베이터 원격감시 시스템 제안서, 금산산업, 1993.
15. (주)동양엘리베이터, 엘리베이터 감시모니터링시스템제안서, (주) 동양, 1993.
16. OHM사, 빌딩관리 데이터 북, 1989.
17. 한국전력공사, 전력업무의 인공지능 도입연구, 최종보고서, 1990.

◇ 著 者 紹 介 ◇



홍 규 장 (洪圭壯)
1960년 1월 24日生. 1987년 崇實大 電氣工學科 卒. 1989년 崇實大 大學院 電氣工學科(碩士)卒. 1997.8 崇實大 大學院 電氣工學科. 卒業豫程(博士課程). 現在 雙龍建設 技術研究所 課長



유 건 수 (劉建洙)
1966년 3월 3日生. 1989년 崇實大 電氣工學科 卒. 1991년 崇實大 大學院 電氣工學科(碩士)卒.



홍 성 우 (洪性宇)
1960년 8월 19日生. 1983년 圓光大 電氣工學科 卒. 1985년 建國大 大學院 電氣工學科. (碩士)卒. 1993.8 建國大 大學院 電氣工學科(博士)卒. 現在 建國大 電氣工學科 時間講師



정 찬 수 (鄭讚壽)
1949년 8월 10日生. 1972년 서울대 電氣工學科 卒. 1980년 서울대 大學院 電氣工學科(碩士) 卒. 1987년 서울대 大學院 電氣工學科(博士) 卒. 88 ~ 현재 한국조명·전기설비학회 중신회원