

CAN을 이용한 소방 시스템

최상일*, 김영동*, 강원찬*, 김아현*, 오금곤**

*조선대학교 제어계측공학과

**조선대학교 전기공학과

Fire Protection system using CAN

S.I Choi*, Y.D Kim*, W.C Kang*, Y.H Kim*, G.G Oh**

*Dept. of C&I Eng. Chosun Univ.

**Dept. of Elec. Eng. Chosun Univ.

ABSTRACT

In this Paper, We are going to propose the fire protection system with using CAN(Controller Area Network).

The larger, higher and deeper buildings are, the more dangerous people are when fire happens. We are aware of the problems of prior Fire protection system.

Therefore, we construct embedded system based on CAN communication that is capable of N:N communication, and build independent Fire protection system.

Key word: CAN, Fire protection system, Embedded system, Controller

1. 서 론

건물이 대형화, 고층화, 심층화 될수록 화재가 발생하면 화재진압 및 피난 등이 어려워져 위험성은 더욱 커질 수밖에 없다. 이러한 위험성을 줄일 수 있도록 소방시스템들이 다기능화 되고 있다. 건물에 화재가 발생하면 이를 얼마나 빨리 감지하고, 가용한 시스템을 이용해 화재를 진압하느냐가 관건이다. 이는 인명과 재산피해를 최소화하는 데 매우 중요한 요소이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 시스템보다 보다 안정적이고 상시 고장진단이 가능한 시스템을 구현하고자 하였다.

현재 일반적으로 사용되는 소방시스템은 P형과 R형수신기를 사용하는데 이 시스템들은 독립적인 동작이 제한됨으로 단선이나 고장이 발생시 화재를 진압하기 곤란하다. 따라서 본 논문에서는 유럽자동차 회사들이 자동차 시스템에 적용된 CAN을 소방시스템에 적용하여 독립적인 제어, 높은 신뢰성,

다양한 확장성, 고속통신의 특징을 살린 새로운 형태의 소방시스템을 제안하고자 한다. 본 시스템은 N:N 통신이 가능한 CAN 통신 기반의 임베디드 시스템을 구축하여 각기 독립적이고 서로 보완할 수 있도록 시스템을 설계하여, 기존 시스템의 배선을 간소화하고 설치비용을 감소시키며 자기고장 진단 및 독립적인 미래형 소방시스템을 제안하는데 그 목적이 있다.

2. 시스템 해석

2.1 CAN(Controller Area Network)

CAN은 초기에 자동차 산업 (Automotive Industry) 분야에 적용하기 위해 고안된 시리얼 네트워크 통신방식이다. 근래에는 자동차 분야뿐만 아니라 산업 전 분야에 폭 넓게 적용되고 있다.

임베디드 시스템 (또는 마이크로 컨트롤러)에서 일반적으로 사용되는 CAN 버스는 마이크로 컨트롤러 (마이컴) 사이에서 통신망을 형성하며, 2가닥의 꼬임선 (Twist Pair Wire) 으로 연결되어 반이중 통신 (Half Duplex) 방식으로 짧은 메시지를 사용하는 고속 응용 시스템에 적합하다. 더불어 외부의 요인 (노이즈 등) 등에 강인성을 가져 통신 에러율을 최소화 하여 높은 신뢰성을 가지고 있다. 이론적으로는 2032 개의 서로 다른 디바이스 (임베디드 컨트롤러) 를 하나의 네트워크 상에 연결하여 통신을 수행할 수 있으나 CAN 트랜시버 (송신기) 의 한계로 인하여 110 개까지의 Node (통신 주체) 를 연결하여 사용할 수 있다. (필립스 트랜시버 82C250의 경우)

통신 속도는 실시간 제어가 가능한 1Mbps (ISO 11898 규격) 의 고속 통신을 제공하며 더불어 자동차 환경 (자동차 엔진룸의 경우 다양하고 심각한 전기적인 노이즈 상존) 과 같은 심각한 노이즈 환

경에 적합하도록 에러 검출 및 에러 보정의 기능이 있다.

2.2 CAN의 동작원리

2.2.1 패킷

CAN은 다중통신망 (Multi Master Network) 이며 CSMA/CD+AMP (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection with Arbitration on Message Priority) 방식을 이용한다.

먼저 CAN Node에 메시지를 보내기 전에 CAN 버스라인이 사용 중인지를 파악한다. 또한 메시지 간 충돌 검출을 수행한다. 이러한 방식은 이더넷 통신 방식과 유사하다. 어떠한 Node (시스템)로부터 보내어진 데이터 메시지는 송신측이나 수신측의 주소를 포함하지 않는다.

대신에 각 노드의 데이터 메시지 항목에 CAN 네트워크 상에서 각각의 노드 (시스템)를 식별할 수 있도록 각 노드 (시스템) 마다 유일한 식별자 (ID-11bit 또는 29bit)를 가지고 있다.

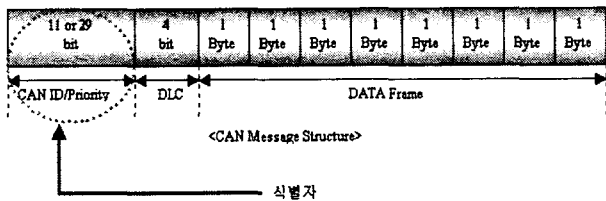


그림 1 CAN의 패킷 구조
Fig. 1 structure of CAN packet

네트워크 상에 연결된 모든 노드 (CAN Controller 시스템)는 네트워크 상에 있는 메시지를 수신한 후 자신에게 필요한 메시지인지를 식별자를 통하여 평가한 후 자신이 필요로 하는 식별자의 메시지인 경우만 취하고 그렇지 않은 경우의 메시지는 무시한다.

네트워크 상 (CAN 통신 라인)에 흘러 다니는 여러 노드의 데이터들이 동시에 사용자가 필요로 하는 노드로 유입되는 경우에 식별자의 숫자를 비교하여 먼저 취할 메시지의 우선순위를 정한다. 식별자의 숫자가 낮은 경우가 우선순위가 가장 높다. (식별자가 1 인 경우가 10 인 경우보다 우선순위가 높음)

우선순위가 높은 메시지가 CAN 버스의 사용 권한을 보장 받으며 이때 낮은 순위의 메시지는 자동적으로 다음 버스 사이클에 재전송을 수행한다. 이때 까지도 높은 우선순위를 가진 메시지가 완료되지 않은 상태이면 전송을 완료할 때까지 대기하고 있다. 각 CAN 메시지는 11 비트의 식별자 (CAN 2.0A), 또는 29 비트의 식별자 (CAN 2.0B)를 가지

면 CAN 메시지의 맨 처음 시작부분에 위치한다. 더불어 식별자는 메시지의 형태를 식별시켜 주는 역할과 메시지의 우선 순위를 부여하는 역할을 한다.

2.2.2 프로토콜

CAN 통신 프로토콜은 CAN 버스에서 디바이스들 통신 사이로 데이터가 전달되는 방법을 명시한다. 이것은 ISO의 개방형 시스템 상호연결 모델 (Open System Interconnection model)을 따르며, 이 모델은 통신 네트워크 표준인 일곱 계층으로 되어 있다. 이 OSI 모델은 두 개 네트워크 노드들 간의 총화된 통신 시스템을 기술하며, 이론상 각 계층은 로컬 모드에서는 오직 자신의 직접적인 위, 아래의 계층들과 통신할 수 있으며, 원격 모드에서는 동등한 계층과 통신할 수 있다. OSI 모델의 계층들은 아래의 표에 나와 있다. 사실 CAN 프로토콜은 OSI 모델의 가장 낮은 두 개 층들로 설명될 수 있다 - 데이터 링크 계층과 물리적 계층. 애플리케이션 계층 프로토콜들은 개별적인 CAN 사용자들에 의해 개발된 독점 구조, 또는 특정 산업 내에서 사용되는 신생 표준들 중의 하나가 될 수 있다.

표 1 CAN의 프로토콜 구성
Table. 1 Composition of CAN protocol

계층	layer	내용
7	Application Layer	최상위층. 이것은 사용자가 네트워크와 상호 작용하는데 사용되는 소프트웨어를 설명하는 계층입니다. 예를 들어 DeviceNet이 해당됩니다.
6	Presentation Layer	변환될 데이터의 구문을 서술합니다. - 예를 들어 서로 다른 수학 포맷을 사용하는 두 개 시스템들 간의 부동 소수점 수 변환
5	Session Layer	하위 계층들에 의해 처리된 패킷들보다 큰 데이터 순차들 처리에 관하여 서술합니다.
4	Transport Layer	두 개 통신 노드들 간의 데이터 전송 품질과 속성을 설명합니다. 재전송과 오류 복구같은 문제들을 다룹니다.
3	Network Layer	다양한 데이터 링크를 거쳐 일련의 교환들이 어떻게 한 네트워크에서 임의의 두 개 노드들 간의 데이터를 전송할 수 있는지 설명합니다. 라우팅과 어드레싱 같은 문제들을 다룹니다.
2	Data Link Layer	특정 매체를 통해 전송된 데이터 비트의 배열과 조직을 서술합니다. 예를 들어, 이 계층은 checksum과 framing을 다룹니다.
1	Physical Layer	교환된 신호들의 해석, 전기적 특성들과 함께 통신 매체의 물리적 특징들도 서술합니다.

2.3. CAN의 메시지 구조

CAN 시스템 (통신)에서 데이터는 메시지 프레임 사용하며 송수신이 이루어진다. 메시지 프레임은 하나 또는 그 이상의 송신 노드로부터 데이터를 수신노드로 운반한다. CAN Protocol (통신 규약)은 다음과 같은 두 가지 형태의 메시지 프레임

을 지원한다. - 표준 CAN (버전 2.0A), 확장 CAN (버전 2.0B)

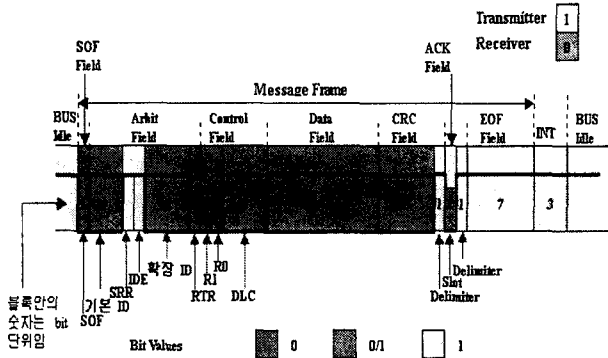
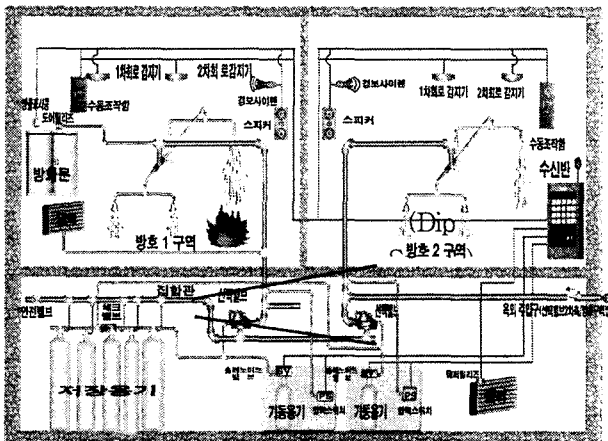


그림 2. CAN 프로토콜의 구성
Fig. 2 Composition of CAN protocol
thyristor controlled shunt compensator

본 시스템에 사용된 CAN 2.0B 확장모드는 기본적으로 데이터 프레임(Data Frame), 리모트 프레임(Remote Frame), 에러 프레임(Error Frame), 오버로드 프레임(Overload Frame)이라는 4개의 프로토콜 프레임 형태를 제공한다. 그림 2는 기본이 되는 데이터 프레임의 기본형태로 SOF(Start of Frame), Arbitration Field, Control Field, Data Field, CRC(Cyclic Redundancy Code) Field, Acknowledge Field, End of Field으로 구성되어진다. 버전 2.0A와 구분되기 위해 29 비트의 메시지 프레임 식별자를 갖는다. .

2.4. 소방 시스템

2.4.1. 기존 소방 시스템



일반적인 소화설비 계통도
그림 3 일반적인 소방시스템 계통도
Fig. 3 General lineage of Fire protection system

기존 소방시스템의 수신기는 감지기와 발신기로부터 발하여지는 신호를 공통신호로 수신하느냐 고

유 신호로 수신하느냐에 따라 P형수신기와 R형수신기로 구분한다. 감지기가 수신기에 전송해야 하는 정보는 화재발생과 화재위치(경계구역)에 관한 것이다. 화재발생에 대한 정보는 화재와 비화재에 대한 정보이며, 화재위치에 관한 정보는 경계구역 수 만큼 필요하게 된다. 공통신호방식은 감지기는 점접촉신호로 수신기에 화재발생 신호를 송신한다. 감지기가 작동하게 되면 스위치가 닫혀 회로에 전류가 흘러 수신기에서는 이를 화재가 발생했다는 것으로 파악한다. 이러한 신호방식은 한 선로에 전류가 흐르는 경우와 전류가 흐르지 않는 경우의 단 2가지의 신호만을 보낼 수 있다. 이러한 방식은 화재발생여부를 전송할 수 있지만 화재위치에 관한 정보는 전송할 수 없다. 그러므로 화재위치에 대한 정보를 전송하기 위해서는 각 경계구역마다 별도의 회로가 필요하다. 고유신호방식은 수신기와 각 감지기가 통신신호를 채택하여 각 감지거나 혹은 경계구역마다 각기 다른 신호를 전송하게 하는 방식이다. 공통신호방식은 하나의 회로에 단 두 가지의 신호를 보낼 수 있지만 고유신호방식은 통신신호방식으로 되어 있어 많은 신호를 전송할 수 있다. 그러므로 경계구역수의 증가에 따라 회로를 증설할 필요가 없다. 단 수신기와 감지기 혹은 중계기가 통신신호를 송수신할 수 있는 기능이 있어야 한다.

2.4.2. CAN형 소방시스템

기존의 자동화재 탐지 설비에 그 임무를 제한하지 않고, CAN의 기능을 베이스로 한 새로운 소방시스템의 구현을 목표로 한다. 따라서 본 연구에서는 수신기, 정온식 온도감지기, 차동식 온도감지기, 연기 감지기, 방폭형 감지기 등에 적용하여 실시간 온도/습도/연기농도 등을 모니터링하여 스프링클러에 부착되는 전자밸브를 통해 소화하는 간단한 장소에 적용하여 그 효율성을 판단할 수 있도록 구현한다. CAN네트워크는 장비 내부 통신을 위해 사용될 뿐만 아니라 장치-상호간 네트워크를 위해서도 사용된다. 소방시스템에서 필요한 모든 장비들이 CAN에 연결되어질 것이다. 이러한 응용을 위하여 CANopen SIG Medical 이 아무 구성없이 초고속 교체(swapping) 성능을 발휘하는 프레임워크와 애플리케이션 프로파일을 개발해야 한다.

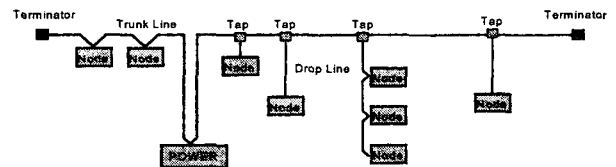


그림 4 소방용 CAN 네트워크
Fig. 4 CAN Network for Fire-protection

이와 같이 CAN(Computer Area Network)은 모든 종류의 자동 제어 장비를 연결하는 탁월한 방법(제어 장치, 센서, 액추에이터)이며 초기화, 프로그램과 파라미터 업/다운로드, 측정값 /실제값 교환, 진단 등을 위해 사용된다. 서로 다른 지능적 하위 시스템들 연결하는데도 탁월한 성능을 가지고 있다.

3. 시스템 구성

3.1 시스템 전체 구성

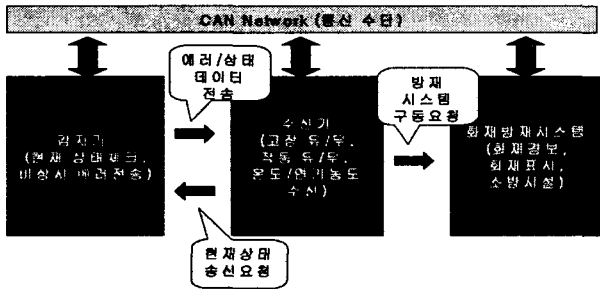


그림 5 시스템 작동 흐름도
Fig. 5 Flow-chart of System

기존 P/R형 시스템의 감지기는 센서와 릴레이로 구성된 단순한 기능을 가지고 있었지만 제안한 시스템은 각 감지기마다 마이크로 프로세서를 탑재시켰으므로 인공지능 알고리즘을 탑재한 고기능성 기기이다. 그러나 개발된 시스템은 동일한 임베디드 시스템에 각기 다른 센서를 연결하여 사용됨으로 표준화된 시스템을 구축할 수 있다.

3.2 하드웨어 구성

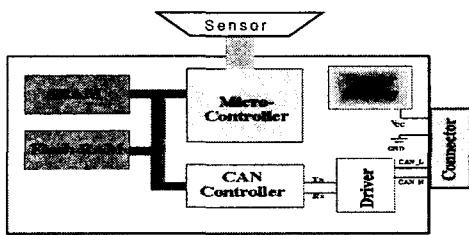


그림 6 CAN Bus를 탑재한 임베디드 시스템
Fig. 6 Embedded System with CAN Bus

구축되는 임베디드 시스템의 코어는 Atmel 89cc01 마이크로 프로세서로 CAN 통신 기능을 내장하고, 외부에 Can Driver 칩을 탑재시킨다. 기능은 원하는 대로 탑재시킬 수 있지만 대량 생산 시는 기존 제품에 비해 30%정도 추가된 가격에 고성능 시스템을 생산하는 것이 가능하다. 그러나 설치 시 인건비를 고려한다면 그 효과는 현재 시스템 설치비용보다 더 저렴해질 것이라는 판단이다.

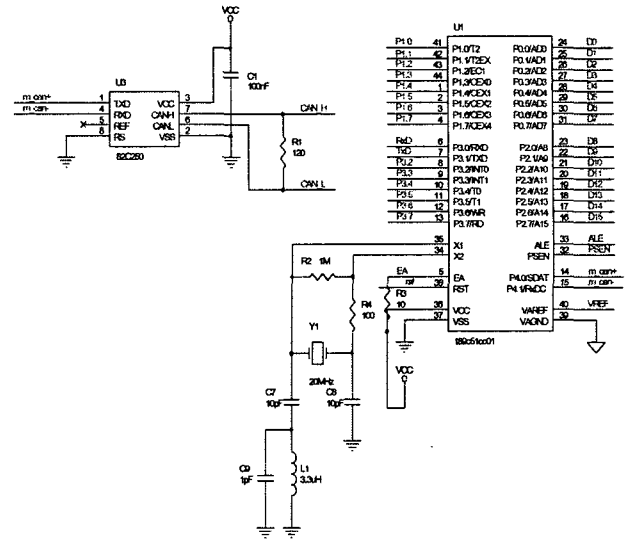


그림 7 CAN Driver를 탑재한 시스템의 회로도
Fig. 7 A circuit diagram of Embedded System with CAN Driver

4. 실험 및 고찰

4.1 배선의 간소화 및 설치비용 감소

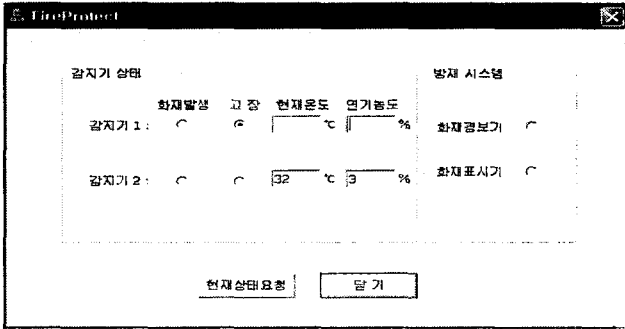
CAN은 2가닥의 꼬임선(Twist Pair Wire)으로 연결되어 반이중 통신(Half Duplex) 방식으로 짧은 메시지를 사용하는 고속 응용 시스템에 적합하다. 더불어 외부의 요인(노이즈 등) 등에 강인성을 가져 통신 에러율을 최소화하여 높은 신뢰성을 가지고 있다. CAN은 높은 전송속도와 단지 2가닥의 통신선로만 필요로 함으로 기존 전원선과 함께 4가닥의 패키징된 선로를 이용함으로 감지기와 수신기 등 CAN 기능이 내장된 시스템에 꼽기만 하면 됨으로 배선이 간단하고 쉬우므로 경제성이 높은 방식이다.

4.2 자기고장진단 및 독립형 소방시스템

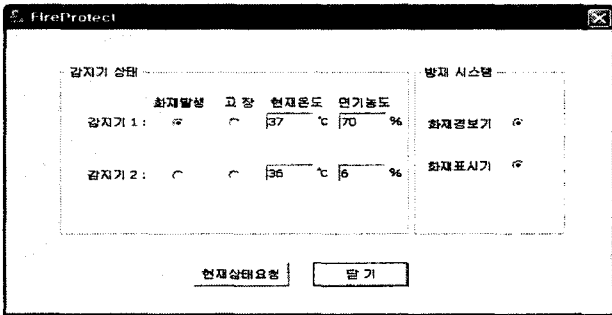
제안된 감지기는 CAN 통신 기능을 탑재시키기 위해 마이크로프로세서를 내장시키는데 이 마이크로 프로세서에서 감지기의 현재 상태를 체크하고, 수신기에서 요청 시 고장 유/무, 작동 유/무, 현재의 온도/습도/연기농도 등의 데이터를 이용해 스프링클러나 방재 시스템에 구동요청을 할 수 있고, 또한 수신기에 이 상태를 알려 수신기에서 경고방송 또는 방재시스템 준비 등의 화재대응 알고리즘에 따라 구동시킬 수 있다. 특히 CAN 통신 방식은 기존에 사용되는 485 통신방식과 같이 1:N의 통신이 아닌 N:N의 통신 방식을 사용하기 때문에 감지기가 감지기의 기능만 수행하는 것이 아니라 수신기의 일부 기능을 수행시킨다.

4.3 실시간 고장 진단 및 화재 감지 실험

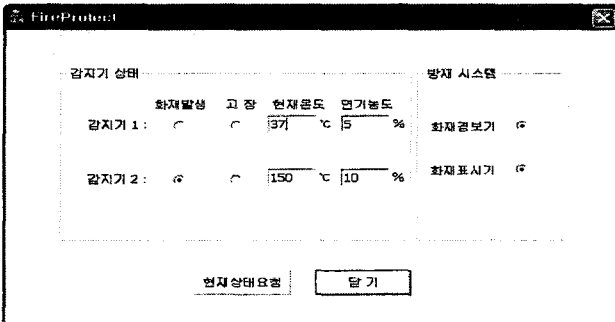
현재온도와 연기농도에 따라 고장, 화재발생을 체크할 수 있다. 현재상태요청을 하면 감지기의 컨트롤러에서 수신기로 정보를 보내고 모니터링할 수 있다. 감지기 내부의 컨트롤러에서는 현재온도와 연기농도를 실시간 체크하여 화재발생을 감지하고 방재시스템을 가동시킨다.



감지기 고장 발생시



화재 발생시 (연기농도)



화재 발생시 (온도)

그림 8 고장 진단 및 화재 감지

Fig. 8 An experimentation of sensing Error and Fire

5. 결론

본 연구에서는 기존 점접방식의 감지기와 연결이 가능하고, 추가로 아날로그형태의 센서 신호를 받아 실시간으로 모니터링 가능한 CAN형 감지기와 CAN 통신을 이용한 수신기로 기존 P형과 R형 시스템에 비해 결선이 쉽고 부가적인 장치가 없어도 안정적으로 동작될 수 있는 시스템을 구현하였다.

따라서 자기진단 기능을 부여한 고기능의 감지기는 CAN 통신 기능을 탑재시키기 위해 마이크로프로세서를 내장시키는데 이 마이크로 프로세서에서 감지기의 현재 상태를 체크하고, 수신기에서 요청시 고장 유/무, 작동 유/무, 현재의 온도/습도/연기농도 등의 데이터를 이용해 스프링클러나 방재 시스템에 구동요청을 할 수 있고, 또한 수신기에 이상 상태를 알려 수신기에서 경고방송 또는 방재시스템 준비 등의 화재대응 알고리즘에 따라 구동시킬 수 있다. 특히 CAN 통신 방식은 기존에 사용되는 485 통신방식과 같이 1:N의 통신이 아닌 N:N의 통신 방식을 사용하기 때문에 감지기가 감지기의 기능만 수행하는 것이 아니라 수신기의 일부 기능을 수행시킨다. 따라서 각층의 수신기에 연결에 모든 스프링클러를 구동하는 대신에 시스템은 단일룸에 대해 동작이 가능함으로 화재가 발생된 곳만 진화시킴으로써 복구 시 피해도 최소화 시킬 수 있을 뿐만 아니라 선로 이상이나 감지기의 일부가 고장이 발생해도 대응할 수 있는 인텔지전트화 된 소방 시스템을 구축할 수도 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] Wook-Heon Kim, Seung-Ho Hong, "A Study on the Implementation of CAN in the Distributed Control System of Power Plant", KIEE, Vol. 48, No. 6, pp.760-772, 1999.
- [2] Joonhong-Jung, Sooyoung Choi, Kiheon Park, "A Study on the Power System Control and Monitoring Technique Using CAN", KIEE, Vol. 52, No. 5, pp.268-276, 2003.
- [3] Keon-Young Yi, "An Implementation of the Position Controller for Multiple Motors Using CAN", KIEE Vol. 51, No. 2, pp.55-60, 2002.
- [4] Dae-Won Kim, Hwan-Soo Choi, "Performance Analysis of a Network System using the CAN Protocol", KIEE Vol. 51, No. 5, pp.218-225, 2001.
- [5] Yang-Soo Park, Dong-Jin Lim, "study on the planning for fire evacuation of the high-rise buildings using the fire evacuation simulator", Proc. of KIEE, pp.618-620, 2000.
- [6] 김홍배, 한상민, 이영재, 조병선, "소방시설 관리실태 조사에 관한 연구", KIFSE, Vol.15, No.3, 2001.
- [7] 김종훈, "스프링클러 반응시간 예측에 대한 화재모델의 비교", KIFSE, Vol.15, No.2, 2001.