

CAN 통신기반 자동화재탐지설비에 관한 연구

(A Study of Automatic Fire Detection Installation based CAN Communication)

김영동* · 오금곤 · 강원찬**

(Young-Dong Kim · Guem-Kon Oh · Won-Chan Kang)

요 약

제안된 소방설비는 기존 P형과 R형 시스템에 비해 결선량이 P형 대비 74[%]로 획기적으로 줄고, 비 숙련자도 결선이 쉬워 공기와 인건비를 줄일 수 있고, 수신기나 중계기 등의 부가적인 장치가 없어도 안정적으로 동작될 수 있음을 실험을 통해 확인하였다. 소방효과는 R형과 동일하나 물의 사용 양이나 화재 추적 등에 탁월한 기능이 있으며, 사람의 개입 없이 대피유도나 화재진압 정도를 스스로 조절함으로써 얻을 수 있는 무형적 이익과 공사비 절감 및 공기단축 등 유형적 이익을 통해 제안된 시스템이 아주 효과적임을 판단할 수 있었다. 특히 화재진행 상황에 따라 대응정도를 다르게 수행하므로 현재와 같은 유비쿼터스 환경에서 인간의 개입을 최소화하며, 효율을 극대화함으로써 차세대 소방 시스템으로서의 기능을 충분히 갖춘 시스템으로 발전이 가능하다.

Abstract

In this paper, We are going to propose the fire protection system using CAN(Controller Area Network). The larger, higher and deeper buildings are, the more dangerous people are when fire happens. We should be aware of the problems of prior fire protection system. Therefore, we construct the embedded system based on CAN communication that is capable of N to N communication, and build independent fire protection system. If the fire is occurred on the building, the problem is that how fast we can detect the fire and put it off by using available system. this is major factor that reduces damage of our wealth. Therefore in this studies, We would like to design more stable system than current system. This system is based on CAN communication which is available N to N communication constructs and designed to compensate for each fault, so that our aim is to reduce the wires of system, cost of installation and to suppose future type fire protection system.

Key Words : Fire Protect System, CAN, Ubiquitous, Embedded System

1. 서 론

건물이 대형화, 고층화 될수록 화재가 발생하면 화재진압 및 피난 등이 어려워져 위험성은 더욱 커질 수밖에 없다. 이러한 위험을 줄이기 위해 소방설비들이 다기능화 되고 있다. 건물에 화재가 발생하

* 주저자 : 조선대학교 정보 제어계측공학부 교수

** 교신저자 : 조선어공대학 전기과 겸임교수

Tel : 062-230-7032, Fax : 062-230-7106

E-mail : ydkim@mail.chosun.ac.kr

접수일자 : 2005년 11월 9일

1차심사 : 2005년 11월 15일

심사완료 : 2005년 12월 5일

면 이를 얼마나 빨리 감지하고, 가용한 시스템을 이용해 화재를 진압하느냐가 관건이다. 이는 인명과 재산피해를 최소화하는데 매우 중요한 요소이다 [1-4]. 따라서 본 연구에서는 기존 P형이나 R형 시스템보다 보다 안정적이고, 상시 고장진단이 가능하며, 유비쿼터스 환경에 적합한 시스템을 CAN(controller area network)을 이용하여 구현하고자 하였다.

일반적으로 사용되는 소방설비는 P형과 R형을 사용하는데 이 시스템들은 독립적인 동작이 제한됨으로 단선이나 고장이 발생시 화재를 진압하기 곤란하다[4]. 또한 사용되는 감지기는 시퀀스 타입으로 증계기 혹은 수신기에 연결되는 구조이다. 따라서 감지기의 작동여부는 수신기에서 확인하거나, 현장에서 열이나 연기 등을 인가하여 작동 램프로 작동여부를 확인할 수 있다. 그러므로 P형의 경우 초기 설치시에 점검이 가능하나 설치 후 확인은 곤란한 상황이다. 기존 시스템에서는 이렇듯 고장 상황 등을 수동으로 확인하는 수밖에 없다.

제안하는 시스템에서는 유럽자동차 회사들이 자동차 시스템에 적용한 CAN 시스템을 소방설비에 적용하여 독립적인 제어, 높은 신뢰성, 다양한 확장성, 고속통신 등의 특징을 살린 새로운 형태의 소방설비를 제안하고자 한다[5-7]. 이 시스템은 CAN 통신이 가능한 마이크로프로세서를 탑재하여 자기진단 기능을 부여할 수 있고, 감지기의 현재 상태를 체크하여 수신기에서 요청시 고장 유/무, 작동 유/무, 현재의 온도/습도/연기농도 등의 데이터를 이용해 스프링클러나 방재 시스템에 구동요청을 할 수 있다. 또한 필요시 수신기에 이 상태를 알려 수신기에서 경고방송 또는 방재 시스템 준비 등의 화재대응 알고리즘에 따라 구동시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안된 시스템은 기존 점접방식의 감지기와 연결이 가능하고, 유비쿼터스 홈네트워크에 적용이 우수하며, 아날로그 형태의 센서 신호를 받아 실시간으로 화재 모니터링을 할 수 있다. 또한 기존 P형이나 R형에서 구현하기 힘든 자기진단 및 화재대응 알고리즘 등 다양한 사용자 편의를 갖춘 CAN형 자동화재탐지 설비를 제안한다[8-9].

기존의 자동화재 탐지 설비에 그 임무를 제한하지

않고, CAN의 기능을 베이스로 한 새로운 소방설비의 구현을 목표로 한다. 따라서 본 연구에서는 정온식 온도감지기, 차동식 온도감지기, 연기 감지기 등의 감지기와 스프링클러 유도등 등에 임베디드 시스템을 탑재하고, 실시간 온도/연기농도 등을 모니터링 하여 화재 여부를 탐지하고 소화하는 시스템을 구축하여 그 효율성을 판단하였다.

CAN 시스템으로 전환결과 기존 P형과 R형 시스템에 비해 결선량이 획기적으로 줄고, 결선이 쉬워 인건비와 공기를 단축시킬 수 있으며, 수신기 증계기 등의 부가적인 장치가 필요 없어 설비 비용이 경감하고 임베디드 시스템에 인공지능 알고리즘 등도 탑재 가능하다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅이 지향하는 상황인지 결정(situation sensing decision), 자동계산(autonomic computing), 자기성장 지능엔진(self growing intelligence engine) 등의 기능을 탑재한 미래형 소방설비를 제작할 수 있다.

2. CAN형 소방설비의 네트워크 구조 및 도입효과

2.1 CAN형 소방설비

CAN 네트워크는 장비 내부 통신을 위해 사용될 뿐만 아니라 장치-상호간 네트워크를 위해서도 사용된다. 소방설비에서 필요한 모든 장비들이 CAN에 연결되어진다. CAN은 모든 종류의 자동 제어장비(제어장치, 센서, 액추에이터)를 연결하는 탁월한 방법이며, 초기화 프로그램과 파라미터 업/다운로드, 측정값/실제값 교환, 진단 등을 위해 사용된다. 서로 다른 지능적 하위시스템들 연결하는데도 탁월한 성능을 가지고 있다.

특히 그림 1의 CAN 시스템은 기존 점접방식의 감지기와 연결이 가능하고, 추가로 유비쿼터스 홈네트워크에 적용가능한 아날로그형태의 센서 신호를 받아 실시간으로 화재를 모니터링 하고, 기존 P형이나 R형에서 구현하기 힘든 다양한 사용자 편의를 갖춘 시스템이다. 기존 P/R형 시스템이 하나의 수신기에 각 센서와 액추에이터들이 종속으로 연결되는 것에 반하여, CAN 시스템은 전체 동작을 통제하는 수신

기가 필요 없다. 이는 각 노드가 동작할 조건을 주변 노드들로부터 얻은 후에 동작하게 됨으로 통제 역할을 수행하는 수신기가 필요치 않게 된다.

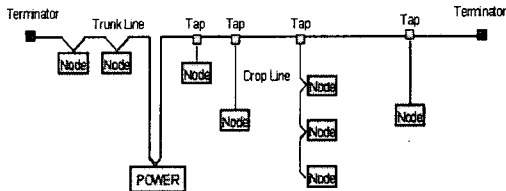


그림 1. 소방용 CAN 네트워크
Fig. 1. CAN network for fire protection

그림 2와 같이 방재 작업을 하는 방화문 또는 스프링클러는 매초마다 열 감지거나 연기감지기 같은 인접 감지기들로부터 화재발생 여부를 계속 체크하고, 화재 발생으로 판단시 수신기의 명령에 의존하지 않고 독립적으로 동작할 수 있다. 또한 이 상황을 홈서버나 수신기 등 인접 시스템에 통보하게 된다. 수신기 역할은 정해진 것은 아니지만 홈서버 등에서 각 시스템의 상태를 모니터링하고 자체 진단을 할 수도 있다. 따라서 각 구역이 룸 단위 독립적으로 동작하며, 필요시 유비쿼터스 네트워크에 적용이 매우 쉽고, 작업자의 숙련도에 관계없이 인접 센서에서 4선 짜리 잭을 꼽기만 하면 된다. 따라서 전선의 양이 줄고 작업자의 오류를 획기적으로 줄일 수 있는 등의 많은 장점을 지닌다.

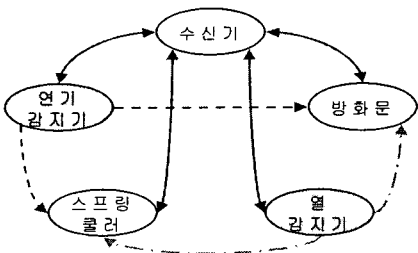


그림 2. CAN형 소방설비의 통신
Fig. 2. Communication of CAN type fire installation

2.2 CAN기반 시스템 도입의 효과

2.2.1 배선의 간소화 및 설치비용 감소

그림 3에 나타낸 바와 같이 P형은 수신기에서 센

서의 고장을 판단하기 위해 원회로로 루프를 결선하는 방식을 취하고 있으므로 구조적으로 많은 결선량을 요구한다. 이를 개선한 R형 수신기도 각 구역에 존재하는 소화전에 중계기를 설치하고, 이 중계기에서는 마찬가지로 P형 결선법을 취하고 있다. 그러나 CAN형에서는 별도의 중계기나 수신기가 존재할 필요가 없고, 각기 마이크로프로세서를 내장하고 있으므로 루프를 형성할 필요도 없다. 따라서 결선의 양은 P형에 비해서는 70[%] 절약할 수 있고, R형에 대해서는 60[%] 이상을 절약할 수 있다.

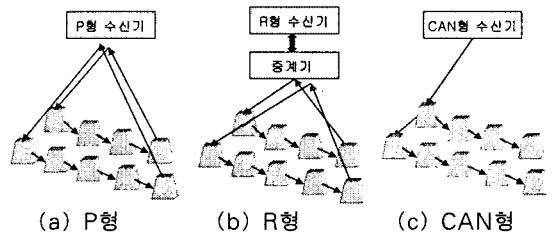


그림 3. 각 방식별 결선법
Fig. 3. Wiring method of each method

2.2.2 자기고장진단 및 독립형 소방설비

기존 소방설비에서 사용되는 감지기는 시퀀스 타입으로 중계기 혹은 수신기에 연결되는 구조이다. 따라서 감지기의 작동여부는 수신기에서 확인하거나, 현장에서 열이나 연기 등을 인가하여 작동 램프에 나타나는 작동여부 등으로 확인할 수 있다. 따라서 초기 설치시는 가능하나 설치후 확인은 곤란한 상황이다. 그러므로 기존 시스템에서는 이렇듯 고장 상황 등을 수동으로 확인하는 수밖에 없다.

제안하는 시스템에서는 이를 보완하여 자기진단 기능을 부여한 고기능의 감지기를 개발할 수 있다. 제안된 감지기는 CAN 통신 기능을 탑재시키기 위해 마이크로프로세서를 내장시키는데 이 마이크로프로세서에서 감지기의 현재 상태를 체크하고, 수신기에서 요청시 고장 유/무, 작동 유/무, 현재의 온도/습도/연기농도 등의 데이터를 이용해 스프링클러나 방재 시스템에 구동 요청을 할 수 있고, 또한 수신기에 이 상태를 알려 수신기에서 경고방송 또는 방재 시스템 준비 등의 화재대응 알고리즘에 따라 구동시킬 수 있다.

특히 CAN 통신 방식은 기존에 사용되는 485 통신 방식과 같이 1 : N의 통신이 아닌 N : N의 통신 방식을 사용하기 때문에 감지기가 감지기의 기능만 수행하는 것이 아니라 수신기의 일부 기능을 수행시킨다. 예를 들어 스프링클러 자기 스스로 작동해야 하는 상황(설정된 온도, 설정된 연기농도)이 발생했을 때 독립적으로 구동된다. 따라서 각층의 수신기에 연결해 모든 스프링클러를 구동하는 대신에 제안된 시스템은 단일 룸에 대해 동작이 가능함으로 화재가 발생된 곳만 진화시킴으로서 복구시의 피해도 최소화시킬 수 있을 뿐만 아니라 선로 이상이나 감지기의 일부가 고장이 발생해도 대응할 수 있는 고기능 소방 시스템을 구축할 수도 있을 것이다.

2.2.3 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적용이 우수

CAN 방식이 도입되면 우선 중계기와 수신기가 사라진다. 수신기를 중심으로 설비되는 현재 시스템의 관점에서 본다면 이상할지 몰라도 모든 감지기, 방재 설비에 표준화된 디지털 통신방식에 의해 양방향으로 고속통신이 가능하기 때문에 별도의 수신기의 존재는 이제 의미가 없어진다. 또한 필요한 곳에 필요한 만큼 설비들을 자유자재로 배치할 수 있고, 연결도 규격화된 4선 짝을 꼽기만 하면 되기 때문이다. 따라서 이런 특징들 때문에 자동차 업계에서는 CAN이 많이 이용되고 있다. 또한 CAN 통신방식에 기초한 다양한 설비를 구축할 수도 있다. 예를 들어 기존에는 통제실에서 모든 것을 관장해야 했다. 바꾸어 말하면 통제실에 못 가면 통제를 못한다는 것이다. 하지만 제안된 시스템은 감지기가 동작했을 때 메모리에 탑재된 알고리즘에 따라 사람의 지령 없이도 스스로 관리할 수 있게 되며, 의도되지 않은 동작이 감지되면 휴대폰, PDA 등의 단말기를 통해 언제 어디에서든 어떤 장치든 감시하고, 동작시킬 수 있는 미래지향형 시스템의 개발이 가능하다.

혹자는 인명을 다루는 시스템에 안정성 문제를 제기하겠지만 자동차 시스템에서 이미 안정성이 입증되었다. 더욱이 고속으로 동작을 요하는 에어백 시스템에도 탑재하는 방식인 만큼 지금까지 제안된 그 어떤 방식보다도 유리할 것으로 기대된다. 다만 소

방법상 CAN형 시스템의 설치에 이르지만 미래를 지향할 때 이 기술의 개발은 필수 불가결한 것이라 판단된다.

유비쿼터스 홈네트워크에서는 다양한 가전제품을 PLC(power line communication)방식으로 서로 연결하고자 한다. 모 기업에서는 냉장고를 홈서버로 이용하기도 하고, 다른 기업에서는 별도의 홈서버를 운영하기도 한다. 하지만 여기에 소방설비는 통합되지 못하고, 기껏해야 가스누출 차단기나 화재경보기 등을 포함하여 알람만 해주며, 실제 방재 동작은 별도의 시스템으로 분리해 놓았다. 이는 소방법상 이 시스템의 적용이 공인되지 않은 이유로 간혹 중계기 하부단에 CAN형 감지기를 연결하려는 연구도 있다. 따라서 USN(Ubiquitous Sensor Network)에 연결을 위해서는 상용전원을 이용하는 PLC타입이나, 기존 라인을 이용하는 CAN형 타입중 선택해야 할 기로에 서 있다. 그렇지만 기존 제품과의 호환성 및 활용성 측면에서 CAN형 시스템이 더 유리하다. 이것은 기존 시스템이 DC24[V]를 사용하는데 대해 CAN형 시스템도 동일한 전원을 사용하며, 때에 따라서는 P/R형 시스템과의 연결성도 보장받기 때문이다.

또 하나 유비쿼터스 시스템의 특징은 상호 작용성이다. 원격지에서도 화재의 유무를 전달받고 조작이 가능하며, 인간이 별다른 조작을 하지 않더라도 스스로 판단하고 조치할 수 있는 알고리즘을 각각의 감지기에 탑재시킬 수 있다는 융통성 측면에서는 소방혁명에 가까운 시스템이 될 것이다. 아울러 유비쿼터스 시스템은 소방뿐만 아니라 방범, 인원관리 등등의 시스템과의 통합이 가능해져 유비쿼터스 컴퓨팅 네트워크 구축이 실현 가능해질 것이다.

3. CAN기반 소방설비의 설계

본 연구에서 사용된 임베디드 시스템의 코어는 Atmel T89C51CC01 마이크로 프로세서로 CAN 통신 기능을 내장하고, 외부에 CAN 드라이버 칩인 82C250을 탑재시켰다. 기능은 원하는 대로 탑재시킬 수 있지만 대량 생산 시는 기존 제품에 비해 30[%] 정도 추가된 가격에 고성능 시스템을 생산하는 것이 가능하다. 그리고 대부분의 마이크로프로세서 메이

CAN 통신기반 자동화제탑시설비에 관한 연구

커에서는 CAN기능을 내장한 다양한 제품을 양산하고 있기 때문에 기존 제품과 경쟁력이 충분하다.

그림 4는 본 연구에서 제작한 임베디드 시스템의 기본 블록도로 마이크로프로세서에 리셋회로, 클럭 발진회로, CAN 드라이버로 구성되었고, 여기에 각종 센서, 신호처리 모듈만 탑재시켜 응용할 수 있도록 설계하였다.

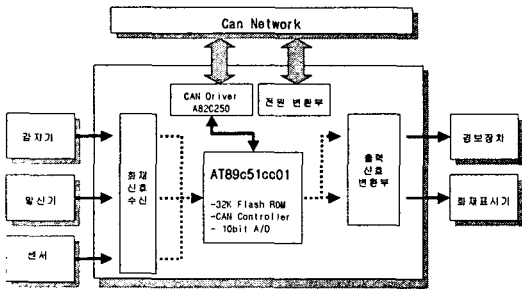
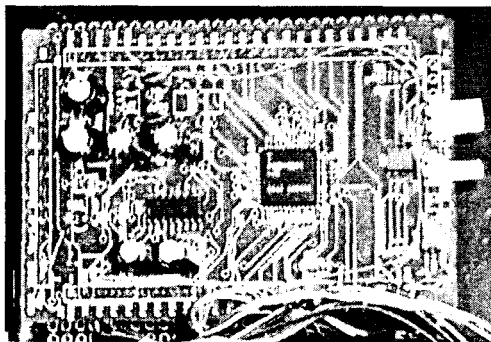


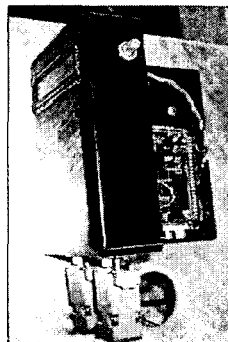
그림 4. 임베디드 시스템의 블록도
Fig. 4. Block diagram of embedded system

3.1 임베디드 시스템 설계

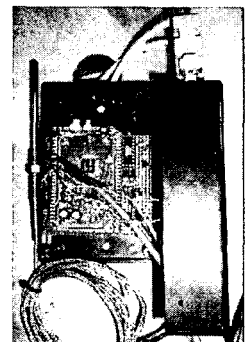
그림 5는 CAN형 소방설비를 테스트하기 위해 제작된 샘플 감지기이다. (a)는 공통으로 탑재되는 임베디드 시스템 보드이며, (b)는 PT100[Ω] 온도센서를 부착하여 온도를 측정하는 감지기이다. (c)는 수신기를 대체하는 LCD 모듈로 각 센서에서 취합된 데이터를 LCD상에 디스플레이 하도록 제작되었다.



(a) T89C51CC01 Embedded board



(b) Temperature module



(c) LCD display module

그림 5. 임베디드 시스템 모듈
Fig. 5. Embedded system module

이외에도 각종 스위치, 습도 측정센서, 전자밸브, 비상등을 연결하여 테스트하도록 구축하였다.

3.2 패킷 설계

본 실험에서는 PC에 CAN 컨트롤 보드를 장착하고, CAN 네트워크에 접근할 수 있도록 PC와 CAN BUS간 인터페이스 회로를 설계하였다. 이를 통하여 PC에서는 각종 CAN을 내장한 기기들의 정보를 실시간으로 얻을 수 있다. 먼저 PC와 CAN 모듈간, CAN 모듈간의 정보교환을 위한 통신 패킷을 정의하였다.

소방설비에 사용되는 데이터 포맷은 패킷(packet)의 형태로 메시지가 전달된다. 패킷은 다음과 같이 구성하였다(CRC 등의 하드웨어 처리부 생략).

ID0(11)	ID1(18)	CODE(8)	DATA(8)
---------	---------	---------	---------

ID는 2.0B 규격을 위해 29비트로 구성하였고, ID 구성에 TCP/IP 패킷처럼 출발지 모듈 ID와 도착지 모듈 ID를 포함한다. 각각의 코드 설명은 다음과 같다.

- ID0 : 모듈별 설정 고유변지
- ID1 : 2.0B 규격을 위한 확장 ID영역
- CODE : 명령 코드
- DATA : 8비트의 화재정보 데이터

CAN 2.0B 규격에서는 ID 29비트를 고유 ID로 전체를 잡을 수도 있고, 목적지와 출발지를 포함해서 ID를 하나로 구성할 수도 있다. 실험에서는 29비트 ID 구성을 표 1과 같이 할당하였다.

표 1. ID의 구성
Table 1. Composition of ID

	수신기	목적지 고유번호			출발지 고유번호		
위 치	0	1~6	7~10	11~14	15~20	21~24	25~28
비트수	(1)	(6)	(4)	(4)	(6)	(4)	(4)
내 용	메인	층	구역 번호	감지기 종류	층	구역 번호	감지기 종류

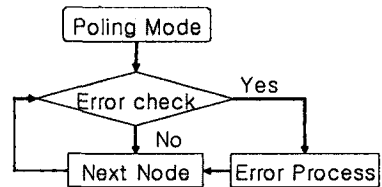
29비트 ID중 R형 수신기인 메인 제어기는 0번 위치를 '1'로 사용하고, 나머지는 0으로 한다. 나머지 28비트 중 14비트는 목적지, 나머지 14비트는 출발지 고유번호를 갖는데 물론 전부를 순서대로 사용하면 16,384개의 고유번호를 부여할 수 있지만 관리를 위해 빌딩의 층수별, 방화구역별, 감지기 종류별로 할당하도록 구성하였다. 따라서 층 층수는 64층, 각 층별 16개의 방화구역, 16종류의 감지기로 구성하도록 임시로 편성하였다. 그리고 감지기의 종류에 해당되는 ID는 사전에 프로그램 해두고, 나중에 층별, 방화구역별 할당을 R형 중계기와 비슷한 형태로 DIP 스위치를 이용해 설정하도록 구성하였다.

CAN 모듈별 통신에 사용하는 코드는 다음 표 2와 같이 구성하였다. 코드 표에 나타난 것과 같이 CAN 통신라인을 통해 펌웨어 업그레이드가 가능하고, 강제작동 및 실시간 고장진단이 가능하기 때문에 설치시나 관리시에 언제든지 고장유무를 쉽게 확인할 수 있다. 평상시에는 폴링 모드로 일정 주기별로 한번씩 전체 시스템의 고장상태를 점검하며, 화재 발생시는 자동적으로 인터럽트 모드를 통해 화재발생에 따른 대응 알고리즘으로 전환된다. 마지막 데이터는 이상이 없는 경우는 '0'을 리턴하고, 이상 발생시는 '1' 또는 질의에 대한 요청 값을 리턴 한다. 물론 요청시에는 DATA 영역이 필요 없고, 응답시에는 코드가 필요 없지만 전체 시스템의 통일된 패킷을 위해 '0'이란 데이터를 채워서 전송하도록 하였다.

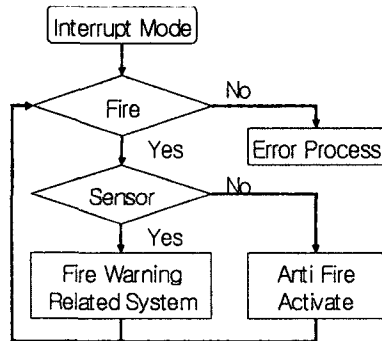
표 2. CAN 명령 코드
Table 2. CAN command code

코드	니모닉	내 용
0x00	Reset	재설정 요청
0x01	Request	데이터 송신요청
0x02	Answer	질의에 대한 요청값 반환
0x03	Polling	이상 유무 점검 요청
0x04	Fire	화재 발생
0x05	check	원인 모를 데이터 취득, 관리자 점검요
0x06	Pushing	강제 작동 모드
0xff	Program	펌웨어 다운로드

3.3 감시모드 설계



(a) Poling Mode



(b) Interrupt Mode

그림 6. 폴링 모드와 인터럽트 모드 순서도
Fig. 6. Flowchart of poling mode and interrupt mode

CAN형 소방설비에서는 평상시 운전시에 일정한 주기(100~1000[msec])로 폴링 모드를 동작한다. 이는 구역 수신기에서 구역내에 존재하는 각 노드들의

작동상태를 점검한다. 만약 이 감지기들 중 응답이 없거나 에러가 발생한 경우는 리셋명령을 보내 정상화하거나, 관리자를 호출하여 점검을 하도록 한다. 화재가 발생했을 시는 최초 감지한 노드에서 인터럽트를 발생시키고 구역내 시스템은 인터럽트 모드로 동작한다. 인터럽트 모드에서는 센서의 경우 화재 데이터를 지속적으로 전송하여 현재 상태를 알리고, 액추에이터의 경우는 화재대응 알고리즘에 따라 스프링클러나 방화문 작동 등의 화재진압동작을 알린다. 메인 수신기에서는 소방서에 자동으로 통보하고, 인원분포에 따라 최근 비상구로 유도등을 통해 대피를 유도하도록 구성할수 있다. 다만 본 논문에서는 방화문과 스프링클러만 동작하도록 하였다.

4. 실험 및 고찰

4.1 CAN형에서의 소방설비 결선량

소방설비에서 배선량과 현재 소방설비를 검증하기 위해 FDS 시뮬레이터에서 그림 7과 같이 광주 롯데백화점을 대상으로 FDS 시뮬레이션 실험을 하였다[10-13]. 시뮬레이터는 DELL 670서버(3G Dual, 2G RAM)에서 시뮬레이션을 수행하였고, 결선량에서는 전 층에 대해 실험하는 대신 1층으로 제한해 실험을 진행하였다. CAN형 자동화재탐지설비를 채택했을 경우 CAN은 높은 전송속도와 단지 전원선과 2가닥의 통신선로만 필요로 함으로 4가닥의 패키징된 선로를 이용하여 결선을 하였다. 결선량 산출에서는 편의상 강제관과 아우트렛 박스 등의 부자재와 스프링클러 설비는 제외하였다.

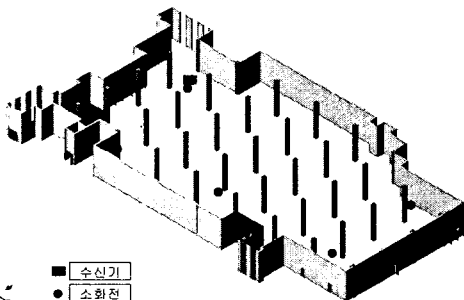


그림 7. 시뮬레이션 대상 건축물
Fig. 7. Building for simulation

광주 롯데백화점 건물의 경우 가로 100.8[m], 세로 46.5[m]로 1층의 총 면적은 4687.2[m²]이었다. 그림 7에 1층을 FDS로 모델링 한 그림을 나타내었다. 그림 7의 건축물에 대한 전선의 양을 산출하기 위해 4차원 시스템의 Elect CAD v6.6에서 전선의 양을 산출하였고, 그 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3. 소요 전선량 비교표
Table 3. Comparison of used wire amount

	구 분	P형	R형	CAN형
간선	1.6[Φ] 전선 전원선	1,646[m]	917[m]	0[m]
	2.0[Φ] 전선 동력선	389[m]	367[m]	0[m]
	CUV-SB1.25[Φ] 통신선(2 pair)	0[m]	194[m]	239[m]
지선	1.2[Φ] 감지기	708[m]	708[m]	478[m]
비교	총 전선의 양	2,745[m]	1,992[m]	717[m]
	P형 대비 전선량	100[%]	72[%]	26[%]
기타	실시간 고장진단	불가	가능	가능

앞서 제시된 것처럼 CAN형은 P형 대비 74[%]의 전선의 양이 감소하였고, R형 대비 64[%] 전선량의 감소를 가져오고 있다. 물론 전선의 종류별 비교에서는 오차를 수반하고 있으나, 전선의 종류를 구분하지 않고 단순 비교했을 때 월등한 전선 절감 효과를 가지고 있다. 그러나 더 중요한 것은 공기의 단축과 작업시간의 감소로 인한 인건비 절감까지 감안한다면 CAN형은 매력적인 방식임에 틀림없다.

아울러 각 감지기들은 각기 마이크로프로세서를 내장하고있어 실시간 고장진단 및 인공지능에 의한 자기성장, 각 상황에 따른 융통성 있는 대피알고리즘 탑재도 시공시에 느낀 매력만큼이나 운전시에는 유비쿼터스 환경에서 더 유연하고 안전하게 화재대처가 가능하기 때문에 이 시스템은 미래형 소방설비로 적용하기에 아주 적합한 시스템이라 생각된다.

4.2 진송 특성 실험

테스트 프로그램을 이용하여 임의로 화재를 발생시켜 1시간의 온도 데이터를 R형과 CAN형 시스템을 이용하여 측정하고, 그 데이터를 분석한 결과를 그림 8에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 R형은 P형과 마찬가지로 수신기에 들어오는 동작신호는 오직 센서의 동작 유무만을 출력하기 때문에 화재가 일어나 충분한 화력(74[°C])이 갖춰질 때 감지기는 동작한다. 이때 감지기가 연결된 수신기는 이를 처리하기 위해 단위 수신기에 물린 방화구역에 대해서 화재 진압에 들어가게 된다. 따라서 수신기에 연결된 방화구역 전체에 대해 화재를 진압하게 됨으로 화재가 발생하지 않은 지역까지 스프링클러를 가동하게 되는 비효율적인 면이 있다. 이 비효율성을 제거하기 위해 R형에서는 구역을 세분화하기도 하지만 방화구역이 증가되면 설비비 또한 증가하는 단점이 있고, P형과 마찬가지로 단일 스프링클러 각각을 조절하는데는 문제가 있는 시스템이다.

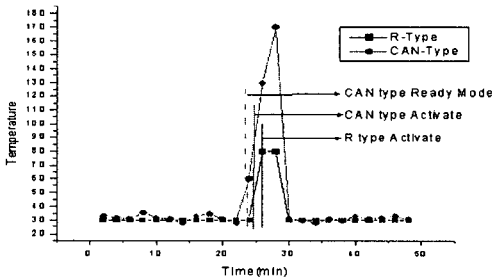


그림 8. R형과 CAN형의 작동비교
Fig. 8. Activation comparison of R and CAN type

CAN형 시스템의 구성은 그림 5의 임베디드 모듈을 통해 PC(P-IV)에서 모니터링하여 그 결과를 그림 8에 나타내었다. 화재가 발생한 시점부터 온도가 점차 증가하는 것을 감지하고 있으며, 화재진압은 설정 온도값이 따로 정해진 것이 아니므로 상대적으로 온도가 급격하게 증가하게 되면 연기 감지기나 인접 감지기도 화재를 감지했는지 조사한다. 이때 2개 이상의 센서가 화재를 감지하면 화재가 발생한 면적에 따라 스프링클러를 각각 독립적으로 구동하

여 방화구역을 최소화시키기 때문에 보다 효율적인 화재관리를 할 수 있으며, 화재상태를 ‘화재의심(Ready Mode)’, ‘화재발생(Activate)’ 등으로 세분화할 수 있으므로 효율적인 시스템 구축이 가능하리라 판단된다.

표 4. 폴링주기별 네트워크 트래픽 주기
Table 4. Network traffic rate at each poling rate

제어기 위치		폴링주기[msec]			
		50	100	500	1000
방화구역 제어기	16노드 평균 트래픽	8[%]	4[%]	0.8[%]	0.4[%]
각 층 제어기	256노드 평균 트래픽	불가	65.3[%]	13[%]	6.5[%]

CAN 네트워크에서는 고속의 안정적인 통신을 위해 전송속도와 폴링주기를 고려해야 하는데 본 실험에서는 1[Mbps]의 최고속도로 통신환경을 구축하고 통신 트래픽을 분석하여 표 4에 정리하였다.

표 4에서 나타낸바와 같이 방화구역에 최대 할당 가능한 제어기는 16개로 이들 감지기가 모두 참여하였을 경우 최대 50[msec]의 폴링 주기로 네트워크를 사용했을 때 8[%] 점유율을 지니고 있었고, 화재시에 3배의 트래픽이 증가하더라도 평균 24[%]를 가지게 됨으로 문제가 되지 않았다. 그러나 각층 제어기를 통해 모니터링을 할 경우 100[msec] 제어주기에서는 최대 256개의 노드를 관리함으로 평균 65.3[%]의 트래픽을 가지고 있어서 사용이 제한됨으로 이때는 1[sec]의 폴링주기가 적당하다. 그렇지만 각층의 감지기가 적을 경우는 100~500[msec]의 제어도 가능할 것으로 판단된다. 차후 연구될 고성능 임베디드 시스템이 개발되면 외출 시에도 PDA등을 통해 집안의 화재 및 방범상황 등을 화상을 통해 실시간으로 전달받을 수 있도록 유비쿼터스 환경이 진화하리라 기대된다.

그림 9에서는 16개 노드(임베디드 시스템 모듈)를 100[msec]로 감시할 때와 256개의 노드를 1000[msec] 폴링 주기로 감시할 때의 경우로, 실험 시작 300초 후에 화재를 발생시켜 트래픽의 증가를 모니터링 하였다. 이때 실험은 CAN버스에서 하나의 노드를 PC에서 입력받아 그 트래픽을 분석하였다.

화재가 발생시는 폴링모드에서 인터럽트 모드로 전환하여 데이터 요청 및 조작 명령이 증가하나 트래픽은 2.5배 이상 증가하지 않으므로 표 4의 내용에서 3배 이상으로 폴링주기를 선택하면 가능할 것으로 판단된다.

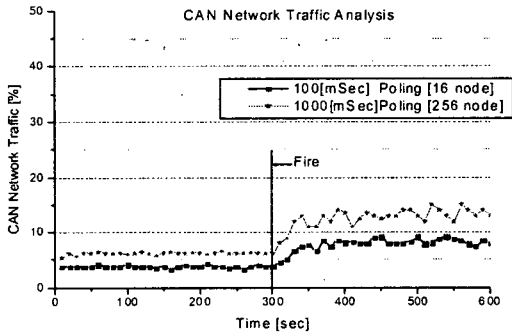


그림 9. CAN 네트워크 트래픽 분석
Fig. 9. CAN network traffic analysis

4.3 실시간 고장 진단 및 화재 감지 실험

그림 10에서 비상 사태나 고장 시 수신기에 상태 데이터를 전송하여 수신기에서 각 상황에 맞게 방재 시스템을 가동시킨다. 현재 온도와 연기농도에 따라 고장, 화재발생을 체크할 수 있다. 현재상태 요청을 하면 감지기의 컨트롤러에서 수신기로 정보를 보내고 모니터링 할 수 있다. 감지기 내부의 컨트롤러에서는 현재 온도와 연기농도를 실시간 체크하여 화재 발생을 감지하고 방재 시스템을 가동시킨다.

특히 CAN형 소방설비는 감지기 각각에 마이크로 프로세서가 내장되어 있으므로 비화재나 오보에 따른 판단이 가능하다. 일반적으로 화재는 연기와 열기 등 복합적으로 이루어져 있는데, 대부분의 경우 연기감지기가 먼저 동작한다. 따라서 알고리즘에서는 온도감지기가 동작했으나 연기감지가 동작하지 않았을 경우는 자체 고장 진단 후, 정상상태이면 관리자를 호출과 함께 '화재의심' 경고를 전파하고, 일단 방화문이나 스프링클러의 동작을 유보한다. 이때는 관리자가 수동으로 방재 시스템을 작동하게 된다.

반대의 경우 연기 감지기가 먼저 동작하고 온도감지기가 작동하면, 이때는 '화재발생'으로 전파하고, 독립적인 소방동작을 수행하도록 알고리즘을 구성

하였다. 물론 화재의 종류에 따라 감지기의 동작 우선순위가 다르겠지만 감지기들은 인공지능 알고리즘을 탑재해 비화재나 오보 그리고 화재발생에 대한 데이터를 수집 데이터화하여 시간이 지남에 따라 인공지능은 지속적으로 개선된다.

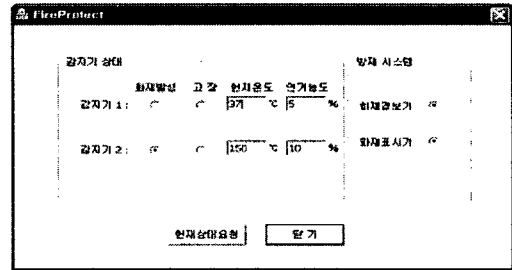


그림 10. 고장 진단 및 화재 감지
Fig. 10. Error diagnosis and fire recognition

그리고 오보나 비화재 처리를 위해 감지기의 병렬 설치나, 각 환경에 따른 문턱값(threshold) 등을 조정해 환경에 따른 요인을 보상도 가능하다. 하지만 본 연구에서는 이들 처리를 유비쿼터스 환경에서의 구현 가능성을 확인하는 것을 목표로 하고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 기존의 점점방식 감지기와 연결이 가능하고, 추가로 아날로그형태의 센서 신호를 받아 실시간으로 모니터링 가능한 유비쿼터스 환경을 위한 소방설비를 구현하였다. 이 시스템은 기존 P형과 R형 시스템에 비해 결선량이 P형 대비 74[%]로 획기적으로 줄고, 비 숙련자도 결선이 쉬워 공기와 인건비를 줄일 수 있고, 수신기나 중계기 등의 부가적인 장치가 없어도 안정적으로 동작될 수 있음을 실험을 통해 확인하였다.

특히 CAN 통신 방식은 기존에 사용되는 485 통신 방식과 같이 1:N의 통신이 아닌 N:N의 통신 방식을 사용하기 때문에 감지기가 감지기의 기능만 수행하는 것이 아니라 수신기의 일부 기능을 수행시킨다. 따라서 각 층의 수신기에 연결해 모든 스프링클러를 구동하는 대신에 이 시스템은 단일 룸에 대해 동작이 가능함으로 화재가 발생된 곳만 진화시킴으로써

복구시 피해를 최소화시킬 수 있을 뿐만 아니라 선로 이상이나 감지기의 일부가 고장이 발생해도 대응할 수 있는 고기능의 소방 시스템을 구축할 수도 있을 것이다. 특히 화재진행 상황에 따라 대응정도를 다르게 수행함으로써 현재와 같은 유비쿼터스 환경에서 인간의 개입을 최소화하며, 효율을 극대화함으로써 차세대 소방 시스템으로서의 기능을 충분히 갖춘 시스템으로 발전이 가능하다.

실험을 통해 얻어진 결과 소방효과는 R형과 동일하나 물의 사용 양이나 화재 추적 등에 탁월한 기능이 있으며, 사람의 개입 없이 대피유도나 화재진압 정도를 스스로 조절함으로써 얻을 수 있는 무형적 이익과 공사비 절감 및 공기단축 등 유형적 이익을 통해 제안된 시스템이 아주 효과적임을 판단할 수 있었다. 앞으로 대피유도 및 소방서와의 네트워크 구축 등의 연구를 통해 유비쿼터스 환경의 최적인 자동화재탐지설비 및 재난처리 시스템 개발이 이루어져야 한다.

이 논문은 2004년도 조선대학교 학술연구비 지원을 받아 연구되었음.

References

[1] 김홍배, 한상민, 이영재, 조병선, "소방시설 관리실태조사에 관한 연구", KIFSE, Vol. 15, No. 3, 2001.
 [2] 고제선, 윤명오, "내도시 위해.위험시설에 대한 안전도 수용기준 정립에 관한 연구", KIFSE, Vol. 15, No. 1, 2001.
 [3] 김중훈, "스프링클러 반응시간 예측에 대한 화재모델의 비교", KIFSE, Vol. 15, No. 2, 2001.
 [4] 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.
 [5] 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.

[6] 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.
 [7] 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.
 [8] Ian F.Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, "A Survey on Sensor Networks?", IEEE Communications Magazine, August 2002.
 [9] Weiser, Mark, "Hot Topic: Ubiquitous Computing", IEEE Computer, pp. 71-72, October 1993.
 [10] K.B. McGrattan, "Fire Dynamics Simulator (Version 4), Technical Reference Guide", NIST special Publication 1018, NIST, Gaithersburg, Maryland, July 2004.
 [11] G.P. Fomey, K.B. McGrattan, "User's Guide for Smokeview Version 4", NIST special Publication 1017, NIST, Gaithersburg, Maryland, July 2004.
 [12] G.W. Mulholland, "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002.
 [13] <http://fire.nist.gov/fds/>

◇ 저자소개 ◇

김영동 (金永洞)

1944년 11월 28일생. 1968년 조선대학교 공대 전기공학과 졸업. 1984년 명지대학교 대학원 졸업(석사). 1993년 일본 애지 공업대학교 객원 연구원. 현재 조선대학교 정보공과대학 정보제어계측공학과 교수.

오금곤 (吳金坤)

1946년 1월 17일생. 1968년 조선대 전기공학과 졸업. 1994년 동신대학교 전기공학과 졸업(석사). 1998년 동대학원 전기전자공학부 졸업(박사). 현재 조선대학교 공대 전기공학과 교수.

강원찬 (姜園贊)

1970년 12월 23일생. 1993년 조선대학교 공대 제어계측공학과 졸업. 2000년 동 대학원 제어계측공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 제어계측공학과 졸업(박사). 현재 조선이공대학 전기과 겸임교수.