

HMI 터치스크린을 이용한 철도차량용 복합화재수신기 개발 연구

(A Study on Railway Vehicles Fire Detection using HMI Touch Screen)

박인덕* · 김 창**

(In-Deok Park · Chang Kim)

Abstract

Recent social needs for promoting traffic safety increased and the demand social security in economic, increasing the demand for environmentally friendly rail transport. In particular, when train express such as to secure reliability KTX(Korea Train eXpress) from potential disaster(fire) in the train operation caused by the train express running has been very important. Railroad fire extinguishing system is operated to fire exploding before reaching the flashing point more important than early to quickly detect because of CAN(Controller Area Network) communication to fire suppression and fire receiver, interface, fire fighting equipment from HMI((Human Machine Interface) and fire high-performance to research and development for intelligent composite fire receiver is required.

Key Words : Fire Suppression, Fire Receiver, HMI(Human Machine Interface), Flashing Point, CAN(Controller Area Network)

1. 서 론

1.1 연구의 배경

최근 고기능·첨단화 복합 지능형빌딩과 산업현장의 고도화 건물이 날로 증가하고 있으며 밀폐된

반도체 제조공정과 원자력 발전설비, 시간이 경과된 목재 주택, 특히 운송수단으로 고속전동차에 해당하 는 KTX (Korea Train eXpress)지하철 등 화재 및 재해 안전에 대해서는 매우 취약한 실정이다. 2003년 2월 발생한 대구지하철 화재사고 예를 통하여 철도 차량에서 화재 발생 시 화재감지와 진압에 많은 문제점이 야기 되었으며 특히 화재의 신속한 조기감지 및 대처가 이루어지지 않아서 많은 인적, 물적 피해가 발생하였다. 철도 화재는 화염이 폭발적으로 증가하는 인화점(flash over point)에 이르기 전에 초기에 감지하고 신속하게 진압하는 것이 무엇보다 중요하므로 화재진압장치인 소화설비와 연계하여 동작할 수 있는 고성능, 지능형 복합 화재수신기 개발

* Main author : DaeDuk College. Dept.of Electrical Engineering. Professor. Park, In-Deok
** Corresponding author : GS HI-TEC, Manager of R&D/D.Eng. Kim Chang
Tel : 042-866-0373, Fax : 042-866-0329
E-mail : han7770@ddc.ac.kr
Received : 2015. 10. 6.
Accepted : 2015. 11. 16.

이 요구 되고 있다.

더욱이 국·내외적으로 철도차량의 교통량이 급속히 증가하고 있는 추세이며 열차 및 지하철이 대중교통의 최적의 수단으로 각광 받고 있다. 이러한 열차 및 지하철은 화재발생시 외부로부터 구조활동이 매우 어렵다. 화재 발생시 초기에 진압하기 위한 소화설비로서 미분무 시스템은 화재진압을 제어하는 시스템으로 전체적인 설비의 경량화, 무독성, 친환경적, 스프링클러보다 약 1/10 수준의 낮은 수손피해, A급, B급, C급 화재에 적용 가능한 설비로서 많은 장점을 가지고 있다[1]. 이러한 소화설비와 연계하여 화재 발생시 조기진압을 위한 연계시스템 개발을 통해 효과적으로 감시, 제어할 수 있는 자동제어 장치의 개발이 절실히 요구되고 있다.

1.2 연구의 목적 및 방법

미분무수 소화설비에 관한 실험은 1950년대 초반부터 시작되어 왔으나 할론 1301을 비롯한 할로겐화합물 소화약제가 등장함에 따라 연구가 축소되었다가 선진국을 중심으로 1990년대 초반부터 재검토되기 시작하였고, 이후 미분무수와 같은 수계 소화시스템의 주 소화약제인 물의 소화성능을 향상시키기 위한 방안 연구개발 추세이다. 최근 미국, 유럽 등의 선진국에서는 이미 육상뿐 아니라 해상용 소화설비로 다양하게 적용하고 있으며, 핀란드의 Marioff사의 미분무소화설비, Aqua 화재진압장치가 개발되어 있으며, 최신식 건축물 및 기능성 산업현장에 물분무 시스템 사용증가 추세이다. 반도체 제조 공장, 원자력 설비, 자동차 생산설비, 선박플랜트, 철도차량 등 공장 내에 또는 철도차량에서의 화재 및 폭발사고 발생시 많은 유독성 가스로 인한 인명사고 발생에 따른 대비로서 소화설비를 효과적으로 감시, 제어할 복합 화재 수신기 연구 개발이 절실히 요구되고 있다. 본 연구에서는 철도차량의 화재감지기와 소화설비에 관해 미분무 소화설비를 효과적으로 제어할 수 있는 HMI(Human Machine Interface)를 이용한 터치스크린방식으로 철도차량 객차의 화재 감지기 신호처리 및 각 중앙제어장치와의 통신, 소화설비시스템과

연계, 화재 수신 시스템의 진동, 노이즈, 충격 등 비교·분석하고자 한다.

2. 이론고찰

2.1 철도차량 화재감지기

국내의 철도 차량 화재감지기는 2011년 재래식 화재감지기와 P형 수신기에 대한 화재위치 검출 및 신뢰성을 개선하기 위하여 전력선통신방식을 이용하여 수신기와 감지기 사이의 선로수를 2선으로 줄이는 방식이 개발되었으며, 디지털카메라가 결합된 철도차량용 지능형 복합식 화재감지기에 대하여 개발이 이루어지고 있으며, 2007년 화재감시 설비를 설치하는 것이 용이하지 않은 일반 주택에 화재발생 상황을 단독으로 감지해 자체 내장된 음향장치로 경보음을 발생하는 화재감지기 개발이 이루어졌다. 그러나 이동중인 열차, 고속전철, 모노레일 등에 적용되고 있는 각종 감지기와 수신 장치는 전량 외국제품으로 수입에 의존하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 철도 차량용 화재 감지기에 대한 연구로써 Digital 기술과 Computer Program 방식을 도입하여 화재 감지 신호에 대한 처리를 체계화 하고 분석이 가능하도록 하며 또한 화재의 감지 신호와 Data의 처리 및 축적을 위해 Computer 시스템을 구축 하였다. Computer의 OS(Operating System)는 Microsoft의 Windows 방식을 채택하여 사용자 편리성을 고려하였으며 최근의 아날로그 방식과는 다르게 기술의 추세에 맞추어 조작의 편리성을 고려하여 화면은 HMI를 이용한 Touch Screen 방식을 적용 하였다. 또한 철도차량의 특성상 고압 전력선이나 각종 고전압 기기들의 전자기에 의한 영향을 최소화하기 위해 기존의 485 통신 대신 CAN(Controller Area Network) 통신을 적용하였다. CAN 통신은 여러개의 객차가 동시에 접속되는 것과 객차의 수가 수시로 바뀔 경우를 대비하여 적용하였으며 철도차량용 화재 감지기는 컴퓨터 프로그램 방식으로 운영되며 프로세서는 1.66MHz Dual core 프로세서를 이용하였다.

2.2 철도차량 화재감지기

2.2.1 온도감지센서

각 열차에 배치된 화재감지기는 열 감지기와 연기 감지기가 있다. 온도 감지기는 차량 내부에서 화재 발생시 차량 내부의 온도가 상승하는 것을 감지하기 위한 정온 센서와 화재 발생시 차량 내부의 온도가 정상시보다 급격히 상승하는 것을 감지하기 위한 차동센서를 구분된다. 온도 감지기는 Thermistor 온도 감지 소자를 이용하여 온도를 감지하며 작동 범위는 50℃~80℃이고 온도 편차는 ±2℃ FS이다. 또한 온도 센서의 분해능은 1℃이고 필요시 3단계(경고, 위험, 화재)의 감지도 가능하다.



Fig. 1. Fixed temperature & Rate of rise detector

2.2.2 연기감지기

차량내에 화재발생시 화재 발생 초기에 화재로 인한 불꽃생성 이전에 연기가 다량 발생하는 점을 고려하여 연기를 감지함으로써 화재의 탐지를 하는 기구으로써 이온식과 광전식이 있다. 광전식은 광원(LED)과 수광소자(포토다이오드)를 대향시켜 배치해 놓고 그 사이로 연기가 들어오면 광의 흡수나 산란이 일어나는 것을 측정하여 연기의 존재를 감지 또는 농도를 측정하는 방식이다. 이온화식은 감지기의 안과 밖에 2개의 이온실이 있고 양이온실 내부의 공기는 일정 전압에 의한 라듐의 방사선으로 이온화되어 있다. 화재가 발생하였을 때 연소 생성물이 외부의 이온실로 들어가 이온전류를 감소시키게 되면, 내외 이온실의 분압비가 변하기 때문에 외부 이온실에 작용하는 전압이 상승하여 레버를 작동시켜 화재를 감지하는 원리이다. 개발품에 적용한 연기 감지기는 화재 발생시의 연기 입자가 광을 산란시키는 것을 이용하여 화재를 감지하는 광투과식 방식을 적용하였으며, 작동 범위는 연

기농도 범위를 5%~20%에서 작동하는 센서이며, 감지 편차는 ±2% FS이다. 또한 감지기의 분해능은 1% 이내이며 필요시 3단계(경고, 위험, 화재)의 감지 신호를 나타낼 수 있는 센서를 적용하였다.

이들 센서는 화재 진행 상태에 따른 아날로그적인 신호가 아니라 화재 발생 여부만을 감지하는 디지털 신호를 발생시키기 때문에 본 연구에서는 화재 발생 여부만을 고려한 ON, OFF 신호만을 고려하였다. 철도 차량의 각 객차에서 발생하는 화재 감지 신호는 화재 감지기에서 중계기를 거쳐 와 화재 감지기 본체의 신호처리부(CCU: Communication Control Unit)로 전달되며 이 디지털 신호의 전송은 CAN 통신을 적용하였다.



Fig. 2. Smoke detection

2.2.3 CAN 통신

CAN 통신은 원래 자동차용으로 개발된 통신 방식으로 자동차가 점차 다양한 전동장치들이 추가됨에 따라 각 전동 장치들의 동작 상태에 대한 정보를 모으고 각 전동 장치들간 정보를 주고 받으며 적절히 제어하는 방식이다. 기존의 경우 각 장치나 전동 구동 장치들과 메인 통신제어장치와 개별적으로 각각 연결하여야 하나 CAN 통신에서는 메인 통신선에만 연결하면 각각의 장치들의 동작 상태를 알 수 있고 제어도 가능하다는 장점이 있다. Fig. 3에 나타내었다.

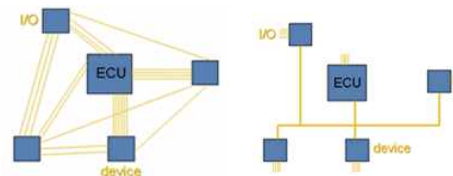


Fig. 3. Existing and CAN communication method

CAN 통신의 장점은 CAN-P/T제어기 및 각 센서간의 통신에 사용하며 2Wire로 구성되며 통신속도에 따

라 High Speed CAN과 Low Speed CAN으로 구분이 가능하다.

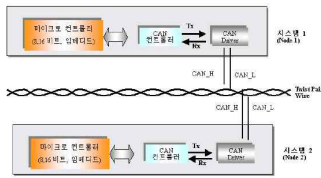


Fig. 4. CAN communication method

고속 CAN 통신의 특징은 ISO11898에 규정되어 있으며, CAN통신 Class는 Class C이며 전송속도는 최대 1Mbps가 가능하다[2-3]. 또한 Bus길이는 최대 40M까지 연장이 가능하며, 출력전류는 25mA 이상이다. 통신 선로방식은 2 Line구조이며, 신호개수는 최대 약600~800개까지 가능하여 철도 차량의 각 객차나 부속 차량에 정온, 차동, 연기 감지기 등을 다수의 설치하여도 충분히 수용가능하다[4-5]. 저속/내고장(fault-tolerant) CAN 통신은 고속 CAN 통신과 마찬가지로 두 개의 와이어로 실행되며, 최고 125kb/s 속도로 디바이스와 통신하며, 내고장 기능이 있는 트랜시버를 제공한다. 저속/내고장 CAN 디바이스는 CAN B 및 ISO 11898-3으로도 알려져 있다. 저속 내고장 CAN은 고장 우려나 오동작 우려가 발생할 우려가 높은 시스템에 적용에 효과적으로 그에 대응하는 것이 가능하다.

3. 철도차량 화재수신기

3.1 철도차량 화재수신기

3.1.1 철도차량 화재수신기 구성

Fig. 5는 철도차량 화재수신기의 구성도를 나타내며 화재감지 센서로부터 얻은 데이터를 중계기를 통해 CAN bus와 CAN 통신이 이루어지며 CAN의 통신 속도는 Master 100Kbps로, Slave CAN의 통신속도는 25Kbps로 설계하였다. 필드버스에 연결되는 82C251이 멀티로 연결되어 상호간의 통신을 제어하도록 하였다.

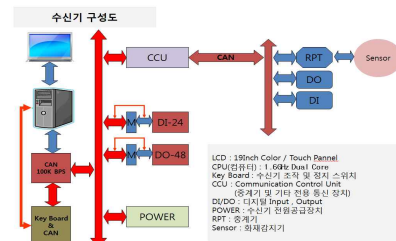


Fig. 5. Railway vehicles fire detection of diagram

3.1.2 전원회로설계

Fig. 6은 화재 감지기용 제어회로로서 DC전압, 배터리 전압, 퓨즈 단선 상태를 감시하며 이상시 화재 감지기에 전원 상태 이상 신호를 전송하는 회로를 구성하였으며 화재 감지기용 전원회로는 전압증폭회로 설계, DC-DC converter 회로를 추가하여 24V DC 전압을 만들어 감지기 회로에 공급하는 회로를 나타낸다.

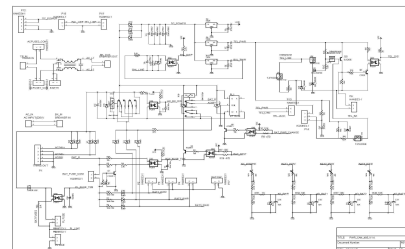


Fig. 6. Fire detection of power circuit

3.1.3 CAN 통신 설계

CAN 통신 제어용 chip인 SJA100T는 동작전압 5V, 28핀형의 구조로 AD0~AD7의 data bus 나 Address에 대한 Multiplex 기능을 가지며, Fig. 7에 SJA 1000T chip의 Block diagram를 나타낸다.

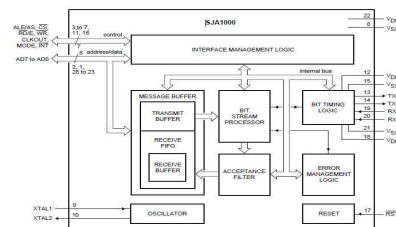


Fig. 7. SJA 1000T of block diagram

SJA 1000T chip은 통신 line으로부터 데이터를 주거나 받는 역할을 담당하는 TX0, TX1 단자와 RX0,

RX1 단자와 이들 신호를 비교 처리하는 Bit Timing Logic부와 data bus 로부터 받아들이는 신호 데이터의 송수신 역할을 하는 Receive FIFO부와 processor 등의 부분으로 구성되어 있다. Fig. 8은 CAN BUS로부터 CAN Control Interface chip 인 PCA82C251과 SJA 1000T 사이의 통신제어를 나타낸다.

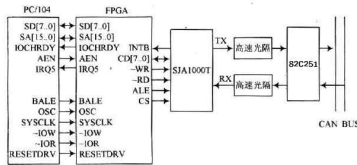


Fig. 8. CAN control interface PCA82C251 & SJA 1000T

Fig. 9는 CAN bus와 CAN 통신 Control Driver 인 SJA 1000T 과의 결합회로로서 역할은 컴퓨터와 통신을 담당하는 Master CAN과 연결되어 통신 제어하는 기능을 담당한다. Master CAN의 통신 속도는 100Kbps로, Slave CAN의 통신속도는 25Kbps로 설계하였다. 필드버스에 연결되는 82C251이 멀티로 연결되어 상호간의 통신을 제어하도록 하였다.

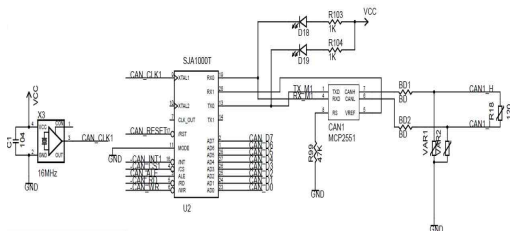


Fig. 9. PCA82C251 use CAN communication control circuit

3.2 실험결과

3.2.1 전기 및 전자파 시험

전자파 방사시험으로 주파수범위: 80MHz~1,000MHz, 진폭 변도: 80% AM(1KHz), 전계강도: 15V/m, 시험방법: IEC 61000-4-3의 기준에 따르며 전자파 내성시험으로 주파수범위: 150KHz~100MHz, 진폭 변도: 80% AM(1KHz), 전계강도: 130dB μV(3V), 시험방법: IEC 61000-4-6의 기준에 따라 시험하였다.

정전기 방사시험은 IEC 61000-4-2의 기준에 따르며 시험레벨은 2&3을 적용하였다. 과도현상 내성시험으로 IEC 61000-4-4의 기준에 따르며 시험레벨은 2을 적용하였으며 서지 내성시험으로 IEC 61000-4-5의 기준에 따르며 시험레벨은 3을 적용하였다.

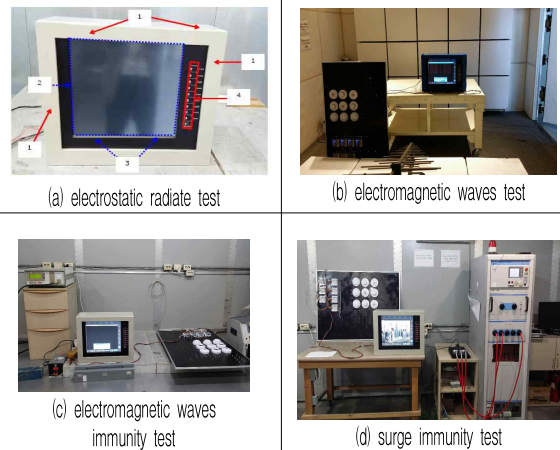


Fig. 10. Electrostatic & Electromagnetic waves test

3.2.2 진동시험

진동시험 항목 및 기준으로 공진 탐색 시험의 주파수 범위: 5~30Hz, 가속도: 1G 진동 내구시험으로 주파수: 10Hz, 속도: 1.4G, 시험 시간: 전후, 좌우 각 축당 2시간, 상하축 4시간 (총 8시간)으로 하였으며 진동 시험 장비로 진동시험기(V8-440-SPA56K)로 영국/LDS 제품으로 시험하였다.

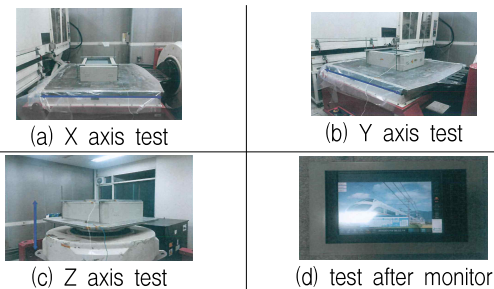


Fig. 11. X,Y,Z vibration test

3.2.3 HMI 터치 스크린 설계

Fig. 12는 고성능 지능형 복합수신기의 HMI Touch

screen에 적용한 화면으로 (a) 철도차량 조감도 (b) 철도차량 수신기의 메인 메뉴화면 (c) 시스템과 연동되어 있는 중계기의 입/출력을 시험할 수 있는 시스템 시험 (d) 수신기 내부에 있는 전원부 모듈의 제어, 모니터링을 할 수 있는 전원부 제어 등을 나타낸다.

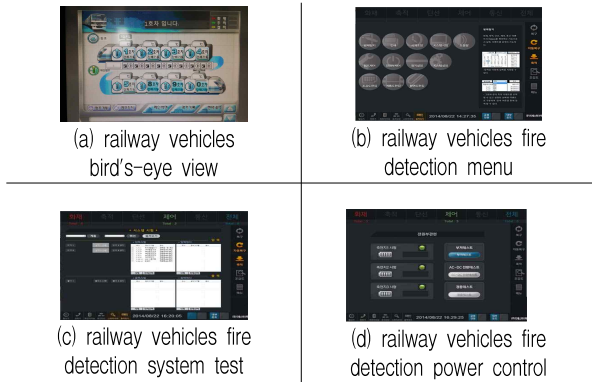


Fig. 12. HMI touch screen controller

4. 결 론

HMI Touch screen 방식을 적용한 철도차량 화재 수신기는 기존의 아날로그 방식의 화재 감지기와 다르게 감지기 화면에서 터치하여 신속하게 조작변경, 스위치 조작, 이벤트 데이터 등의 편리한 조작성과 화재 감지 센서와의 통신 및 소화설비와의 연계를 가능하게 하였다. 장점으로

- 다른 장치 조작 필요시 터치스크린에서 직접 조작 가능하며
- 화재 경보 발령이나 소화장치의 조작 등 다른 장치의 조작이 필요시 화면에서 바로 제어 동작의 실행가능
- 별도의 다른 제어 장치나 감시 장치 확장 및 제어 가능
- 철도차량 객차의 증감 자동 인식 통신 연계가능하다.

향후 개발된 복합화재 수신기와 IoT기술을 접목시켜 원격감시 복합화재수신기 개발이 필요하다.

References

- [1] Guidelines on Formulation of Fire Safety Requirements for New Railway Infrastructures, 2013.
- [2] Ian F.Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, "A Survey on Sensor Networks", IEEE Communications Magazine, August 2002.
- [3] Weiser, Mark, "Hot Topic:Ubiquitous Computing", IEEE Computer, pp. 71-72, October 1993.
- [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] G.W. Mulholland, "SFPE Handbook of fire Protection Engineering", National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002.

◇ 저자소개 ◇



박인덕 (朴仁德)

1969년 9월 15일생. 1999년 2월 명지대학교 전기전자대학원 졸업(석사). 2005년 2월 공주대학교 전기정보통신공학부 졸업(박사). 현재 대덕대학교 전기과 교수.



김 창 (金 昌)

1969년 9월 28일생. 2007년 2월 경남대학교 기계공학부 졸업(박사). 2015년 현재 (주)지에스하이텍연구소장.