

C-01

## 디지털 화재경보 시스템 개발에 관한 실험적 연구

김유식, 정광우\*

진주국제대학교 소방공학과 교수, (주) 탐 시스템 대표이사\*

### Experimental Study on the Development of Fire Alarm Digital System

Yoo Shik Kim, Kwang Woo Jung\*

#### I. 서론

새로운 21세기의 산업사회는 모든 재해 및 안전으로부터 완전한 신뢰가 있어야 하고, 또 완벽한 안전체계 하에 행복을 추구하는 복리 사회로 갈 수 있다고 본다. 오늘날 우리의 산업사회는 고도성장과 대규모화 및 집단화로 인하여 좁은 공간에 많은 사람이 모여 공동 사회를 만들어 나가는데 역시 안전이라는 것은 필수적이라 생각된다. 인류의 발전 역시 불의 발견과 연결되며 불에 대한 에너지의 효율적 관리와 직결되는 사항으로써 안전이라는 개념 역시 불이라는 영역을 도외시 할 수는 없다고 본다.

불의 관리가 잘되는 나라는 대체적으로 부강한 선진국으로 발전되어 있고, 그렇지 못한 나라는 개발도상국 및 후진국으로 전락되어 있음은 누구나 잘 알고 있다. 대체로 불의 관리 측면에서 볼 때 현대 산업사회와 소방이라는 학문은 매우 중요하다고 생각된다.

다중시설 및 특수시설에 있어서 경보설비는 화재가 발생한 경우 이를 관계자에게 자동 또는 수동으로 경보를 통하여 이상 징후를 미리 알릴 수 있도록 되어 있는 시설로서, 이는 자동화재탐지설비<sup>1),2)</sup>, 자동화재속보설비, 누전경보기, 비상경보설비, 가스누설경보설비 등으로 분류 할 수 있다<sup>3),4)</sup>.

자동화재탐지설비는 화재의 초기단계에서 발생하는 열 또는 연기를 자동으로 감지하여 건축물내의 관계자에게 음향으로 화재발생을 알리는 설비의 일체로서 열, 연기 또는 불꽃, 적외선 등에 의한 감지기, 발생장소를 명시하는 수신기, 발신기, 화재발생을 관계자에게 알리는 벨, 사이렌, 경종 등으로 구성되어 있고, 화재로부터 발생하는 인적, 물적 피해를 최소화하기 위하여 화재 초기부터 불을 신속하게 발견하여 피난의 개시를 빠르게 하고, 또 초기 소화의 태세를 확립하게 함은 물론, 관할 소방기관에 신속히 통보하여 소화방재 할 수 있도록 하기 위하여 설치되는 설비 있다<sup>5)</sup>.

기존 건축물에 설치하는 자동화재탐지설비의 종류로는 P형, R형, M형 등으로 대별하고 있으며, 최근 지하철 화재 등으로 인하여 경보설비의 중요성이 사회 각 분야에서 부각되고 있다. 특히 운송수단에 적용되는 대형 선박과 지하철 차량, 철도 차량 등에는 기존의

자동화재탐지설비 시스템으로는 여러 가지 문제점이 대두되고 있다<sup>6)</sup>.

따라서 이러한 시대에 요구에 의하여 새로운 개념의 간단하고 편리한 경보설비가 필요로 하고 있으며 시대적 요구에 부합하여 계속 연구가 되어 오고 있다. 지난 대구지하철 화재 대 참사 이후 이러한 시대적 요구는 국민적 정서에 의하여 운송 수단의 안전으로 발전하였고 누구나 필요로 하고 있는 사항이라 사료되며, 본 연구에서 도입하는 디지털 화재경보 시스템의 개발 역시 이 시대적 요구라고 생각된다.

## II. 연구내용

오랜 역사 속에 세계 각 나라에서는 지하철화재가 여러 번 있었으나 우리 나라 처럼 반복되는 인재로는 별로 없었다. 2003년 2월 대구지하철 화재 대 참사는 정말 이성을 가진 사람으로서는 도저히 상상할 수 없고, 생각할 수도 없는 사고가 벌어진 것은 정말 인재라고 판단할 수밖에 없다.

그러면 또 다른 대형 지하철 참사가 일어나면 우리는 어떻게 대처해야 할까를 고민하지 않을 수 없으며, 이러한 지하철 화재참사는 두 번 다시없어야 한다.

본 시스템은 부산 지하철2호선 전동차 내 화재감지시스템에 대한 예의 설명으로, 각 시스템 구성 및 각 장치에 대한 기능적, 기구적 설명과 그에 대한 검사 및 시험 방법을 포함하여 설명한다.

### 2.1 시스템

#### 2.1.1. 시스템 개요

본 시스템은 8개의 디지털화재감지를 각 차량에 설치하여 화재 발생시 이를 신속히 감지하여 현재의 연기농도 값 및 온도 값을 RS-485 방식으로 각 차량에 설치된 메인컨트롤러로 전송하며, 이는 TC차량의 운전실에 설치된 모니터링 콘트롤러에서 운전사가 이를 쉽게 인식하도록 모니터링 소프트웨어에서 그래픽화면과 동시에 경보음이 울리도록 한 시스템이다. 화재가 발생치 않을 때에도 상시 각 객차의 연기와 온도를 모니터링 할 수 있으며, 모니터링 소프트웨어에 의하여 상시 오동작 메인컨트롤러와 감지기를 감시한다.

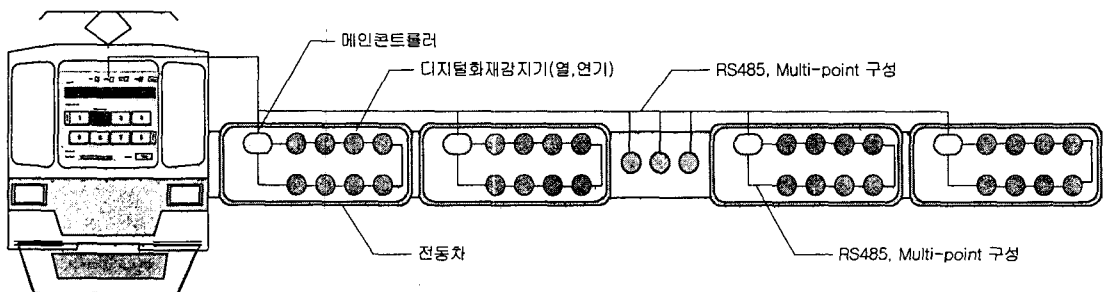


Fig. 1. 디지털화재감지기 설치 구성도

2.1.2 시스템 동작

시스템 동작은 먼저 선두차 인식 신호로 TCR 접점을 사용하여 B접점이 되면 선두 차로 인식하여, 인식된 모니터링 콘트롤러에서 메인콘트롤러의 ID를 호출, 호출된 메인콘트롤러는 내부의 8개의 디지털화재감지기의 ID를 차례로 호출하여, 각 감지기에서 검출된 값을 약속된 패킷 형식으로 구성하여 메인콘트롤러로 전송하게 된다.

전송된 패킷은 다시 메인콘트롤러를 거쳐 모니터링 콘트롤러로 전송하게 된다. TCR-A 접점의 모니터링 콘트롤러는 스크린 세이브 상태가 된다.

2.1.3 객차 1량당 8개의 감지기로 설치 구성

1) 설치 구성의 배경

지하철 차량의 화재는 두 가지 경우로 방화인 경우와 내부적 발화로 인하여 발생하는 실화로 생각 할 수 있다. 먼저 내부적 발화는 전기 누전 등에 의하여 발생하는 경우이나, 철도 차량 기준에 적합한 자재의 사용과 상시 점검이 이루어지는 지하철 차량 관리 특성 상 그 확률은 매우 낮은 편으로 이에 따른 화재 사고 또한 보고되지 않고 있다.

두 번째 경우인 방화에 의한 화재는 대구 지하철 사건으로 볼 수 있듯이 그 가능성이 매우 높다. 또한 쉽게 뉴스에서 건물 혹은 차량에 대한 방화 사건을 접하고 있다. 따라서 감지기의 설치 목적인 보다 빠른 감지를 위하여 방화에 의한 사건인 경우에 주로 화염병과 같은 인화 물질을 투척하여 이루어짐으로 이에 따른 투척 동선을 통하여 설치위치를 설정하며, 기본적으로 화재감지시스템은 가장 단 시간에 화재를 감지하여 신속한 대처가 가능하도록 하기 위하여 직접적으로 화점 감지 거리 내에서 차량 내부 전체가 감지 되도록 한다.

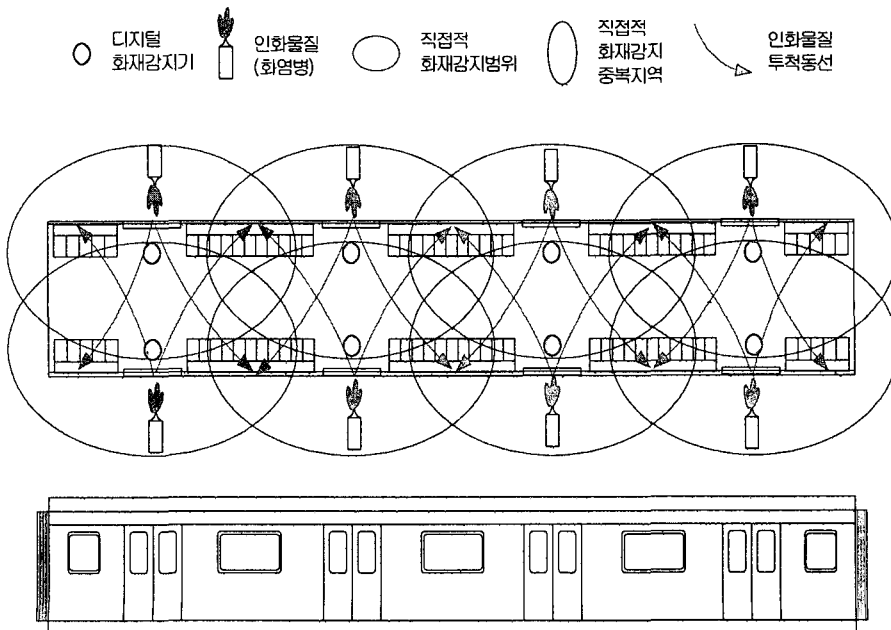


Fig. 2. 디지털화재감지기 설치구성과 감지원리

### III. 결과 및 고찰

#### 3.1 모니터링 설명

모니터링 컨트롤러의 화면은 크게 두 가지로, 메인화면과 차량화면으로 이루어지며, 상태는 정상, 확인, 주의, 화재로 각각 녹색, 노랑, 분홍, 빨강의 색으로 구분 할 수 있게 이루어졌다. 모니터링 컨트롤러는 터치 스크린 방식을 적용하여 터치에 의하여 각 기능을 동작시킬 수 있다.

모니터링 소프트웨어는 화재판단치 이외의 관리치를 설정할 수 있다.

- ① 화재판단치:감지기에서 화재로 판단하기 위한 수치로써 통상 아래와 같다. 연기농도 : 6.6%/m당, 온도 : 80℃
- ② 관리치 : 차량내의 일상 생활에서 발생되기 힘든 수치를 말하며, 화재 판단치 보다 낮게 설정하여 화재 판단이전에 신속히 비상상태를 확인하며, 감지기의 오동작을 체크하기 위한 수치이다.(공단과 협의 하에 수치 결정)

또한 기본적으로 화재 판단의 정확성을 높이기 위하여 중복 검출에 의한 주의 및 화재 상태를 나타내었다.

##### (1) 메인화면

메인화면은 전체 상태와 각 량의 상태를 색상으로 확인할 수 있는 화면이다.

- 동작/중지 버튼: 모니터링 컨트롤러의 기능을 동작/중지 시킬 수 있는 버튼
- 경보음 On/Off : 경보음을 On/Off 시킬 수 있는 버튼
- 전체 경고 : 구성된 메인컨트롤러와 감지기중 어느 하나라도 확인, 주의, 화재 상태가 되면 전체 경고의 상태에 표출 된다.
- 차량 상태 : 각 량의 상태를 알려주는 기능과 차량화면으로 전환하는 기능을 가진 버튼이다. 각 량의 어떠한 감지기라도 확인, 주의, 화재 상태가 되면 차량 상태에 색으로서 표시되며, 차량 내부의 온도 평균이 표출된다.
- 통신 상태 : 현재 전송되고 있는 통신 패킷을 표출한다.

##### (2) 차량화면

차량화면은 아래의 그림과 같이 각 차량의 내부의 감지기의 상태와 상태값을 확인 할 수 있다.

- Main 버튼 : 메인화면으로 전환 시킬 수 있는 버튼이다.
- 경보음 On/Off : 메인화면의 버튼 기능과 같다.
- 차량상태 : 각 차량의 상태를 보여 주며, 만약 메인 화면에 1번량을 선택하여 차량화면으로 전화 되었다면 1번량 버튼은 점멸 형태가 된다. 이 상태에서 다른 량을 누르면 메인화면을 거치지 않고 다른 량의 차량화면으로 전환된다.

· 감지기상태 : 감지기의 상태를 색상으로 표현하며, 각 감지기의 연기농도 값과 온도 값을 표출한다<sup>11)</sup>.

① 확인 상태 : 노란색으로 표현된다.

· 메인컨트롤러 통신이 불가능한 경우 통신불능 표시.



Fig. 3. 모니터링 소프트웨어 차량 확인화면

② 메인컨트롤러 혹은 디지털화재감지기가 통신이 불가능한 경우 통신불능 표시.

③ 한 객차 내에서 디지털화재감지기중 하나의 감지기가 판리치를 초과한 경우.

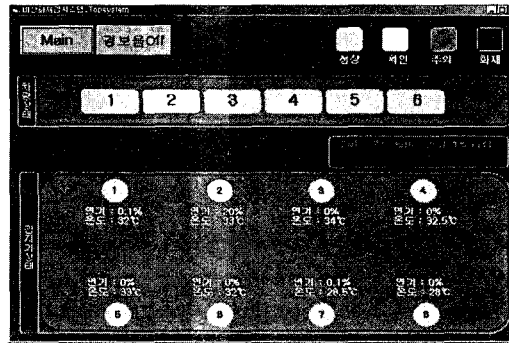


Fig. 4. 모니터링 2번 차량 확인화면



Fig. 5 자동화재탐지설비 & 디지털 화재경보 시스템과의 비교실험

### 3.2. 디지털 화재경보 시스템과 기존 시스템과의 비교 실험

본 실험은 기존의 아날로그 방식의 자동화재 탐지설비와 탐시스템의 인텔리전트 시스템 방식과의 비교로 화재감지기의 응답특성과 오동작으로 인한 여러 가지 사항을 개선하기 위하여 열감지기(차동식)와 연기감지기(이온화식, 광전식)에 대하여 각각 비교 실험을 하였다.

- 1) 각 Parameter에 대해 5회씩 반복 실험을 하였다.
- 2) 열감지기의 열원은 구획된 실험공간에 4개의 양초를 이용하였다.
- 3) 차동식 열감지기와의 비교 시 실험조건에 따라 약간의 차이는 있으나 평균 2분 13초가 소요되었고 탐시스템의 인텔리전트 시스템은 23초로 약 1/7에 가까운 아주 빠른 응답성을 보였다.
- 4) 연기감지기의 경우 구획된 실험공간에 담배 및 향(2~4개)을 이용하였다.
- 5) 연기감지기의 실험에서 D사의 이온화 감지기는 28초에 응답성을 보였고 (주)탐시스템의 인텔리전트 시스템은 19초로 연기감지기도 빠른 응답성을 나타냄을 알 수 있었다.
- 6) 연기감지기중 L사의 광전식 연기감지기와의 반복 실험한 결과 L사의 광전식 연기감지기는 평균 37초에 응답성을 보여고 연기감지기(광전식)의 비교실험에서도 자체 개발한 디지털 화재경보 시스템이 빠른 응답성이 나타남을 확인할 수 있었다.

## IV. 결론

본 연구에서는 향후 체계적인 운영 및 관리를 위하여 시스템을 디지털방식으로 하였고, 화재감지기의 개발과 관련된 연구 분야와, 실보 및 비 화재보를 줄이기 위한 기술적인 접근 및 제도적인 결과 감지기 관련기술 연구개발과 운송시설, 일반 구조물에 대한 정확한 예방대책 및 특수구조물과 새로운 시스템에 대한 예방책 등을 고려하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 열 및 연기감지기의 설치 개수와 기존 감지기들의 진동 및 지하차량 운전상 발생할 수 있는 문제점을 최대한 보완하였고, 또한 열 및 연기감지기의 미적 공간적 요소를 감안하여 일체형 감지기로 개발하였다.
2. 중첩 원리를 이용함으로써 오보 및 실보에 대한 판단 능력이 기존 자동화재 탐지 시스템보다 뛰어나고, 또한 화재에 따른 자동화재 탐지설비의 기능 파악이 우수하며 메인 메뉴에 따른 스크린 터치형이라 조작이 간편하여 초보자도 쉽게 제어 할 수 있다.
3. 운송 및 철도차량에 설치되는 감지기는 주위의 열 및 연기유동을 고려하여 감지기의 감지능력과 설치 시 중첩 원리를 적용해 볼 때 간격은 2m의 거리가 효과 적으로 나타났다고, 열의 순간적인 온도 변화와 연기 변환 농도 값을 실시간 확인할 수 있다.
4. 일반 아날로그 자동화재탐지설비는 시스템의 설치 환경 및 장소에 따라 발생할 수

있는 여러 가지의 이상현상 및 오동작에 대한 대처방법은 전무하나 디지털 화재경보 시스템은 대응성과 응답특성이 우수하여 시스템의 설치 상 발생할 수 있는 문제점들을 보완할 수 있다.

5. 특히 디지털 화재경보 시스템은 지상 및 지하가의 온도, 습도, 유속(풍속) 등으로 인하여 환경변화가 예상되는 지하철 역사와 냉.난방이 빈번한 지하차량 및 철도차량 등의 적용에 타 시스템보다는 변화에 대한 응답성이 우수하여 경보설비의 안전성이 확보된다.

## 참고문헌

1. 홍성호, 김두현 “열방출율을 이용한 열감지기의 오동작 경계값 분석” 한국화재소방학회, 제17권 제3호 (2003)
2. 이복열, 정길순, 이병곤 “이온화식 연기감지기의 기류응답특성 연구 ” 한국화재소방학회, 제17권 제2호(2003)
3. 보수교육교본 “경보설비의 구조원리” 한국소방안전협회(1997)
4. 최만형 “자동화재탐지설비의 비 화재보와 실보에 관한 고찰”, 한국화재소방학회지. Vo14 No.2, pp.45-56(1990)
5. 중앙소방학교 “제9회 소방행정연찬대회” 우수연구논문집(1996)
6. M. Thuillard, "New Method for Reducing the Number of Fales Alarms in Fire Detection system", Fire Technology, Sccond Quarter, pp.250-268,(1995)
7. J. A. Mike, "Analysis of Signature Patterns for Discriminating fire Detection with Multiple Sensors", Fire Technology, Second Qusfter, pp.121-136,(1995)
8. Bok-Young Lee, Kil-Sun Jung, Byung-Kon Lee "A Study on Response Characteristics of Ionization Smoke Detector Influenced by Air Stream" T.of Korean Institute of fire Sci.& Eng., Vol.17.No2. pp.6-9(2003)
9. 김유식, 정광우 “디지털화재경보시스템개발에 관한 연구” 행정자치부 중앙소방학교 연구논문집 제13호 pp.271-292,(2003)
10. T. J. Mcavoy, "Using Multivariate Statistical Methods to Detect Fire", Fire Technology, First Quarter, pp.6-23,(1996)
11. J. W. Parker, "Change in Science and Standards Open Door to High-Tech Detection", NFPA Journal, september/October, pp.42-47,(1995)
12. Sung-Ho Hong "An Analysis of false Alarm Threshold value by Heat detector using heat release rate" T.of Korean Institute of fire Sci.& Eng., Vol.17 No.3 pp.26-30,(2003)