

## 재래식 화재감지기와 P형 수신기에 대한 화재위치검출 및 신뢰성 개선

(Detection of Fire Location And Reliability Improvement of the Conventional Fire  
Detector and P-type Receiver)

지승욱\* · 김시국 · 양승현 · 이재진 · 김필영 · 이춘하\*\*

(Seung-Wook Jee · Shi-Kuk Kim · Seung-Hyun Yang · Jae-Jin Lee · Pil-Young Kim · Chun-Ha Lee)

### Abstract

Automatic fire alarm system is set up to automatically detect fire on buildings. Because of economic reasons, P-type receiver and a conventional type fire detector is normally used for automatic fire alarm system in Korea. Because early detection of fire is regarded as important, the need of finding technique of fire location increases.

This paper is studied a method to improve a reliability and add a function of fire location detection on a conventional type fire detector and P-type receiver. Fire location is detected by a method that controller attached on the receiver and the detector is read with a time lag. A reliability of fire detection alarm system is improved with a method that false fire alarm is able to decrease using two different principle detector together. This paper is studied for basic data of improvement of low-cost addressable automatic fire alarm system.

Key Words : Fire Alarm System, Fire Location, Fire Detector, P-type Fire Receiver

### 1. 서 론

근래 들어 고층화 되고 대형화된 복잡한 건축물들이 증가하면서 각종 재해에 대비한 설비들도 새로운 요구에 직면해 있다. 자동화재탐지설비는 이들 재해들

중 화재발생을 자동적으로 감지하여 관계자에게 통보하는 설비로서 감지기, 수신기, 벨 및 음향장치, 배선, 전원 등으로 구성되어 있다[1-2].

건축물관리자의 편리성과 화재감지의 신속성을 위해 기존의 자동화재탐지설비에도 추가로 요구되는 사항이 있다. 정확한 화재발생장소의 표시와 신뢰성 향상이 그것이다.

아파트, 재래시장, 고시원, 노래방, 모텔 등 건물구조가 복잡한 곳에서 화재가 발생되면 기존의 P형 수신기는 경계구역만 표시함으로써 화재위치를 찾는 데 많은 시간이 소요되었고 초동대처에 실패하는 사례도

\* 주저자 : 호서대학교 소방방재학과  
\*\* 교신저자 : 호서대학교 소방방재학과 교수  
Tel : 041-540-5732, Fax : 041-540-5728  
E-mail : leecha@hoseo.ac.kr  
접수일자 : 2010년 12월 15일  
1차심사 : 2010년 12월 28일, 2차심사 : 2011년 2월 11일  
심사완료 : 2011년 3월 2일

많았다. 또한 비화재보 발생 시 동작된 감지기를 확인하기 위해 많은 시간이 소요됨으로써 발생하는 경제적인 피해를 줄이기 위해 심지어 수신기를 정지시킨 사례들이 보도되고 있다. 이에 정확한 화재발생장소의 표시가 요구되고 있다. 화재발생장소의 표시는 R형 수신기와 아날로그 감지기를 사용함으로써 해결할 수 있지만 기존설비에 비해 20배 이상의 경제적인 부담으로 보편화에 걸림돌이 된다. 일례로 한국소방산업기술원에서 2009년 검정에 합격한 R형 수신기(R형, R형 복합식, GR형 복합식)는 2,070대로 검정에 합격한 전체 수신기 44,346대 중 4.7%도 넘지 못한다. 특히 스포트형 감지기 5,823,401개 중 아날로그 감지기는 불과 0.47%인 27,537개에 불과 하다[3-5].

한편 비화재보 감소는 2개 이상의 서로 다른 센서를 이용하여 화재를 감시하고 이에 대한 정보를 수신기로 보내음으로써 현재의 아날로그 감지기와 유사한 방법으로 연구되고 있다. 이 때문에 경제적인 문제점이 예상된다[6].

이에 본 연구는 기존에 사용 중인 P형 수신기와 재래식 감지기를 이용하여 화재감지는 물론 화재발생 위치까지 정확하게 표시할 수 있는 방법에 대하여 다루었다. 또한 화재 검출원리가 서로 다른 두 개의 재래식 감지기를 동일 장소에 설치하고 이로부터 화재를 검출함으로써 신뢰성을 향상시키고자 하였다.

## 2. 기존의 자동화재탐지설비 분석

감지기란 화재시 발생하는 열 또는 연기생성물을 자동으로 감지하여 화재 신호를 선로를 통하여 수신기로 전송하는 장치이다. 재래식 감지기가 수신기로 전송하는 신호는 정상상태신호와 화재신호의 두 가지이다. 검출원리에 따라 열식, 연기식, 기능상으로 차동식, 분포식, 열효과와 이용방법에 따라 스포트형, 분포형, 연기감응 원리에 따라 이온화식, 광전식 등으로 분류된다. 우리나라는 일반적으로 스포트형(정온식, 차동식, 보상식) 감지기, 차동식 분포형 감지기, 이온화식 및 광전식 감지기들이 P형 수신기와 함께 사용된다 [1-3, 7].

감지기는 그림 1과 같이 P형 수신기의 표시선과 공

통선 사이에 병렬로 접속된다. 한편 공통선은 7개 경계구역 당 1개 이상으로 결선된다[1].

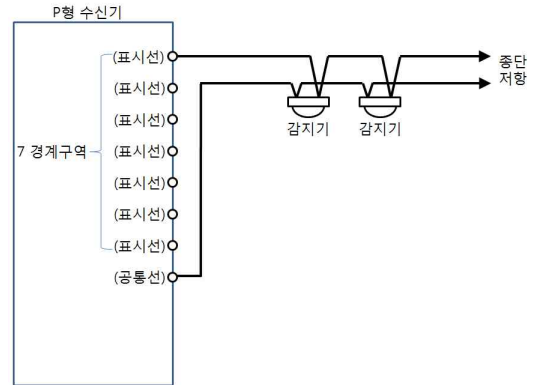


그림 1. 화재감지기와 P형 수신기 사이의 회로연동  
Fig. 1. Circuit connection between fire detector and P-type receiver

P형 수신기가 감지기나 발신기로부터 발하여진 신호를 직접 또는 중계기를 통해 공통신호로 수신하는데 비해, R형 수신기는 각 제조사별로 고유신호로서 수신되는 차이가 있다. 이 고유신호는 다중전송방식(Multiplex communication)을 이용하기 때문에 P형 수신기에 비해 회선수를 절감할 수 있고, 경계구역의 증설이 용이하다는 장점이 있다. 또한 R형 수신기는 주위온도나 연기 농도에 따라 각각 다른 전류 혹은 전압값 등의 출력을 발할 수 있는 아날로그 감지기와 함께 사용될 경우 오손정보, 저감도 경보 등을 고유의 번호(Address)에 의해 수신기에서 순차적으로 검색할 수 있기 때문에 화재위치 검출을 비롯하여 신뢰성을 크게 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 다만 원리와 구조가 복잡하여 수리나 보수가 어렵고 제품가격이 고가여서 우리나라의 경우 일부 대형 빌딩에만 사용되고 있다[1-3, 8].

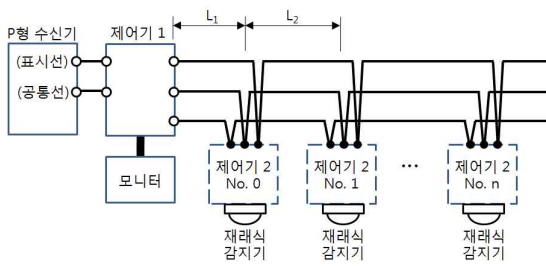
## 3. P형 화재탐지설비 화재위치 검출

현재 우리나라에서 가장 널리 쓰이고 있는 P형 수신기, 재래식열감지기 및 재래식연기감지기로 이루어진 자동화재탐지설비에 화재위치 검출 기능을 추가하기 위해 그림 2 (a)와 같이 P형 수신기와 재래식 감지기

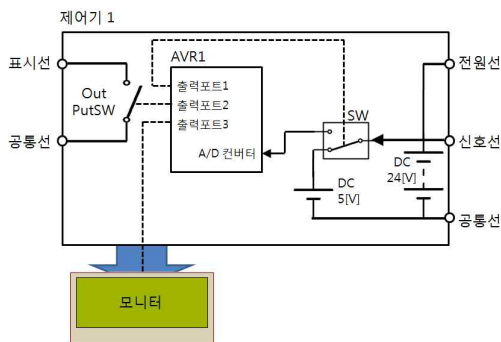
사이에 제어기1과 제어기2를 설치하였다.

P형 수신기의 표시선과 공통선에서 나온 두 선은 각각 제어기1의 표시선과 공통선으로 연결하였으며, 제어기1로부터 나온 3선(그림 2 (b)의 전원선, 신호선, 공통선)에 각각 재래식 감지기가 연결된 제어기2들을 병렬로 접속하였다.

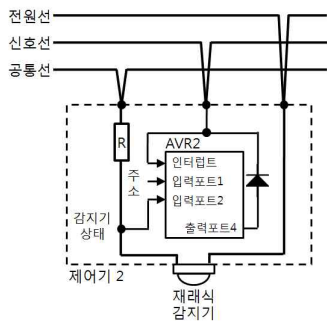
제어기1과 제어기2는 각각 AVR 마이크로컨트롤러 (Atmel, ATmega128)를 이용하여 그림 2 (b) 및 (c)와 같이 구성하였다. 제어기1은 그림 2 (b)와 같이 전원선



(a) Experimental setup diagram



(b) Diagram for Controller 1



(c) Diagram for Controller 2

그림 2. 자동화재탐지설비 성능 개선을 위한 실험 배치도  
Fig. 2. Setup diagram for performance improvement of automatic fire alarm system

과 공통선 사이에 DC 24[V]가 연결되어 있으며, 신호선과 공통선 사이에 DC 5[V]와 SW가 직렬로 연결되어 있다. AVR1의 출력포트1을 통해 SW를 제어함으로써 신호선을 A/D 컨버터와 연결할 수 있다. 표시선과 공통선 사이에는 AVR1의 출력포트2를 통해 제어되는 OutPutSW가 연결되어 있으며, 출력포트3을 통해 모니터가 제어되고 있다.

그림 2 (c)와 같이 신호선은 AVR2의 인터럽트 포트와 연결되어 있으며 8비트 디프스위치를 통해 주소값이 입력포트1로 입력된다. 전원선과 공통선 사이에 저항 R과 재래식 감지기가 서로 직렬연결되어 있으며, R에 인가되는 전압이 AVR2의 입력포트2로 입력된다. AVR2의 출력포트4는 다이오드를 거쳐 신호선과 연결되어 있다. 한편 제어기1과 제어기2는 그림 3의 타임차트와 같이 동작되고 있다.

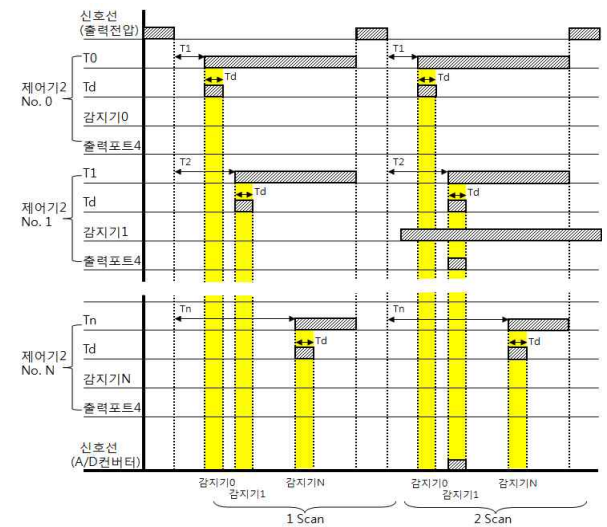


그림 3. 그림 2 (a) 회로에 대한 타임차트  
Fig. 3. Time chart diagram of circuit at Figure 2 (a)

먼저 SW가 DC 5[V]에서 A/D 컨버터 쪽으로 전환되면 신호선에는 5[V]에서 0[V]로 하강에지가 생기고 제어기1은 제어기2로부터 신호를 받아들일게 된다.

제어기2는 입력포트1로부터 자신의 주소를 읽어 들이고 제어기1에서 발생한 하강에지는 신호선과 연결된 제어기2의 인터럽트포트를 통해 읽게 된다. 하강에지를 기준으로 자신의 주소에 해당하는 만큼의 시간

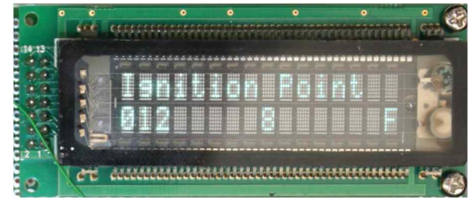
Tn을 기다린 후 감지기의 상태에 따라 Td 시간만큼 5[V] 혹은 0[V]를 출력포트4(제어기2(No.N)의 출력포트4=감지기N · Td)를 통해 신호선으로 출력하게 된다. 한편 제어기1은 하강에지가 발생한 이후 미리 설정된 시간 간격에 따라 순서대로 신호선의 상태를 읽게 됨으로써 화재를 감지한 재래식 감지기의 위치를 알게 된다. 제어기1은 화재를 감지하게 되면 출력포트 2를 통해 OutPutSW를 제어하여 P형 수신기에 화재 신호를 보내고 출력포트3을 통해 모니터로 동작 중인 재래식 감지기의 번호를 출력하게 된다. 그림 3의 경우 2번째 스캔부터 감지기1이 작동 중인 것을 알 수 있다.

각 제어기2의 주소는 8개의 덤스위치를 이용하여 16진수로 입력하였으며, 0번에서 시작하여 f번까지 모두 16개의 제어기2가 사용되었다. 제어기1과 첫번째 제어기2 사이의 거리(그림 2 (a)의 L1)는 600[m], 각각의 제어기2간 거리(그림 2 (a)의 L2)는 10[m]이며, IV 1.6[mm]로 결선하여 실험을 수행하였다.

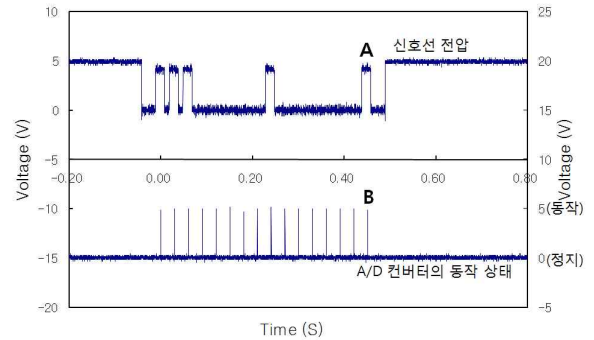
그림 4는 0, 1, 2, 8, f번에 부착된 열 또는 연기감지기에 각각 열감지기 현장점검용 테스터기와 연기감지기 현장점검용 테스터기를 사용하여 화재발생을 모의한 결과를 보여준다.

(a)는 LCD 모듈(그림 2 (b)의 모니터)에 출력된 내용을 보여주며, (b)는 오실로스코프를 이용하여 측정된 신호선의 전압과 A/D 컨버터의 동작상태를 보여준다. 그림 4 (b)에서 펄스 'A'는 제어기1에서 750[m] 떨어진 제어기2(No. f)가 보내온 신호이며, 펄스 'B'는 이 신호를 A/D 컨버터가 읽는 순간이다. A/D 컨버터는 750[m] 거리에서 보내온 신호도 안정적으로 인식하였다. 또한 매우 짧은 시간동안 동작하며 다음 동작까지 30[ms]의 간격을 가지기 때문에 감지기 16개를 모두 스캔하는데 480[ms]가 소요되었다. 이는 5[s] 이내에 화재를 검출하게 하는 수신기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0301)도 충분히 만족하는 수치이다.

그림 5는 모의 프로그램인 프로테우스(Proteus 7 Professional)에서 도출된 결과를 보여준다. 시뮬레이션에 사용된 제어기 2의 수는 64개 이고 0, 15, 20, 40, 63번째 감지기를 동작시킨 후 관측하였다. 그림 5 (a)

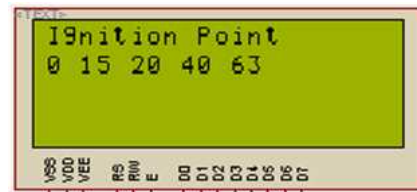


(a) Information for ignition position from the monitor

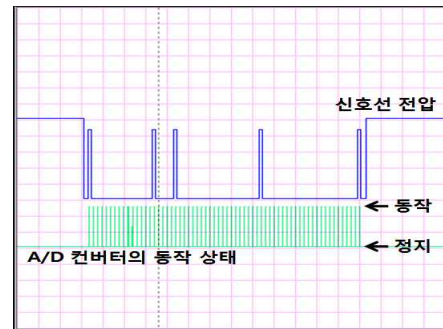


(b) Operated condition of A/D converter

그림 4. 16개 감지기에 대한 화재위치검출 실험 결과  
Fig. 4. Experiment result of detection of ignition point for 16 fire detectors



(a) Information for ignition position from the monitor



(b) Operated condition of A/D converter

그림 5. 64개 감지기에 대한 화재위치검출 실험 시뮬레이션 결과  
Fig. 5. Simulation result of detection of ignition point for 64 fire detectors

는 제어기1에 연결된 모니터의 모습을 보여주고, (b)는 신호선의 전압파형을 보여주고 있다.

#### 4. P형 화재탐지설비 신뢰성 개선

연기감지기는 화재의 조기발견에 유리하지만 먼지, 가루, 수증기 등에 반응한다. 한편 열감지기는 히터나 공조기 등에 의해 비화재보를 발하는 것으로 알려져 있다[1]. 그림 6은 P형 수신기와 재래식 감지기로 이루어진 자동화재 탐지설비에 화재위치 검출뿐만 아니라 비화재보를 줄임으로써 신뢰성을 향상시키기 위해 그림 2 (c)의 제어기2를 수정한 모습을 보여준다.

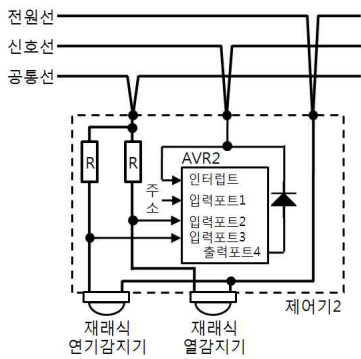


그림 6. 자동화재탐지설비 신뢰성 향상을 위한 제어기 2의 개략도

Fig. 6. Diagram of Controller 2 for reliability improvement of automatic fire alarm system

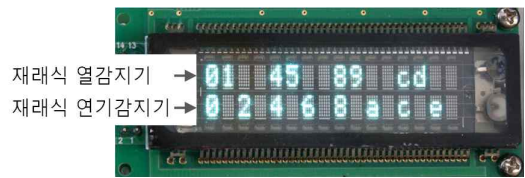
하나의 제어기2에 재래식 연기감지기와 재래식 열감지기를 연결하고, 이들 각각에 대한 동작 상태를 제어기1로 전송하도록 프로그램하였다. 실험에서 제어기2는 0부터 f까지 16개가 사용되었으며, 제어기1로부터 첫 번째 제어기2까지 거리는 600[m], 제어기2간의 거리는 10[m]로 하였다.

그림 7은 제어기2 중 0, 4, 8, c 번의 경우 재래식 열감지기와 재래식 연기감지기가 모두 동작하도록, 1, 5, 9, d 번의 경우 재래식 열감지기만 동작하도록, 2, 6, a, e 번의 경우 재래식 연기감지기만 동작하도록, 3, 7, b, f 번의 경우 두 감지기 모두 동작하지 않도록 설정한 후 실험한 결과를 보여준다.

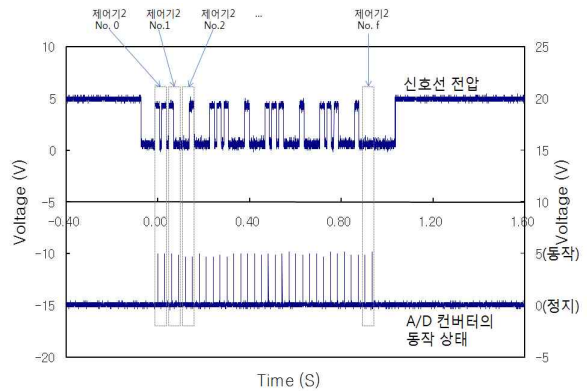
그림 7과 같이 제어기1의 모니터를 보면 16개의 제

어기2에 연결된 32개의 재래식 감지기의 상태가 정확하게 표시된 것을 알 수 있다.

각각의 제어기2로부터 읽어 온 2개의 재래식 감지기 상태를 바탕으로 2개의 감지기 모두 화재를 검출한 경우에만 P형 수신기로 화재 신호를 발하고, 1개의 감지기만 화재를 검출한 경우에는 관리자에게만 경보를 발하도록 제어기1을 설정하였다. 이에 대하여 비화재보의 주요 원인 중 하나로 알려져 있는 담배연기와 열풍기로 각각 화재검출실험을 수행한 결과 두 가지 경우 모두 관리자에게만 경보를 발함으로써 비화재보를 줄일 수 있었다.



(a) Information for ignition position from the monitor



(b) Operated condition of A/D converter

그림 7. 화재위치검출 및 신뢰성 향상을 위한 실험결과  
Fig. 7. Experiment result for detection of ignition position and performance improvement

#### 5. 결 론

본 논문은 현재 우리나라에서 가장 보편적으로 사용되는 자동화재탐지설비인 P형 수신기와 재래식 감지기에 대하여 화재발생위치검출 및 신뢰성 향상을 위한 내용을 다루고 있다.

첫째, 기존에 사용되던 수신기와 감지기 사이에 제어기들을 사용하여 각 감지기의 상태를 읽어 들임으로써 화재발생 유무 및 발생 위치까지 검출하였다. 검출된 화재 위치는 제어기1의 모니터를 통해 표시하였고, 화재경보는 수신기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0301)에서 정하고 있는 시간 이내에 수신기를 통해 발할 수 있었다.

둘째, 제어기2에 서로 다른 2종의 재래식 감지기를 연결하고 이 두 감지기의 상태를 제어기1로 전송하였다. 제어기1은 제어기2로부터 수신한 2개의 감지기 상태에 따라 화재와 비화재를 구별하도록 하였다. 비화재보의 원인이 되는 담배연기와 열풍기에 대하여 적용한 결과 비화재보를 구별하였다.

본 논문의 결과인 제어기1과 제어기2는 각각 P형 수신기와 재래식 감지기에 내장시킬 수 있다. 또한 직류 전력선통신방식을 이용하여 수신기와 감지기 사이의 선로수를 2선으로 줄이게 되면 기존의 설비에서 수신기와 감지기만 바꿈으로써 저비용으로 화재위치검출이 가능한 P형 자동화재탐지설비를 구축할 수 있다.

**감사의 글**

본 논문은 소방방재청에서 지원하는 2010년 재난안전기술개발기반구축사업(kfi2010-산자-001)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

**References**

[1] 백동현, “소방전기 시설론”, 동일출판사, pp.25-191, 2007.  
 [2] 국가화재안전기준, “자동화재탐지설비의화재안전기준(NF SC 203)”, 소방방재청, 2008.  
 [3] 김종태,홍세권,유영신,정해성, “아날로그 주소형 감지기와 자동화재탐지 시스템의 설계 및 구현사례에 대한 고찰”, 한국화재소방학회 논문지, Vol. 24, No. 4, pp. 1-11, 2010.  
 [4] 김시국,지승욱,이춘하,양승현,이재진,김필영, “주소형화재 감지기의 필요성에 관한 연구”, 한국화재소방학회 2010년도 추계학술발표회 자료집, pp. 175-179, 2010.  
 [5] 한국소방산업기술원 사이버자료실 통계자료, [http://www.kfi.or.kr/data/state\\_list.asp](http://www.kfi.or.kr/data/state_list.asp), 2009.  
 [6] 손영진,이영일,이상현, “자동화재탐지설비의 신뢰성 개선에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol. 22, No. 4, pp. 42-49, 2008.  
 [7] 한국소방산업기술원, “감지기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0301)”, 소방방재청고시 제2005-89호, 2005.

[8] 한국소방산업기술원, “수신기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0304)”, 소방방재청고시 제2005-89호, 2005.

◇ **저자소개** ◇



**지승욱(池昇昱)**  
 1971년 12월 27일생. 1995년 영남대 전기공학과 졸업. 2005년 동 대학원 졸업(박사). 현재 호서대학교 소방방재학과 출강.



**김시국(金時國)**  
 1981년 3월 24일생. 2007년 호서대 소방학과 졸업. 2007년 동 대학원 졸업(석사). 현재 동 대학원 박사과정. 소방전기 및 화재조사 연구실 실장.



**양승현(梁承玄)**  
 1973년 3월 22일생. 2000년 호서대학교 전자공학과 졸업(석사). 2007년 호서대학교 전자공학과 졸업(박사). 현재 (주)에쎬테크놀로지 기술이사.



**이재진(李在眞)**  
 1970년 2월 20일생. 2004년 충주대학교 전자공학화 졸업. 2000~2009년 (주)유일산업전자 연구소장. 현재 (주)태산전자 연구소장.



**김필영(金必榮)**  
 1961년 5월 5일생. 현재 (주)태산전자 대표이사.



**이춘하(李春夏)**  
 1953년 10월 20일생. 1979년 영남대 전기공학과 졸업. 1995년 동 대학원 졸업(박사). 1985~1994년 한국기계연구원 실장. 2005~2006년 미국 Worcester 공과대학 객원교수. 2006~2008년 전국대학 소방학과 교수협의회 회장. 현재 한국화재소방학회 회장. 방폭기술연구회 회장. 호서대학교 소방방재학과 교수.