

# 열 · 전류 감지기를 이용한 전기화재감지시스템

김두현<sup>†</sup> · 김성철

충북대학교 안전공학과

(2007. 2. 9. 접수 / 2007. 6. 15. 채택)

## Electrical Fire Detection System using Temperature and Current Detectors

Doo-hyun Kim<sup>†</sup> · Sung-chul Kim

Department of Safety Engineering, Chungbuk National University

(Received February 9, 2007 / Accepted June 15, 2007)

**Abstract** : This paper presents the development of an electrical fire detection system using digital temperature and current detectors in order to sound for electrical fire in advance. As the demand for electricity is increasing and industrial facilities are getting more complex and larger in size, the losses of human life and property are on the increase by electrical fires. In order to prevent electrical fires, it is required to find out fire signatures, or electric signal of the overcurrent and overheating. Therefore, in this paper, developed is an electrical fire detection system based on the detection of signal for overcurrent and overheating to prevent electrical accidents in advance that happen in electrical wires. The developed system gives an alarm by computer monitor, speaker system and mobile phone before electrical fires occur and give severe damages to human beings and properties, and the system can be implemented and supplied for business and residential buildings at a low price. The usefulness and validity of the system, also, verified in this paper by case study and experiments.

**Key Words** : electrical fire detection system, temperature and current detectors, fire signatures

### 1. 서 론

최근 급속한 산업사회의 발전과 생활수준의 향상으로 전기에너지의 증가 및 가전기기의 대형화가 지속적으로 진행되고 있는 추세이다. 이에 따른 부하의 급격한 증가로 인해 국내 전기화재의 15년간(1991~2005년)의 전기화재 발생 추이를 보면 1991년에 6,160건, 37.4%와 비교하여 2001년에는 전기화재 건수가 약 2배 증가한 12,300건으로 점유율은 34%로 나타나고 있다. 전기화재는 안전의식 향상으로 2005년에는 점유율이 30%로 감소하였지만 여전히 전체 화재에서 많은 부분을 차지하고 있다. 즉, 최근에는 전기화재 예방을 위한 많은 노력으로 전체 화재에 대한 전기화재의 비율은 점차 감소하고 있는 것으로 나타났지만 여전히 높은 비율을 차지하고 있다. 특히 전기화재 원인별 화재발생현황(1992~2001년)은 합선이 71.4%였고, 다음으로 과부하에 의

한 화재가 7.3%를 차지하였다. 또한 열적인 면에서는 기기발열이 6.1%, 접촉부과열이 2.7%, 발열전도가 0.9%로 나타났으며 스파크로 인한 화재는 3.1%로 나타났다<sup>1)</sup>. 또한 과부하의 경우 가정용을 중심으로 한 일반용 전기설비의 개폐기, 배선기구, 전선 등을 사용함에 있어 사용전 검사, 사용전 점검을 받을 당시에는 배선과 배선기구를 전기설비기술기준에 의하여 잘 시공되어 왔으나 사용자의 필요에 의하여 전기사용량이 증가하면서 한 개의 콘센트에 여러 개의 플러그를 꽂아 전기 기계 기구를 사용한 다든지 전기에 대한 지식이 부족한 사람들이 비닐 코드 배선으로 전선을 분기하여 사용하는 사례가 많다<sup>2)</sup>. 이에 전선의 열로 인한 절연열화 및 과전류로 단락 및 합선이 동반된다는 것은 과언이 아니다. 또한 화재에 노출되기 쉬운 영세사업장이나 개인용 주택의 경우에 하루 종일 거거하는 사람이 줄어들게 되었을 뿐만 아니라 제품의 고가 설비로 인하여 설치에 있어서도 소극적인 자세를 보이고 있다. 따라서 본 연구에서는 과전류를 분석함과 동시에 전선노

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
dhk@chungbuk.ac.kr

후나 용량 초과로 인한 열적해석이 가능한 열·전류 감지기를 통합형을 이용했고, 설치장소에 있어서는 전기를 사용하는 분기 회로마다 설치하는 것보다 가정용 배전반이나 변압기의 한 뱅크 내에 하나의 감지기를 설치하여, 용량을 초과하여 사용하거나, 이상징후 발생시, 관리자에게 화재 발생 가능성에 대한 정보를 제공함과 동시에 전기화재 이상 전조(前兆)신호를 자동적으로 데이터베이스에 저장하여 매주 또는 매달 이상신호를 분석하여 사고가 예상되는 지점을 복구함으로써 원천적인 안전을 확보하고, 저장된 데이터를 바탕으로 전기화재기초자료의 획득이 가능한 DB시스템과 이에 대한 실시간 감지기준 데이터의 변경이 가능하고 기준초과여부를 판단할 수 있는 기능을 갖춘 저가장비를 개발하는데 있다.

## 2. 본 론

### 2.1. 전기화재감지시스템의 구성 및 기능

전기화재감지시스템의 구성을 보면 화재신호를 감지하는 입력부인 열·전류감지기, CPU부는 열·전류감지기의 감지데이터를 수집하여 컴퓨터로 전송하는 장치와 통신장치로 구성되며 나머지 출력장치는 이상신호시 관리자에게 모바일을 통해 전달하는 시스템, 그리고 종합적인 관리를 수행하는 컴퓨터 시스템으로 나눌 수 있다. Fig. 1은 화재감지시스템의 전체 구성도를 보이고 있다.

#### 1) 전기화재감지시스템

본 연구에서 전기화재감지시스템 감시대상인 배선에 대하여 이상신호를 검출하기 위하여 열·전류 감지기를 각각 사용하였고 배선에서의 이상유무를 확인할 수 있는 열적신호와 전류신호의 두 데이터를 비교하여 분석할 수 있도록 통합형 분석 구조를 채택하였다. 예로 열적신호와 전류신호가 동시에 상승하여 화재가 발생할 경우는 전기화재로 간주하고,

또한 전류신호는 정상인데 반해 배선의 열적 신호가 상승할 경우에는 전기적으로 인한 화재가 아닌 다른 화재로 판단 가능한 하드웨어를 구성하였다. 또한 동작여부는 데이터 수집에서 디지털 입력으로 받아들여져 언제 어디서나 실시간으로 컴퓨터로 전송하여 화재판단여부를 분석한다.

#### 2) 전기화재감지시스템의 요구

- 입력부는 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환하는 A/D컨버터(Analog/Digital Convert)의 속도와 CPU에 빠른 데이터전송속도 구현
- CPU부는 입력부와 출력부의 신호를 신속히 처리 가능한 고속스위칭이고 저가일 것
- 출력부는 위험여부를 관리자에게 알려주기 위하여 부저나 모니터 출력과 휴대폰 호출, 실시간 저장 가능한 데이터베이스와 하드웨어 간의 원활한 인터페이스 가능

상기 모든 부품에 대하여 저가이면서 전기화재신호에 대하여 충분한 분석이 가능하여야 한다.

#### 2.2. 요구에 의한 시스템의 하드웨어<sup>3,4)</sup>

본 시스템의 요구에 의해 전기화재감지시스템은 통합형 열·전류감지기의 감지값 상태를 파악하기 위한 부분으로서 입력 디지털 신호를 CPU부로 전달하는 디지털 입력부와 화재감지상태를 부저, 모바일, 모니터를 통하여 알리기 위한 회로 동작용 디지털 출력부로 구성되어 있다. 따라서 전기화재감지시스템은 크게 입력부, CPU부, 출력부를 분리하여 설계하였다. Fig. 2는 데이터 수집 및 전송장치의 외형을 사진으로 보여주고 있다.

#### 1) 입력부

입력부의 열감지기의 경우 배전선의 열적 변화와 동시에 배전반의 열적 변화를 분석할 수 있는 시스

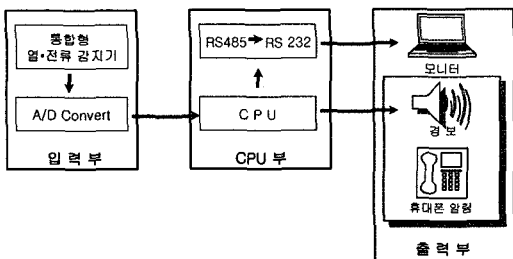


Fig. 1. Block diagram of electrical fire detection system.

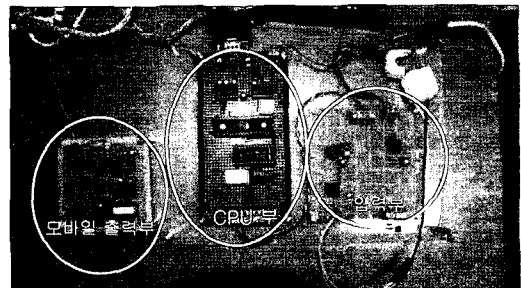


Fig. 2. Hardware of electrical fire detection system.

템으로 개발하였다. 이는 배전반의 열적신호를 상시 분석하여 분석데이터를 바탕으로 전기화재인가 아니면 전기 이외의 화재인가를 판단하기 위한 목적을 가지고 있다. 또한 아날로그 신호인 통합형 열·전류감지기를 다운받아 디지털 신호로 변환하여 CPU부에 전달하여 화재판정여부를 판단하는 기초데이터를 제공한다<sup>5)</sup>.

- (1) LM35DZ : 열을 감지하는 센서로 동작범위가 -50~150[°C], 디지털분석 능력이 0.5°C, 오차범위가 ±0.5°C이다.
- (2) CTL10CLS : 전류를 감지하는 센서로 초소형이면서 최대 80A까지 감지가 가능하며 0.1A~1[A]의 낮은 전류영역에서도 활용이 가능하며 동작범위가 0.1[A]~80A, 디지털분석능력이 0.1A, 50Hz~200kHz의 광범위한 주파수대역에 적용가능하다.

**2) CPU부**

CPU부는 아날로그 데이터를 디지털로 변화해주는 A/D 컨버트와 데이터 수집 및 전송장치의 핵심부로서 CPU 및 통신 포트 등으로 구성되어 있으며, 입·출력부를 통하여 입력되는 데이터의 연산처리는 물론 기억하는 기능과 함께 입출력부의 디지털 출력부가 동작하도록 명령을 내리는 기능을 갖고 있다. 주요소자와 사양은 다음과 같다<sup>6,7)</sup>.

- (1) AT89C51 : CPU로 8비트 마이크로프로세서, 4개의 8비트 I/O 포트로 구성되어 있고 멀티플렉스를 사용하여 채널 확장이 가능하다.
- (2) MAX485 : RS-485통신용, 멀티기능
- (3) MAX232 : RS-232통신용, 컴퓨터와의 인터페이스
- (4) ADC0809(Analog-to-Digital Converter; 아날로그-디지털 변환기) : 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 장치로서 입력된 아날로그 신호의 레벨과 기준레벨을 비교하고 양자화된 레벨을 식별하여 그 값을 디지털 신호로 출력, 최대 8개의 센서접속으로 8비트 입·출력가능

**3) 출력부**

출력부의 구성은 정보를 나타내는 부저, DTMF(Dual Tone Multi Frequency)를 이용하여 먼거리에서 이상징후신호 발생 시 즉시 관리자에게 모바일이나 일반전화에 긴급상황을 알릴 수 있는 시스템으로 개발하였다. 출력부의 경우 일반가정용 및 영

세사업장의 경우와 중소형 빌딩의 경우를 구분하여 하드웨어를 설계하였다.

일반가정용 및 영세사업장의 경우 CPU부와의 직접 연결된 부저와 모바일 알람부까지의 시스템으로 구성하고, 중소형 빌딩의 경우 일반가정용시스템에 부가적으로 상시감시를 실시할 수 있는 모니터 출력부를 추가하였다.

**4) 전기화재 데이터베이스<sup>9)</sup>**

전기화재 이상 신호를 실시간으로 저장할 수 있도록 모니터부의 VB(Visual Basic)과 인터페이스가 탁월한 Microsoft Access 6.0을 첨부하여 이상신호 발생시 즉시 저장가능하고 DB의 자동 증설이 용이하도록 설계하였다.

**2.3. 전기화재감지시스템의 소프트웨어 구축**

본 연구에서 화재감지시스템의 소프트웨어구축은 크게 2가지로 분류할 수 있다. 첫째로는 하드웨어의 동작을 위해 CPU의 Rom에 코드를 작성하여 라이트(Write)하기 위한 프로그램과 둘째로 컴퓨터 모니터링을 위한 프로그램으로 나눈다. 하드웨어 프로그램은 Keil Compiler를 사용했다. Keil Compiler은 8051, 251, and C16x/ST10 등등의 마이크로컨트롤러에 사용될 소프트웨어를 제작하는 Embedded Cross compiler이다. Keil Compiler를 통하여 생성된 HEX 파일을 SE-516SP를 통하여 CPU에 기록했다. Fig. 3은 Embedded Keil 소프트웨어의 실행화면을 나타내었다. 또한 Fig. 4는 SE-516SP를 실행한 화면이다. 컴퓨터 모니터링을 위한 프로그램을 Microsoft사의 Visual Basic 6.0을 사용했다. VB은 전기화재감지하드웨어와의 인터페이스가 탁월하며, 사용하기 쉬우면서 그래픽환경이 우수한 소프트웨어이다<sup>8)</sup>. 먼저 영세사업장이나 주택에서는 대중적으로 iv 배전

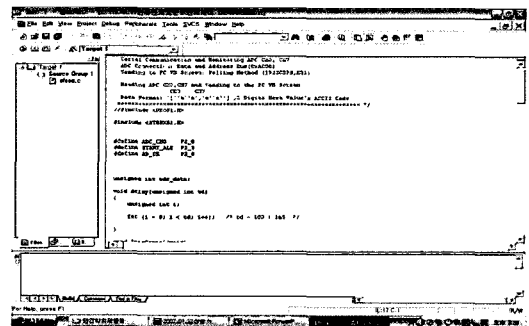


Fig. 3. Embedded Keil software.

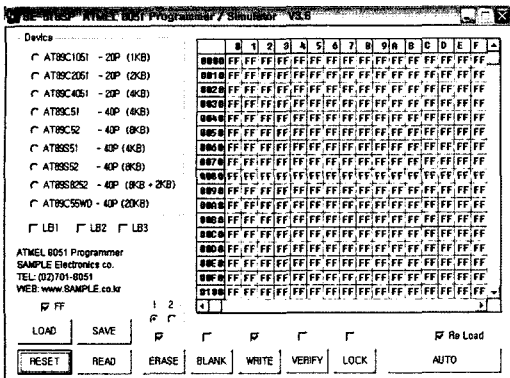


Fig. 4. SE-516SP 8051 programmer.

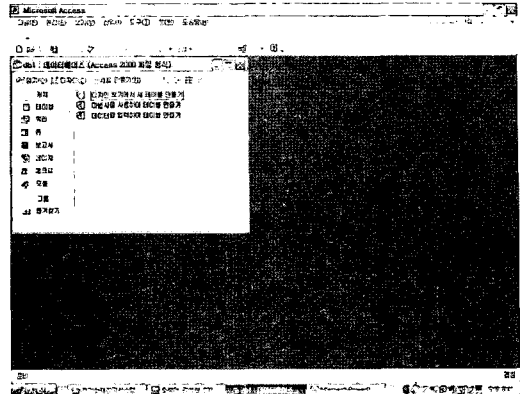


Fig. 7. Microsoft access database.

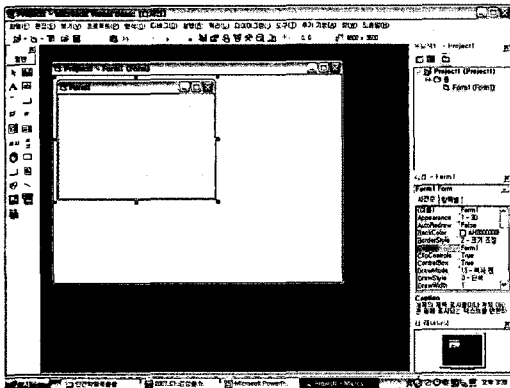


Fig. 5. Visual base 6.0 software.

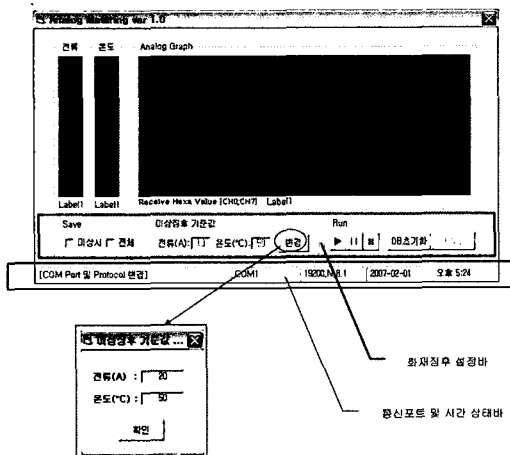


Fig. 6. Display of electrical fire detection system.

선을 많이 사용하고 있으나, 다른 전선을 사용하는 경우를 대비하여 해당 현장에 맞도록 설정할 수 있는 설정값을 부여함과 동시에 변경할 수 있게끔 하였다. Fig. 6은 VB으로 개발된 전기화재 원인진단시

스템화면이다. 실시간으로 배전선에서의 열적신호와 전류신호를 나타내는 상태바, 환경에 따라 이상 징후 기준값설정 변경이 가능한 화재징후 설정바, 포트상태, 통신속도, 현재시간을 나타내는 통신 포트 및 시간 상태바로 구성하였다. 마지막으로 DB부분에서는 증설이 용의하고 사용하기 편리한 Microsoft Access 6.0을 채택하였다. Fig. 7은 MS Access 데이터베이스의 전체화면이다.

### 3. 전기화재감지시스템의 모의 실험

개발된 전기화재감지시스템의 데이터의 신뢰성 확보를 위하여, 부하의 경우 독일의 D사에서 제작된 최대정격소비전력이 3kW의 전열기를 사용했고, 열감지기에서 감지된 모니터의 디지털 열량은 적외선 온도계 ST 80을 통하여 검정해본 결과  $\pm 0.47^{\circ}\text{C}$ 의 오차를 나타냈고, 전류감지기의 경우는 미국의 Tektronix사의 TDS 3054B의 디지털 오실로스코프를 통해 측정값과 본 전류감지기의 감지된 디지털 전류량을 비교결과  $\pm 0.26\text{mA}$ 의 오차범위가 나타났다. Fig.8은 모의실험을 위한 구성장치이다.

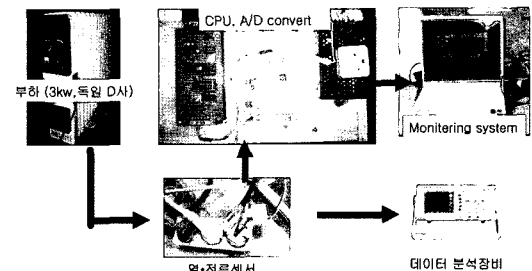


Fig. 8. Testing experiments.

먼저 이상징후 기준값 설정바를 통하여 설정기준값을 입력한 화면이 Fig. 9와 같으며 화재의 가능성이 없는 경우에는 열값과 전류값이 설정값 이하를 나타내며 시간대별(실시간) 정상상태의 모습을 보이고 있다. Fig. 10의 경우 전류신호는 정상인데 반해 열적 신호만 상승한 경우를 보이고 있다. 이는 본 배선의 전기적 이상으로 인한 열적 신호 상승으로 인식하기 보다는 주변환경에서의 다른 원인에 의해서 이상신호가 발생한 것으로 판단할 수 있다. 시스템의 이러한 기능은 화재발생시 전기화재와 다른 원인으로 인한 화재간의 구별을 명확하게 할 수 있어 열감지기를 통하여 일반 화재의 원인 분석에도 활용할 수 있는 자료를 축적할 수 있다. Fig. 11의 경우 이상신호 발생을 위하여 3kW의 전열기를 사용하여 전류값 및 열값을 강제로 상승시켜 전기화재시스템의 작동 여부를 관찰하였다. 전류값과 열값이 설정된 기준값 이상의 값을 보이고 있으므로 이는 전기로부터 기인된 화재로 진전될 가능성을 판정할 수 있고 수차례의 실험을 통하여 신뢰성을 확인하였다.

Fig. 12의 경우 Fig. 10과 11에서 발생된 이상징후에 대하여 DB에 실시간으로 저장한 상태를 보이고 있다. 또한 이상징후 기준값에 다른 값을 설정

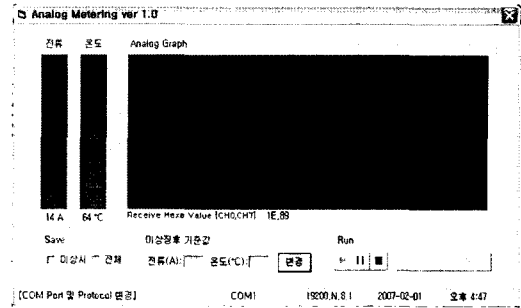


Fig. 11, Fault signal both current and temperature.

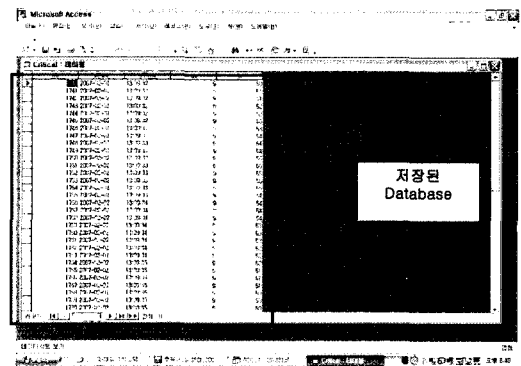


Fig. 12, saved fire data.

하여 테스트한 결과, 시스템이 의도하는 바대로 양호하게 작동됨을 확인하였고 이는 본 연구에서 목적한바 적합한 시스템으로 판단된다.

## 5. 결론

본 연구에서 용량을 초과하여 사용하거나, 이상징후 발생시, 관리자에게 화재 발생 가능성에 대한 정보를 제공하는 시스템 개발에 중점을 두었으며 개발된 시스템은 실시간 감지기준 데이터의 변이가 가능하고 기준초과여부를 판단할 수 있는 기능을 부여하였다. 본 시스템을 개발하여 다양한 모의실험을 수행하면서 신뢰성을 검증하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 수차례 실험을 통하여 분석해 본 결과, 이상징후 기준설정값에 양호하게 작동됨을 확인하였고, TDS 3054B의 디지털 오실로스코프를 통한 전류측정값과 본 전류감지기의 감지된 디지털 전류량을 비교한 결과  $\pm 0.26\text{mA}$  정도의 오차범위였고, 디지털 열량은  $\pm 0.47^\circ\text{C}$ 의 오차를 보였다.

2) 본 전기화재감지시스템의 감지기 고장시 판별

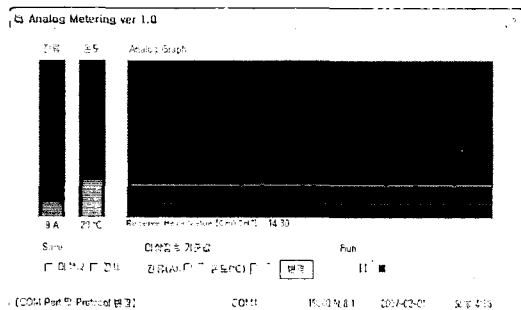


Fig. 9, Normal operation.

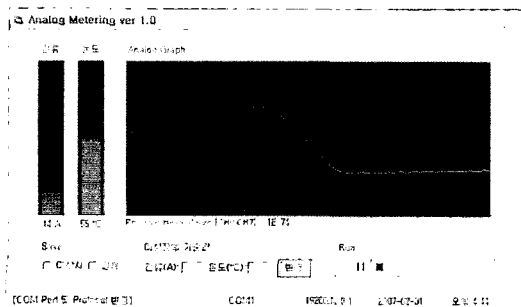


Fig. 10, Fault signal only temperature.

값이 나타나지 않으므로 즉각적인 보수가 가능하고, 고장에 따른 화재의 에러를 즉각 대처할 수 있으며, 기존의 온/오프 방식에서의 화재발생시 화재경보에 의한 화재진화가 가능했지만 본 전기화재감지시스템은 화재경보이전의 상태 즉 전기화재징후 상태를 판별하여 조기에 화재의 발생가능성을 예보하거나 화재발생초기에 경보를 제공함으로써 화재 초기 진화가 가능한 시스템이다.

3) 이상징후 발생시 실시간으로 저장할 수 있는 DB를 통하여 전기분석설비의 기준값 설정 관련 표준화와 전기안전분야, 즉 전기화재예방뿐만 아니라 전기화재발생시 원인분석이 가능한 DB를 첨부하였다.

차후에 전선에서의 단락 및 과부하에 대한 감지 데이터에 대하여 여러 가지 주변 조건, 즉 전류변화에 따른 온도, 주파수 특성(고주파 성분)에 대하여 시뮬레이션과 실험을 통하여 신뢰할 만한 전기적 화재신호를 도출하여 하드웨어에 보안할 계획이다.

## 참고문헌

- 1) 이종호, “지식베이스를 이용한 전기화재원인진단 시스템”, 2006.
- 2) 한국전기안전공사 전기안전연구원, “전기화재감지시스템 연구개발”, 2004.
- 3) Richard W, Bukowski, “Fire Alarm Signaling System Handbook”, NFPA, 1993.
- 4) 최도혁 외 1인, “전기설비 고장사고 예방 및 진단 기법에 관한 연구”, 한국건설기술연구원, 1996.
- 5) 지일구 외 2인 공저, “센서회로설계 및 실험실습”, 성안당, 2002.
- 6) 정상봉 외 3인 공저, “마이크로프로세서 응용로봇 제작 8051”, 세화, 2003.
- 7) 김웅석 외 2인 공저, “컴퓨터 인터페이스 응용”, 북두출판사, 2002.
- 8) 전영금 외 1인 공저, “비주얼베이직6 기초”, 영진.com, 2002.
- 9) 김창수 외 1인 공저, “엑세스 데이터베이스”, 해지원, 2003.