

효과적인 복합 소방 관제 모듈의 설계 및 구현

공병철¹, 이순흠^{1*}
¹순천향대학교 정보통신공학과

Design and Implementation of A effective Complex Fire Detector Module

Byungchul Kong¹ and Sunheum Lee^{1*}

¹Department of Information and Communication Engineering, SoonChunHyang University

요약 기존의 소방 관제 모듈들은 단순 경보 기능만을 수행하나, 설치비용이 높고, 유지보수 및 시스템 확장이 용이하지 않은 문제점을 갖고 있다. 본 논문에서는 기존의 화재 감지 수신기에 부착하여 화재 감지 수신기의 진단 점검과 자기 진단 점검을 수행할 수 있으며 확장성 있는 복합 소방 관제 모듈을 개발하여 기존 소방 관제 시스템의 신뢰성과 안정성 및 경제성을 높였다. 본 모듈에서 제공하는 화재 발생 시간과 위치 정보는 화재의 초기진압을 가능하게 하여 인명과 재산 피해를 최소화할 수 있으며, 소방 관련 이력정보를 체계적으로 관리할 수 있게 하여 화재 예방에도 기여할 수 있다.

Abstract Existing fire detector modules providing a simple fire alarm function have many drawbacks such as high installation, management and maintenance costs, and low scalability. In this paper, an add-on type complex fire detector module with high scalability and functions of examining the receiving units for fire sensors and itself has been developed, which enhances the reliability, stability, and economic feasibility of the existing fire detector modules. Information on when and where fire occurs, provided by the developed module, enables people to extinguish the fire immediately and minimize the damage of lives and property and also to systematically manage the fire-fighting related history and contribute to the prevention of fire.

Key Words : Complex Fire Detector, fire fighting, fire alarm

1. 서론

현대 사회에서 안전하고 신뢰성 있는 생활환경을 제공하고자 하는 사람들의 관심은 더욱 증가하고 있다. 단순히 편리함을 제공하는 시스템을 찾던 단계에서, 더 나아가 사람을 보호하고 생활환경의 안전성을 보장하는 시스템을 제공받길 원하고 있는 것이다[1]. 소방 관제 시스템, 또는 화재 감지 시스템(본 논문에서는 이하 소방 관제 시스템으로 통칭)은 이러한 사람들의 요구에 의해서 등장한 시스템으로, 화재로부터 발생하는 열과 연기 등을 감지하여 화재 발생을 조기에 관계자에게 알려주는 시스템이다.

기존의 소방 관제 시스템들은 설치비용이 높고 동적이

지 못해서 유지 보수 및 시스템 확장에 어려움이 있었지만, 본 논문에서 개발한 소방 관제 시스템은 기존에 설치된 화재 감지 수신기에 부착하여 사용 가능한 모듈의 형태이다. 따라서 본 논문에서 개발한 모듈은 저렴한 설치비용으로 효과적인 유연성 있는 소방 방제 시스템을 구축할 수 있게 한다.

이렇게 구축된 시스템은 실시간으로 화재 감지 수신기의 진단 점검과 자기 진단 점검이 가능하도록 하고, 화재 발생 시간 및 화재 발생 위치를 결합한 화재 발생 경보를 제공하여 즉각적인 방제 관리가 가능하도록 한다[2].

본 논문의 2장에서는 기존 시스템의 분석을 통한 요구사항을 점검해보고 3장에서는 설계 및 구현을, 4장에서 결론을 보인다.

*교신저자 : 이순흠(sunheum@gmail.com)

접수일 09년 10월 19일

수정일 (1차 10년 01월 11일, 2차 10년 03월 11일)

계재확정일 10년 03월 18일

2. 요구분석

2.1 기존 시스템의 문제점

기존의 소방 관계 시스템의 기능은 화재 감지 및 단순 알림 서비스로 국한되어 있어, 건물 내의 화재 발생 사실은 인지할 수 있으나 건물 내의 정확한 발화 위치를 알 수 없는 문제점이 있다. 기존에 설치된 시스템은 건물 단위로 설치되어 운용되므로 복수 개의 건물로 확장을 효과적으로 수용할 수 없는 문제점이 있으며, 이로 인해 시스템의 유지 관리가 복잡해지고 비용이 증가하는 문제점이 존재한다. 기존의 시스템은 각 요소에 배치된 발신기의 수가 많아지게 되는 경우 각 회로의 동작 상태를 점검하기 위해서 사용자가 수동으로 로터리 스위치를 조작하도록 되어 있기 때문에 회로 점검이 용이하지 못하며 사용자가 장비 상태를 인지하기 위해서는 수시로 현장에서 장비를 점검하여야 하는 번거로운 문제점도 있다[3]. 기존의 시스템 제어부에는 주 경종을 울리기 위한 스위치나 도통 시험을 위한 스위치 또는 동작이나 회로 시험을 위한 스위치 등 다수의 스위치와 연결된 다수의 포트가 필요하게 되는데, 이에 따라 하드웨어 가격이 상승하고, 시스템이 복잡해지는 문제점이 있다. 또한 기존 시스템은 앞에서 언급했듯이 화재 발생 시의 발생시간 및 정확한 발생장소 등의 정보를 제공하지 못하므로 이를 기반으로 하는 화재 이력관리가 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 위에선 언급한 문제점들을 해결할 수 있는 복합 소방 관계 모듈을 개발하여 기존에 설치된 많은 단순 화재 감지기의 단점을 해결하여 기존 소방관계 시스템의 신뢰성, 안정성과 관리성을 개선하고자 한다[4].

2.2 설계 목표

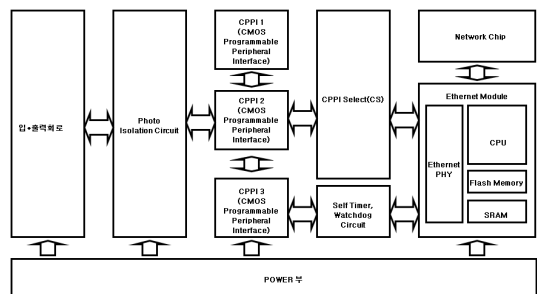
본 논문에서는 기존 시스템의 기본 설비를 그대로 활용할 수 있으면서 동시에 설치 및 관리 비용이 저렴하면서 효과적으로 즉각적인 소방 관계가 가능한 시스템의 구축을 가능하게 하는 복합 소방 관계 모듈을 개발하고 이를 기반으로 네트워크를 통한 실시간 통합관리 및 소방이력관리가 가능한 소방 방제 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. 본 시스템은 경제적인 비용으로 기존 시스템의 신뢰성과 안정성을 크게 제고할 것이다. 화재 감지기의 수가 수십에서 수백 개 범위에서 증감하는 경우에도 유연성 있게 대처할 수 있는 구조로 복합 소방 관계 모듈을 설계하여 기존 시스템이 갖지 못한 확장성을 갖도록 한다. 여러 건물에 산재하는 경우에도 화재 감지 수신기들을 실시간으로 진단 점검 및 자기 진단 점검이 가능하도록 하여 유지관리 비용을 줄이는 동시에 시스템

의 신뢰성과 안정성을 높이며, 화재 발생 시간 및 화재 발생 위치를 결합한 화재 발생 경보를 인터넷이나 SMS 메시지를 통해 실시간으로 제공하여 즉각적인 방재 관리가 가능하도록 설계한다. 또한, 지역별, 형태, 구조에 따른 다양한 분류와 피난구와 소화기 세부위치 정보 등 소방 방화에 대한 다양한 정보를 사용자에게 신속하게 제공할 수 있도록 한다.

3. 설계 및 구현

3.1 시스템 구성

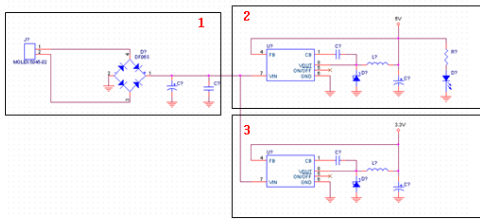
본 논문의 복합 소방 관계 모듈은 입출력 회로, Photo Isolation 회로, CPPI (CMOS Programmable Peripheral Interface) 회로, CPPI Select(CS) 회로, Self Timer, Watchdog 회로, CPU 회로로 구성되어있으며, 그림 1은 본 논문의 복합 소방 관계 모듈의 전체 블록도이다. 입력 회로부와 CPPI부 사이에 양방향 통신이 가능한 통신 모듈을 배치시켜 화재 발생 정보에 대한 입력 신호만이 아니라 방화 관리자에 의한 화재 관계 및 방재를 위한 역방향 제어 신호인 출력 신호가 가능하도록 하여 역방향 원격 제어가 가능하도록 하였다[5-8].



[그림 5] Block Diagram

3.2 파워부

그림 2는 복합 소방 관계 모듈의 전체 회로에 안정적인 전압과 전류를 공급하기 위한 파워서플라이부이다. 교류 및 직류전원을 모두 사용할 수 있으며, 직류전원의 극성이 바뀌어도 전원 공급이 가능하도록 입력단에 브리지 회로를 구성하였으며, 전원입력부(1)에서 입력된 전원을 평활하여 전원1부(2)과 전원2부(3)에 인가하고 전원1부(2), 전원2부(3)에서는 회로에 필요한 5V, 3.3V를 각각 생성하여 회로에 맞게 공급한다.



[그림 6] 파워부

3.3 입출력 회로부

그림 3은 복합 소방 관제 모듈의 입출력부로 외부 입출력 회로와 Photo Isolation 회로로 구성되며, 복합 소방 관제 모듈과 연동되는 타 기기와의 전기적 충돌을 예방하여 안정적인 작동을 보장한다.

I화재 수신기 연결단자(4)에 연결된 수신기의 입력상태(화재신호)를 입력감시부(5)에서 감시하며, 감시 결과를 CPPI부로 전달하고, CPPI부로부터 전달받은 신호를 외부로 전달한다.



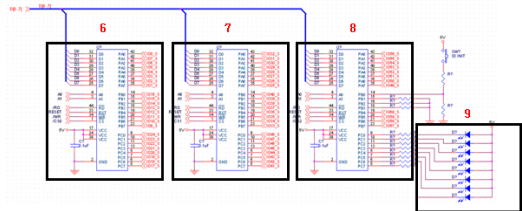
[그림 7] 입출력 회로부

3.4 CPPI (CMOS Programmable Peripheral Interface)

그림 4는 입출력 회로에서 받은 화재 감지기의 오작동 감지 신호와 입력감시부의 자기 진단 및 주기적인 화재 감시 결과를 인가 받아 감지 정보를 위치 신호와 함께 처리할 수 있도록 CPU 보드로 전달하는 역할을 하는 CMOS를 병렬로 연결한 CPPI 회로이다.

입력 감시부(5)의 수가 수십에서 수백 개 범위에서 증감하는 경우에도 유연성 있게 대처할 수 있도록 CPPI단을 설계하여 시스템의 확장성을 높였다. CPPI(6,7,8)단에서는 입력 감시부의 신호를 처리하여 CPU BOARD로 전달한다. 상태 표시부(9)에서는 각 CPPI단에 인가된 신호를 주기적으로 체크하여 화재 신호인지 아닌지를 LED의

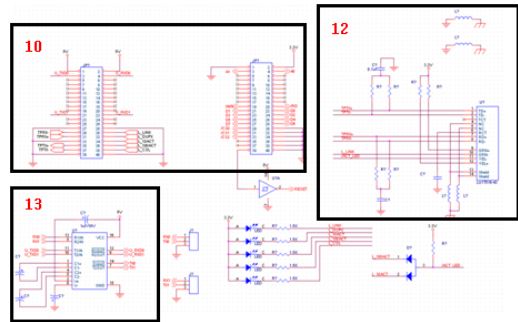
ON/OFF로 표시하며, 현재 CPPI와 CPU의 통신상태를 표시하도록 구성하였다.



[그림 8] CPPI 부

3.5 CPPI Select(CS)부

그림 5는 CPPI Select(CS) 및 감시 회로부로서 CPPI에 입력된 감시신호는 CPPI Select(CS)연결부(10)을 통해 MAIN CPU로 연결되며, MAIN CPU부의 동작상태를 RS-232 통신부(13)를 통해 PC와 연결하여 볼수 있으며 MAIN CPU는 Ethernet 연결부(12)와 연결되어 Ethernet 망과 접속되도록 설계하였다.

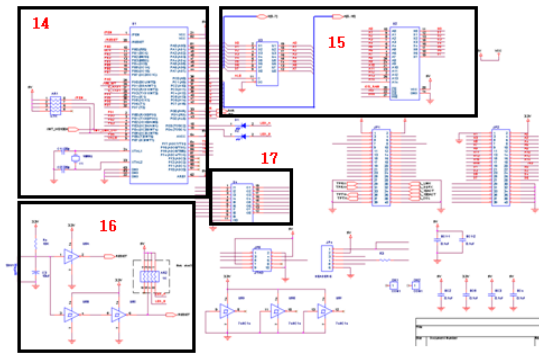


[그림 9] CPPI Select(CS)

3.6 MAIN CPU부

그림 6은 CPPI 회로의 출력 신호를 인가받아 실시간 화재 감지 신호를 제어하는 메인 중앙제어부, 및 메인 중앙제어부에 연계되어 메인 중앙제어부를 주기적으로 진단하여 제어 신호를 정확하게 출력하고 있는지를 확인하거나 데이터의 일시 저장 및 외부 이더넷망으로 신호를 출력하기 위한 서브 중앙처리부로 구성된 Main CPU 부이다.

MAIN CPU부(14)는 관제의 모든 기능을 수행하며, 메모리(15)에 삽입된 내용에 따라 프로그램을 수행하고, RESET부(16)은 CPU의 RESET 기능 및 Watchdog 기능을 수행한다.

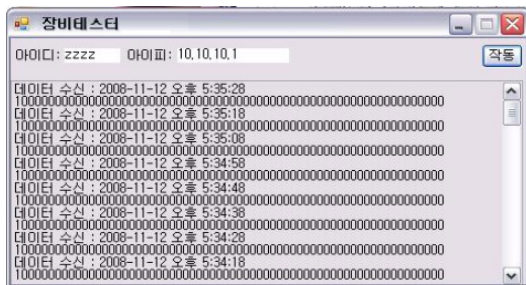


[그림 10] MAIN CPU부

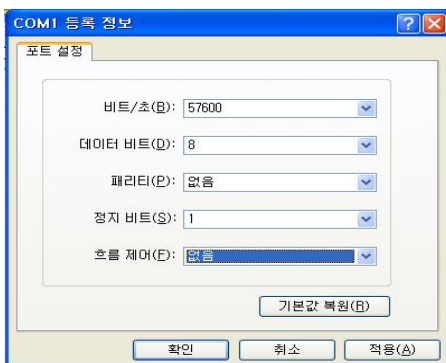
4. 테스트

4.1 모듈 동작 테스트

본 논문에서 설계구현한 복합 소방 관제 모듈이 정상적인 동작하는지를 검사하기 위하여 PC와 소방 복합 관제 모듈을 RS-232 케이블로 연결한다. PC의 통신 에뮬레이터를 그림 7과 같이 설정한다.



[그림 11] 복합 소방 관제 모듈 테스트프로그램



[그림 12] 통신 에뮬레이터

소방 복합 관제 모듈의 전원을 인가하면 통신 에뮬레이터 상에 소방 복합 관제 모듈의 제어 프로그램이 실행되어 초기 부팅 실행화면이 표시된다. 이 때 키보드에서 영문 “c”를 입력하면 아이디와 패스워드를 입력할 수 있는 상태가 된다. 복합 소방 관제 모듈의 아이디와 패스워드를 입력하면 그림 8과 같은 화면에서 설정 값을 변경할 수 있다.

그림 9는 통신 에뮬레이터로 통해 확인된 소방 복합 관제 모듈의 정상적인 통신 상태와 동작 상태를 보여준다.

```

=====
60 Digital Input Server Mode
Ver 2.0.0 060703
=====
.....C
ID :zzzz
PW :zzzz

1) ID      : zzzz
2) PW     : zzzz
3) MAC    : 00.40.09.30.36.35
4) IP     : 10.10.10.1
5) GATEWAY : 10.10.10.1
6) SUBNET : 255.255.255.0
7) PACKET_LIVE_TIME(SEC) : 010
E) EXIT
> -
    
```

[그림 13] 설정 변경

```

Ver 2.0.0 060703
=====
ID      : zzzz
LOCAL IP ADDRESS : 10.10.10.1
=====
socket : 0 ok
listen : 0 ok..
socket : 1 ok
listen : 1 ok..
socket : 2 ok
listen : 2 ok..
socket : 3 ok
listen : 3 ok..
Socket Status : S0 = 0, S1 = 0, S2 = 0, S3 = 0
Socket Status : S0 = 0, S1 = 0, S2 = 0, S3 = 0
Receive Packet Len Socket 0 : 18
Socket 0 Data Send OK!!
Socket Status : S0 = 1, S1 = 0, S2 = 0, S3 = 0
Socket 0 IP Info : 10.10.10. 2
Socket 0 Data Send OK!!
Socket Status : S0 = 1, S1 = 0, S2 = 0, S3 = 0
Socket 0 IP Info : 10.10.10. 2
Receive Packet Len Socket 0 : 18
    
```

[그림 14] 소방 복합 관제 모듈 동작 상태

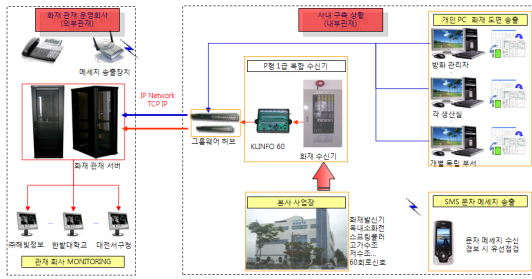
정상적으로 동작하는 소방 복합 관제 모듈과 통신하는 화재 관제 서버 프로그램을 통하여 시스템이 잘 동작하는지를 점검하였다. 통신하려는 소방 복합 관제 모듈의 아이디와 패스워드 그리고 IP 주소를 서버 프로그램에 설정하면 통신이 시작된다. 그림 10은 복합 소방 관제 모듈로부터 정상적으로 수신된 데이터를 보여주고 있다 [9].

4.2 시스템 테스트

복합 소방 관제 모듈들로 구성된 소방 관제 시스템을

테스트하기 위하여 그림 7과 같은 구성을 사용하였다.

기 설치된 화재 감지 수신기들의 종합적인 진단 점검과 자기 진단 점검이 실시간으로 원활하게 이루어지는 것을 확인한 후, 기 설치된 화재 감지 수신기로부터 가상 화재 신호를 발생시켜 본 논문의 소방 복합관제 모듈이 화재 발생을 신속하고 정확하게 감지하고 위치정보가 화재 관제서버에 전달되는 것을 확인할 수 있었다.



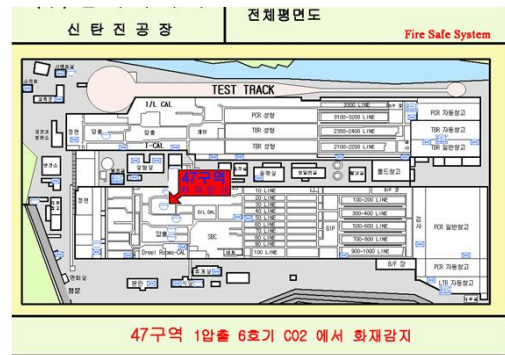
[그림 15] 실험 전체 구성도

본 소방 복합관제 모듈은 화재 수신기 내부에 탑재하여 설치되며 화재 발생 및 위치 정보를 사내 방화 관리자에게 신속하게 전송하여 발생 초기의 신속하고 정확한 대처를 가능하게 한다. 또한, 방화관리자 이외에도 사내 모든 사용자에게 화재 발생 위치 및 시간 정보를 실시간으로 사내 PC 화면에 송출하거나 SMS 문자 메시지를 개별적으로 송출하는 기능을 가지고 있어 화재 감지 시 즉각적이고도 효율적인 방재 관리 업무를 가능하게 한다. 본 소방 복합관제 모듈은 외부 소방 관제 센터와의 연계 운용을 지원한다. 본 논문의 화재 관제서버는 네트워크를 통해 소방 복합관제 모듈이 제공하는 화재 발생 및 위치

정보를 외부 소방관리 업체나 지역 소방서에 신속 정확히 전달하여 즉각적이고 효율적인 방재관리 업무를 가능하게 한다. 본 논문의 시스템은 각 건물의 개별적 관리뿐만 아니라 네트워크를 통한 실시간 통합관리 및 소방이력관리가 가능한 방재 시스템이다.

4.3 실무 적용 사례

그림 12는 대전광역시 소재 신단진에 위치한 타이어 제조 공장으로, 현장에 설치한 소방 관제 시스템의 실제 도면이다.



[그림 16] 소방 관제 도면

본 논문에서 개발한 복합 소방 관제 모듈이 설치되기 전에는 방재실 요원이 순찰 도중에 화재 발생 경보가 발생할 경우, 방재실로 복귀하여 화재 위치 확인한 후, 현장으로 출동하는 관계로 현장 도착 까지 최소 수분에서 수십 분 이상 소요 되어 화재 시 초기 진압이 어려웠다.

[표 1] 본 시스템의 특징

기존 시스템	본 논문의 시스템
수년전에 설치된 대부분 시스템은 화재감지 및 경종 경보 기능만 있음	기존 시스템의 기능에 추가하여 시스템 오동작 정보, 각종 스위치 동작상태 등을 실시간으로 제공하여 시스템의 취약점 파악 및 소방이력 관리를 가능하게 함
발신기 회로점검 등을 로터리 스위치로 수동점검	시스템에서 자동 자기진단 점검을 통하여 수시 불량 발신기 및 기타 회로불량 탐지
한 회로 연결된 발신기와 센서 경보 신호를 구별하지 못함	발신기와 선제 경보 신호 구별 가능으로 화재상황 판단 가능
화재 인식한 후 경종을 울리기까지 45초에서 1분 지연으로 초기 진화에 어려움 있음	화재 인식 후 네트워크를 통해서 1초 이내 SMS를 통해서 7초 이내에 화재정보 통보로 초기진화 가능하며, 방화책임자 부재 시나 야간 및 휴일에도 매우 효과적임.
건물단위 설치 및 운용	복합 건물 설치 및 통합운영 가능으로 관리성 및 경제성 확보
입력감시회로 증가 시 기계적인 릴레이 구조로 인한 복잡성 증대로 확장성 미흡	수십에서 수백 개의 범위에서 증감이 가능한 CPPI단 설계로 시스템 확장성 확보
중합대학 규모 기준으로 기존 노후 시스템 철거 후 새로운 시스템 설치 시 30억 원 정도의 비용이 듦	기존 시스템에 본 논문의 시스템을 보완 설치 시 1억 정도 비용이 소요 되어 매우 경제적임.

이로 인해 대형 화재로 이어져 많은 재산 피해를 보는 사례가 있었다. 그러나 본 논문에서 개발한 복합 소방 관계 모듈을 설치한 후에는 현장 출동 시간이 수초에서 수십 초 이내로 단축되어, 화재 시 소화기로 초기진압의 가능성을 높여 인명과 재산 피해를 최소화할 수 있는 체계를 갖추게 되었으며, 각종 소방 관련 로그를 통하여 노후 소방 장비 교체 및 상습화재 지역 순찰을 강화하여 소방 예방 효과를 보고 있다. 표 1에 현장 적용사례로부터 그 우수성이 입증되고 있는 기존 시스템과 본 시스템의 차이점을 보였다.

5. 결론

본 복합 소방 관계 모듈은 기 설치된 단순히 화재 사실만을 알리는 화재 감지기에 손쉽게 부착하여 사용할 수 있는 설치비용이 저렴한 장비로 실시간으로 화재 감지 수신기의 진단 점검과 자기 진단 점검을 수행할 수 있는 기능을 탑재하고 있어 소방 관계 시스템의 신뢰성과 안정성을 높인다. 또한 화재 발생 시간 및 화재 발생 위치를 결합한 화재 발생 경보를 네트워크를 통해 관계 모니터 화면이나 사내 PC 화면에 송출하거나 SMS 문자 메시지를 통해 개별적으로 송출하여 즉각적인 방재 관리가 가능하도록 하는 장점이 있다. 화재 관계 서버에 축적되는 방재 관련 이력정보는 노후 장비 관리 및 위험지역에 대한 체계적인 관리를 할 수 있게 하여 소방 예방 효과에도 기여할 것이다.

참고문헌

- [1] 소방방재청, 화재발생현황 분석집, 2008년.
- [2] 소방방재청, 선진 국가기반체계보호를 위한 국외연수 결과보고서.
- [3] 소방방재청고시 제2009- 1호(2009. 1.21) 자동화재속보설비의속보기의 성능시험 기술기준
- [4] 소방검정공단, 수신기의 형식승인 및 검정 기술기준 (KOFEIS 0304)
- [5] John Catsoulis, Designing Embedded Hardware, 2003.
- [6] 차영배, AVR마이크로컨트롤러 ATmega 128, 2008.
- [7] Michael Barr, and Anthony Massa, Programming Embedded Systems, Second Edition, 2006.
- [8] 성원호, 임베디드 시스템 펌웨어 분석
- [9] Tom Archer, and Anderew Whitechapel, INSIDE C#, 2003.
- [10] 손정민, 이충일. 정병찬 공저, 2006, 닷넷 프레임워크

크 2.0과 Visual Studio 2005.

- [11] 조성진, ASP.NET 웹 프로젝트와 실전 프로그래밍, 2004.

공 병 철(ByungChul Kong)

[정회원]



- 1998년 2월 : 충주대학교전자공학과 (공학사)
- 2000년 8월: 순천향대학교 정보통신공학과 (공학석사)
- 2003년 11월 ~ 현재 : (주)케이엘정보 대표이사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 정보통신공학과 (박사과정)

<관심분야>

정보경영, 정보통신, 임베디드 시스템

이 순 흠(Sunheum Lee)

[정회원]



- 1983년 2월: 고려대학교 전자공학과 (공학사)
- 1985년 2월: 고려대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1989년 8월: 고려대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1991년 9월~ 현재 : 순천향대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>

멀티미디어 콘텐츠 개발, 임베디드 시스템, 컴퓨터 네트워크