

지하공간전용 소방방재 통합시스템 구축에 관한 연구(1)

손봉세, 박동하, 박세화

*경원대학교 소방방재공학과, (주)신화전자

A Study on the Implementation of the Integrated Fire and Disaster Prevention System for the Underground Space(1)

Bong-Sei Son*, Dong-Ha Park, Se-Hwa Park

1. 연구배경

지하공간의 환경 및 안전 확보를 위하여 반드시 설치해야하는 기계 및 전기설비, 운송설비, 화재소방방재설비 등을 체계적으로 제어 및 관리할 수 있는 관련 기술 분야의 수준은 아직까지도 초보단계에 있는 실정이다. 이러한 현실에도 불구하고 본 기술 분야에 대한 인식부족으로 그 동안 제대로 연구 수행되지 못하였다. 그 동안의 연구형태는 단일 시설에 대한 관리 및 제어에 필요한 요소기술개발을 중심으로 연구가 이루어졌다. 특히, 방호공간의 다양화 및 특수 공간, 지하생활 공간의 등장으로 기존의 단일 관리시스템으로는 체계적이고 통합적인 관리를 할 수 없는 실정이다. 지하철, 터널, 지하상가 등 다양한 지하공간에 설치하는 냉난방설비, 전기, 운송, 소방방재설비의 각각 설비에 설계기준은 잘 마련되어 있으나 비상시 이들 설비를 연동으로 제어 및 관리할 수 있는 기술 및 기준이 빈약하여 이에 대한 대책이 매우 시급하다. 특히, 지하공간의 화재특성에 대한 다양한 환경조건을 제대로 고려하지 않은 상태에서는 화재안전성을 기대할 수 없다. 물론 국내에서도 방재관련 제조업체들이 독자적으로 소방방재시스템을 구축하여 운영하고 있으나 실제로 이들 업체 간의 종합시스템은 이질성과 DBMS의 개별성으로 인하여 정보시스템간의 공유가 용이하지 않은 실정이다. 이들 관련 DB를 활용하기 위해서는 각 업체의 DB에 맞도록 변환하여 활용해야 하므로 장애가 있을 뿐만 아니라 변환에 따른 시간상의 문제로 인하여 적시성이 떨어져 사용상의 한계성이 빈번하게 발생되고 있기도 하다. 따라서 통합시스템에서의 데이터를 사전에 동일형태로 설계되도록 DB 설계기준 및 프로토콜간의 표준화가 이루어져야 하며, 정보기술의 발전추이에 따른 능동적인 시스템의 진화를 통하여 첨단정보사회변화에 적응할 수 있는 통합재난관리시스템의 구축이 필요하다. 국내의 지하공간에 대한 방호 대책과 대응 시스템은 선진외국의 사례처럼 재난대응 공동매뉴얼을 수립하고 재난발생시 기관의 기능에 따라 대응할 수 있는 구조로 설계되어야 하며, 이 시스템은 관련 업체 및 기관간의 충분한 협의와 동의를 얻어 수립되어야 현실성 있는 시스템이 될 것이다. 따라서 화재 등 재난 발생시 효율적인 대응이 가능한 시스템으로 구성되어야 하고, 각각의 관련 설비간의 정보 공유를 위한 유기적인 네트워크 시스템을 구축하여야 한다. 이에 본 논문에서는 지하생활공간 및 도시철도, 도로터널에 설치하는 소화시설, 경보설비, 전원설비, 기계설비, 피

난시설 등에 관한 소방방재통합시스템 구축에 관해 수행한 연구 결과의 일부를 기재한다.

2. 통합소방방재 기술

통합소방방재시스템 구축을 위한 통합네트워크는 산업용 네트워크의 특징을 가지고 있다. 산업용 네트워크는 일반사무 처리를 중심으로 하는 네트워크와는 구체적으로 다음의 3가지에서 일반 통신망과 차이가 있다. 첫째로 산업용 네트워크는 열악한 환경에서 동작해야 한다. 강한 자기장의 영향을 받을 때도 있고, 습도 혹은 온도가 높거나 낮은 경우도 있다. 이러한 열악한 환경으로 인한 요구조건 때문에 산업용 네트워크는 전송매체의 선택과 물리적 계층의 사양에 주의를 기울여야 한다. 둘째로 실제의 작업을 제어하고 감시하는 기능이 있어야 한다. 즉 산업용컴퓨터 네트워크에 연결된 모든 기계들이 자신의 공정에서 발생하는 정보들을 수집할 수 있으며, 수집된 정보의 저장, 분석 및 가공작업이 컴퓨터에서 바로 처리되고, 각 기계공정에서 필요한 정보를 즉시로 분배 할 수 있도록 정보의 통합화를 구현하는 것이다. 셋째로 네트워크의 사용자는 사람이 아니라 컴퓨터 프로그램 혹은 기계라는 것이다. 산업용 네트워크 프로토콜 구조는 크게 중앙 집중제어 방식(Centralized control system)과 분산제어방식(Distributed Control System)으로 나누어진다. 후자인 분산제어 시스템은 시스템의 제어와 자동화 기능을 포함하여 각종 설비와 기기의 상태에 대한 감시 혹은 필드에서 발생할 수 있는 예기치 못한 사건에 대한 처리 기능, 관련 데이터의 수집 및 저장, 통계 처리를 통한 분석 및 보고와 분배 기능들을 분산된 각각의 노드 장치에서 수행한다. 그러므로 더욱 복잡해지는 기능들을 단순하게 하고 신뢰성을 향상시키기 위하여 계층적인 구조를 갖도록 개발된다. 중앙 집중제어 방식은 상기한 문제들이 발생할 때 모든 문제 등을 중앙의 장치에서 집중하여 처리하는 방식이다. 분산제어 방식으로 시스템 구현을 위해적절한 통신 수단을 고려해야 하는데, 참고로 현재 많이 사용되고 있는 산업용 통신망에 대해 표 1에 나타내었다.

표 1. 필드 버스의 종류

분 류	개발업체	전송거리	최대 전송속도	물리계층	MAC 프로토콜	에러 검사	최대 Node	형상
Profibus	독일표준	1.2km	500kbps	RS485 IEC1588-2 광통신	토른제어	에러 패리티	127	bus
Foundation Fieldbus	Fieldbus Foundation	1.9km	2500kbps	IEC1588-2	중앙 스케줄러	16bit CRC	240	bus
World FIP	프랑스	10km	2500kbps	IEC1588-2	중앙 스케줄러	16bit CRC	256	bus, star
DeviceNet	Rockwall Automation	500m	500kbps	비절연 절연트랜시버	CDMA	16bit CRC	64	bus
CAN	Bosch	40m	1Mbps	ISO 11898 통합구동기칩	CSMA/BA	CRC-15		bus
Interbus	Phoenix Contact	410m	500kbps	RS485		16bit CRC	256	bus
ControlNet		1.0km	5000kbps	RS422 광통신	CTDMA	16bit CRC	99	bus, star, Tree
P-Net		1.2km	72.8kbps	RS485	가상 토른제어		125	
Ethernet /IP	미국 국방성	5km	10Mbps	통합구동기칩	CSMA/CD	CRC	-	bus, star
LonWorks	Echelon	1.5km	1250kbps	트랜시버	변형 CSMA/CD	CRC	32285	bus

방재시스템들은 통신망을 근간으로 하여 하나의 통합된 시스템으로 구축되어 질 수 있으며 이를 통해 재난의 예측, 처치, 복구들이 유기적으로 관리, 운용 될 수 있다. 방재정보시스템은 재해예방, 경보시스템, 재해 상황 처리시스템, 재해복구 지원시스템, 재해평가 및 사후대책지원시스템 등 분류 될 수 있다. 재해예방·경보시스템이란 화재위험지역, 수해 위험지역, 지진 위험지역, 붕괴위험지역 등의 재해위험 지구에 대한 정보를 데이터베이스화하여 관리하고, 이 지역들에 대해 인공위성이나 첨단 측정기기를 이용하여 원격 감시 및 자동 자료 수집을 수행한다. 여기에 사용 될 수 있는 시스템으로는 자연 재해를 동적으로 감시하고 그 상황을 보고할 수 있는 VSAT(Very Small Aperture Terminal)망과 GPS, RDS(Radio Data System)가 있다. VSAT이란 이용자 구내에 설치한 직경 1.2~1.8m의 초소형 안테나를 사용하는 지상의 송수신국을 말하며, 일반 가정이나 중, 소규모기업의 사용자가 쓸 수 있는 인공위성 통신시스템이다. 사용자의 컴퓨터와 ODU(Outdoor Unit) 사이의 인터페이스를 담당하는 IDU(Indoor Unit)와 송신신호를 변조(Modulation)하고 수신신호를 복조 (Demodulation)하는 역할을 하는 송수신기, 멀티미디어 정보를 통신위성을 중계기로 송수신하는 장비인 안테나로 구성되어 있다. VSAT망은 위성을 매개로 하여 지상지구국인 중심국(HUB Station) 및 원격국(Remote Station)을 통해 가입자에게 데이터, 음성, 영상 등의 정보를 단방향 또는 역방향으로 제공하는 전용 지구국장치를 말한다. VSAT 단말에 연결된 적절한 감지기를 이용하여 얻은 정보를 주기 또는 비주기적으로 중심국에 전송하며 필요에 따라서는 CCTV 장치를 부착하여 중앙 재해 통제본부에 실시간으로 감시 대상의 상태를 알려줄 수 있다. 그림 1은 기본적인 VSAT구성도이다.

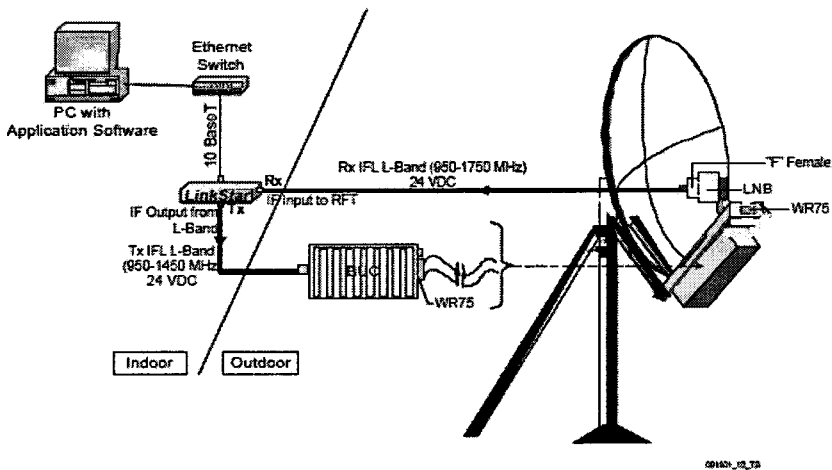


그림 1 VSAT System 기본 구성

GPS(global positioning system)는 단말장치를 소유한 개인이나 조직에서 재해 발생 시 구난 경보와 함께 자신의 위치와 구난 지역 정보 및 기타 현재 처해있는 재해 상황을 외부로 알림으로서 재난 대응 방안으로 이용된다. GPS 위성으로부터 수신한 지구 측위정보로부터 위치정보를 추출하여 관련기관에 송신하기 때문에 재래 본부로부터 상황에 따른 신속한 대응이 이루어질 수 있다. GPS와 GIS(geographical information system)정보는 재해 지역의 지리정보를 전산화함으로써 방재대책을 합리적으로 수립하고 신속한 대응을 할 수 있다.

3. 통합 소방방재시스템의 현황

소방방재시스템은 자동화재 경보설비, 소화설비, 비상방송설비, 비상전화, 유도등, 방재연설비 등으로 구성되어 있으나 국내의 기존 소방방재시스템은 타 설비와 화재신호 자체에 대해서만 공유하기 때문에 화재 시 발생하는 여러 현상에 대한 유기적인 제어 및 관리가 불가능하다. 화재가 발생하면 화재 발생 위치, 건물내부 대피 인원 등에 따라서 화재진압 및 인명대피가 틀리기 때문에 유기적인 제어를 위해서는 정확한 상황판단을 위한 정보의 공유 및 제어가 필요하다. 통합소방방재시스템 구축에 있어서 통합네트워크 구성 및 화재제어 알고리즘을 구현하는 것이 핵심기술인데 현재 통합네트워크 구성은 여러 종류의 프로토콜이 있어서 구현이 가능하고 또한 전문적인 시스템 통합회사가 있어서 하드웨어 적인 구현은 어려움이 없다. 표 2는 나라별로 통합 소방방재시스템의 진행 정도를 나타내고 있다. 현재 시스템을 통합하기 위해서는 많은 시간과 비용이 추가적으로 발생되고 또한 하드웨어적으로는 이중 설비를 해야 하는 경우가 대부분이다. 현재의 소방방재시스템은 단독설비를 제어 및 관리할 수 있도록 구성되어 있다. 따라서 현재 시스템으로는 체계적이고 효율적으로 비상시에 각종 설비를 자동으로 제어 및 관리할 수 없는 상태이다. 또한, 비전문가도 쉽게 익힐 수 있는 동일 운영프로그램을 적용하여 근무자에게 편리한 조작환경을 제공하며, 시스템 상호연동에 의한 비상시 유기적인 연동 및 시스템 확장성이 뛰어나고, 필요시 통합관리시스템이나 부가적인 시스템통합 지원 자료를 제공할 수 있도록 설계되어 운영 되어야 한다.

표 2. 각 국가별 통합 소방방재 시스템 현황

국적	시스템 통합 주체	화재 수신기 상호시스템 통합	화재 수신기와 타 설비 상호 시스템 통합	비고
한국	개별 업체	협의 없음	전문 업체 장비 이용 (통합 장소에 따라 프로토콜 틀림)	
일본	화재경보기 공업회	전용 프로토콜 사용	전문 업체 장비 이용 BACnet, Ethernet, LonWorks 등	2000년도부터 프로토콜 통합 추진
미국	개별 업체	전문 업체 장비이용 (DACR 등)	전문 업체 장비 이용 BACnet, Ethernet, EBI LonWorks, iSecure 등	시스템 통합 전문 업체 주축

4. 통합 소방방재시스템 개발 현황

4.1 통합 소방방재시스템 구축 방향

통합 소방방재시스템은 지하공간이나 건물내부에서 발생 할 수 있는 화재 등 각종 사고를 정확하게 감지 및 제어하기 위하여 설치하는 각종 설비의 기능을 하나의 통로로 통합하기 위한 시스템이다. 즉 화재, 가스폭발 등 기타 안전사고 시 불특정다수인은 물론 상시 거주자의 인명 및 기반시설을 안전하게 보호하고 피해를 최소화하기 위하여 설치하는 화재 감지 설비, 수계 소화설비, 가스계 소화설비, 피난안전설비, 방·배연 설비, 전력 및 조명 설비, 출입문 등 인명안전에 관련되는 설비를 하나의 전용 감시체계를 구축하는 것이다. 본 시스템을 구축함으로써 관리인원을 최소화하여 설치비 및 관리

비용을 절감하고, 필요시에는 무인화 운전이 가능하도록 설계 되어야 한다. 비전문가도 쉽게 익힐 수 있는 동일 운영프로그램을 적용하여 편리한 조작환경을 제공하며, 시스템 상호연동에 의한 비상시 유기적인 연동 및 시스템 확장성이 뛰어나고, 필요시 부가적인 시스템통합 지원 자료를 제공할 수 있도록 설계되어 한다. 본 연구에서 수행하는 통합 소방방재시스템 구축모델 그림 2와 같다.

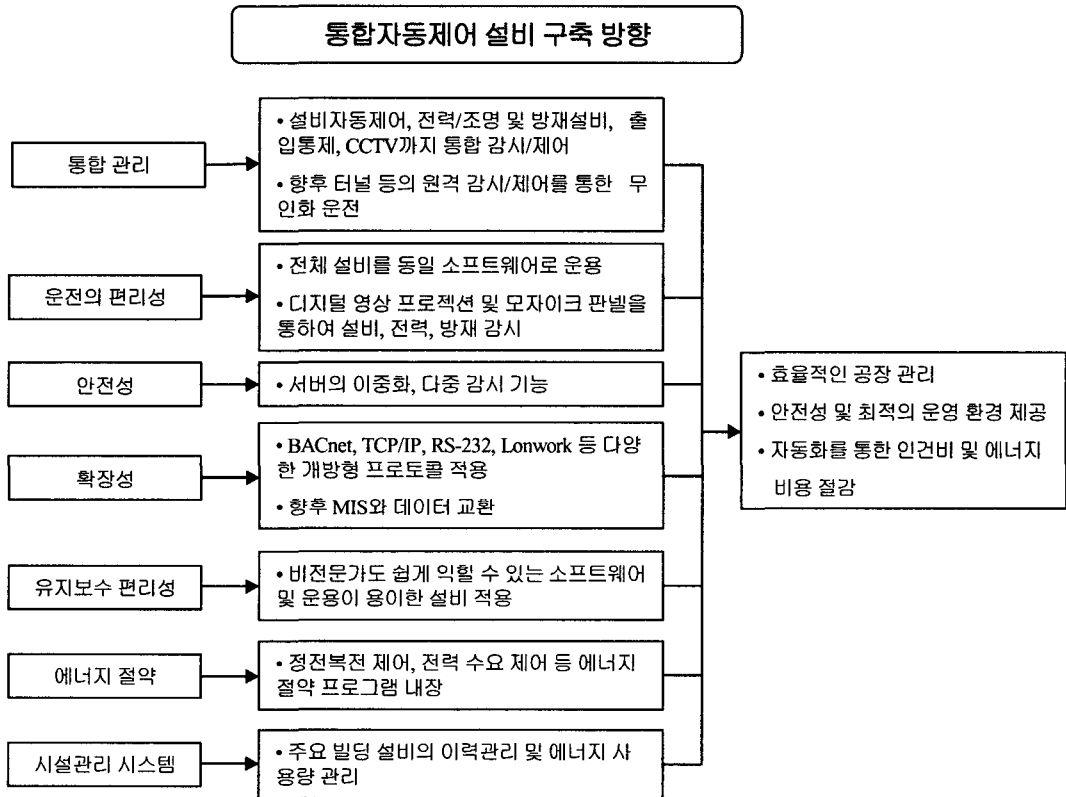


그림 2 통합소방방재시스템 구축 방향

4.2 개발 중인 통합시스템 개요

시스템 하부의 설비는 직접 또는 변화기를 통하여 인터넷에 연결되고 서버시스템은 웹기반으로 설계하여 ORACLE DB를 이용하여 각 설비에서 발생하는 동작 이벤트 등을 저장하여 통합관리 프로그램에서는 이를 기반으로 연동 시나리오에 맞는 제어를 수행 하도록 하였다. 각 설비에서 오는 정보는 어댑터 모듈을 통하여 각의 설비 또는 제어용 PC에서 발생하는 정보를 통합 서버용 프로토콜로 변환하여 통합 서버의 DB에 저장되어 통합관리 프로그램을 통해 감시 상황을 모니터링 하도록 한다. 통합관리 프로그램은 윈도우XP와 XML기반의 JVM위에서 동작하는 프로그램이며 각 설비간의 동작 신호는 별도의 어댑터를 통해 신호 변환을 한 후 각각 자신의 IP 주소를 이용하여 통합서버 IP로 전달하여 통합서버의 DB에 저장되는 구조를 취한다. 또한 동작 상황은 PDA나 핸드폰으로 전송되어 관리자로 하여금 즉각적인 대응이 가능하도록 개발하였다. 현재 개발하고 있는 시스템의 구성은 그림 3과 같으며 사양은 표 3과 같다.

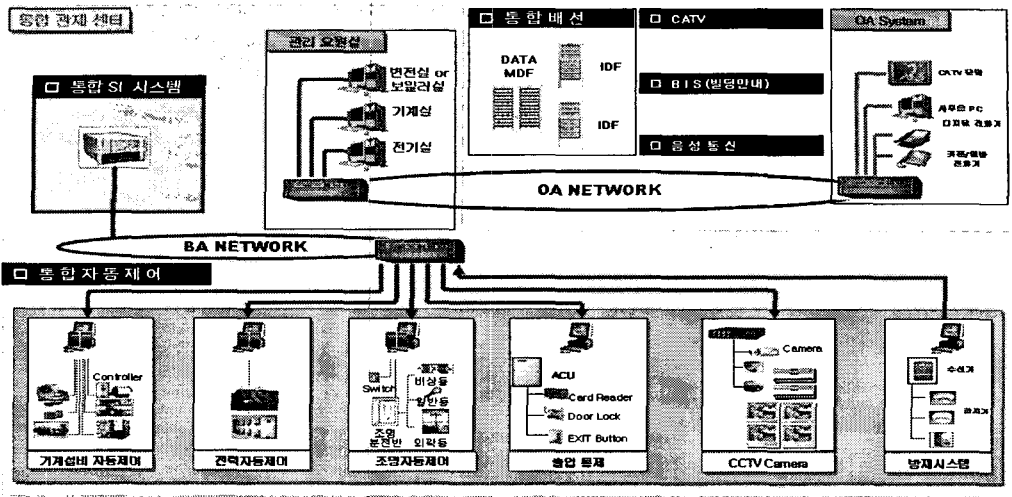


그림 3 개발 중인 통합소방방재시스템

표 3 통합 방재 시스템 사양

구분	Type	세부 사양	비고
통합정보 시스템		CPU: Pentium 4 3.0 GHz RAM: 1 G HDD : 100G 이상 Display : 19" LCD 모니터 OS : Windows XP / Windows 2000 통신포트 : Ethernet Protocols : TCP/IP, serial(RS232,RS485지원) 등	인터넷 기 반 통 합
소방설비		자동화재탐지설비 : 신화전자(주) SRF 수신기 GDS : 신화전자 (주) Fire View 98	TCP/IP
CCTV		카메라 : 30만화소 CCD 컬러 고정식 3기/스피드돔 1기 DVR : 4 Ch	TCP/IP
고감도 환경감지기		공기 흡입형 화재감지기 : VESDA LaserPLUS	TCP/IP
출입통제		원격 도어록 장치 (220V)	원격제어
공조설비		공조 FAN 모터 (24 V)	원격제어

4.3 통합서버 관리프로그램 기본 기능

1) 화면 구성

기본적인 화면은 크게 총 4개 항목(우측 상단 메뉴, 좌측 선택메뉴, 콘텐츠)으로 구

성되어 있으며 메뉴별로 세부 항목은 달라 질 수 있다. 내용을 요약하면 alarm 메뉴는 정보는 3초 단위로 실시간 갱신된다. 알람 목록의 행을 클릭하면 화면하단의 상세 정보란에 상세 정보가 표시 된다. GIS 메뉴는 GIS 도면을 활용한 장비의 위치 정보를 시각적으로 제공한다. Report 메뉴는 알람발생 후 알람이 해제된 알람의 이력정보를 확인할 수 있으며 알람이력 목록의 행을 클릭하면 화면 하단의 상세 정보란에 상세 정보가 표시된다. Configure 메뉴를 클릭하면 SMS를 발송할 사용자의 정보가 목록에 표시 된다.

2) 설비 자료 변환용 어댑터 모듈

시스템 연결모듈설계는 각각 관련설비들 간의 다른 프로토콜을 수용하기 위한 중계 장치로서 통합 망을 이루도록 하는 연결 장치이다. 이를 이용하여 각각의 설비는 하나의 소방방재통합 망으로 구성되어 통합관리가 가능하여 진다.

케트웨이 Block Diagram(Embedded Type)각각의 관련시설물을 연결하기 위한 모듈로서 Embedded Type과 Industrial Type으로 통합 망을 구성할 수 있도록 한다. Adapter Framework는 시스템들 사이의 메시지 전달과정을 추상화한다. 어댑터는 한 개 이상의 소스 시스템과 한 개 이상의 타겟 시스템을 연결하기 때문에 각각의 소스, 타겟 시스템은 많은 다른 종류의 시스템이 될 수 있다. PLC 등의 각종 장비, Flat files, TCP/IP 소켓, 데이터베이스, 미들웨어, RMI Service, JMS queue등 그 종류는 다양하다.

3) 통합 소방방재시스템 데모 시스템

통합소방방재 데모시스템을 아래와 같은 구성으로 제작하여 통합 운영에 대한 시나리오 검증과 통합정보의 실효성을 검증 하였다. 데모 시스템의 구성은 각각의 설비는 개별 IP를 가지고 인터넷을 이용하여 개별 접속을 한 후 통합 방재서버에 접속하여 각각의 동작 정보를 보내주는 플랫폼을 구성하였다. 통합서버에서는 각 설비로부터 넘어오는 정보를 DB에 저장한 후 정해진 동작 시나리오대로 동작하도록 하였다. 동작 시나리오 오는 소방 경보설비로부터 화재신호가 발생하면 통합방재 GIS 맵상의 아이콘을 동작시키며 이를 클릭하면 해당 구역의 CCTV 화면이 나타나도록 시나리오를 구현하였다. 또한 해당 출입 보안 시스템과 공조 설비가 화재발생 구역 맞게 연동 되도록 하였다.

5. 결론

본 논문을 통해 구성한 통합소방방재시스템은 R형 화재수신기와 CCTV 방법 영상감시설비, 영상녹화를 위한 DVR, 원격제어가 가능한 공조설비용 FAN모터, 공기 흡입형 화재감지기 그리고 통합서버로 구성되어 있다. 구성된 시스템은 통합소방방재시스템에서 필요한 많은 기능 중에서 일부 주요 요소를 통합하여 상호 결합되어 개별적으로 동작되고 관리되는 요소들이 통합될 수 있도록 하였다. 실제적으로 지하공간의 통합방재를 위해서는 보다 다양하고 여러 형태의 통합이 요구되는데, 이를 위해서는 다양한 기기의 하드웨어적인 결합이 가능한 소프트웨어의 설계가 필요하며, 유연한 확장과 다양한 사용자의 요구에 부합되도록 재구성이 가능한 구조의 소프트웨어의 개발이 요구된다. 또한 신뢰성을 확보하여 기기들 간에 안정적인 통합을 보장하기 위해 다양한 환경에 대해 적응성 테스트를 위한 연구가 필요하다. 현재는 여러 기종간의 단순 통합만을 위해 동작 시나리오와 메시지를 정의했으나 안정적으로 통합되어 동작되기 위해서는 충분한 에러처리 기능 등 제안된 시스템에 적용된 상호연동 및 통신을 위한 프로토콜을 재정립할 필요가 있겠다.

참고 문헌

- [1] Guylene Proulx, "Occupant Response to Fire Alarm Signals", National Fire Alarm Code Handbook, 1999, 403-412
- [2] Ronald H. Kirby, "Integrating Fire Alarm Systems with Other Building Systems", National Fire Alarm Code Handbook, 1999, 393-401
- [3] National Fire Alarm code 72, 1999
- [4] 조민순, "개방형 통신기술의 적용사례", 계장기술 통권 131호, 2004.12, 114-119
- [5] 김용득, "필드버스의 기술동향", 계장기술 통권 131호, 2004.12, 136-139
- [6] 박장환, "산업용이더넷의변화를 통해서 본 장/단점", 월간 무인화기술, 2005.3, 34-36
- [7] 권옥현 "산업용 필드 버스 통신망", 성안당, 2004
- [8] "지하공간 환경개선 및 방재기술 연구사업", 한국건설교통기술평가원
- [9] "소방용설비_경보설비편", 소방과학종합, 2001.3
- [10] 김덕년 외 4명, "방재통신시스템의 유형 및 활용방안", 대한전자공학회 하계학술대회 논문집 제 20권 1호, 1997.6
- [11] 오광석 외2명, "정보기술을 활용한 종합방재 관리 시스템 구축에 관한 연구", 한국전산원, 1998
- [12] 박동조, "비상 재난시 위성망 활용에 관한 연구", 한국과학기술원, 1995.9
- [13] "재해 정보 긴급 전달 시스템에 관한 연구", 한국전자통신연구소 초고속 정보통신본부, 1995.12
- [14] 김지선, "일본의 방재통신대책", 한국전자통신연구소, 1998
- [15] "미국의 방재통신현황", 한국전자통신연구소 특별조사 보고서, 1986.11
- [16] 양지호, "미국방재통신 연구", 한국전자통신연구소, 1995
- [17] 송유진 외3명, "일본의 지진대비 통신망 체제의 구축 방향", 주간 기술동향 95-32
- [18] 송재원, "환경기초시설 인터넷 통합관리 시스템", 계장기술, 2006.3, pp98-103
- [19] 이종배, "산업용 네트워크 기술동향", www.eic.re.kr, 2003
- [20] 김준석외 1명, "통합소방방재시스템 도입에 따른 소방행정조직의 명령출동체계 및 업무 효율에 관한 연구- 서울소방방재본부의 사례를 중심으로", 지방행정연구 제 20권 제1호, 2006.3, 247-268