

## 저대역 센서 네트워크 기반의 양방향 보안등 관제 시스템 개발

(Development of a Bi-Directional Security Light Control System based on Low-Bandwidth Wireless Sensor Network)

이호근\* · 이상호 · 이석규 · 최정원\*\*

(Ho-Gun Lee · Sang-Ho Lee · Suk-Gyu Lee · Jeong-Won Choi)

### Abstract

This paper shows an implementation and management result of wireless networks based security light control system, which performs a great role in protection of pedestrians and prevention of crime. Conventional security light units have severe limits in confirmation and inspection of security light unit failure, like wilful damage by someone or failure by influence of other equipment or failure by spontaneous heat-increase, and so on. In addition, local government offices are responsible for maintenance of security light units and as a matter of fact, most of civil complaints are about security light units. It is an obvious that the existing security light maintenance system reaches the limit and the security light maintenance problem is a difficulty of local government.

Therefore, efficient security light control system is needed, which enables central control and intelligent maintenance. Moreover, the system has to be easy to control and has to be stable. In this study, wireless sensor network based security light control system is implemented, which is independent of programming language and platform, and which is simple to control and extend the system. The proven protocols, HTTP and SOAP, are utilized in order to improve the system reliability. This paper shows the excellence of our proposed system by implementing and operating it in real environment.

Key Words : Security Light Control System, Geographic information system HTTP, SOAP,  
Wireless Sensor Network

### 1. 서 론

보안등은 야간 보안을 담당하는 중요 전기 설비로서, 차량도로의 조명을 목적으로 하는 가로등과는 달리 도로폭이 12[m] 이하인 장소에 설치되어 주로 야간 보행자의 안전 및 범죄 방지에 일조하고 있다 [1-3]. 옥외에 설치되는 보안등은 고의적인 훼손, 타

---

\* 주저자 : 한국전자통신연구원 선임연구원  
\*\* 교신저자 : 영남이공대학 전기자동차과 교수  
Tel : 053-650-9267, Fax : 053-624-4736  
E-mail : choijw@ync.ac.kr  
접수일자 : 2010년 7월 1일  
1차심사 : 2010년 7월 2일  
심사완료 : 2010년 7월 24일

설비 설치/보수시의 파급 고장, 자연 열화 등으로 인하여 잦은 장애가 발생하고 있으며, 국내 보안등의 90[%] 정도를 점유하고 있는 재래식의 사고 사례가 매년 유사하게 발생하고 있다[4]. 첨단기술의 발달과 함께 램프 자체는 물론 점멸장치에 있어서도 비약적인 발전을 거듭해왔다. 특히 점멸장치의 경우 최근의 무선통신기술을 접목하여 자동으로 점·소등되는 점멸기가 운용상 편리성 및 안정성을 이유로 확산되고 있다. 특히 최근 2~3년 전부터는 신도시에 설치되는 U-City 도심 종합 관제 표준에 양방향 가로등 제어 시스템이 포함 되면서 양방향 보안등 관제 시스템이 한 단계 업그레이드되었고 보급이 더욱 활성화 되고 있다[1]. 그러나 보안등의 설치 및 유지보수는 시청, 구청 또는 군청 단위의 지자체 관공서가 맡고 있으며, 실제로 지자체의 생활민원의 상당 부분이 보안등 관련 민원이라는 사실은 현행 보안등 유지보수 체계가 갖고 있는 한계점 및 지자체의 애로사항을 보여주고 있다[5]. 또한 현재 운영 중인 보안등 관제 시스템은 지자체 별로 독자적인 운영 프로그램을 개발해 사용하고 있어, 각 자치구별 관제 장치의 통신 방식이 제한된 범위에서 호환되고 있다. 무선 통신 기술 관점에서 보면 보안등 관제 시스템에서 양방향 통신을 지원하기 위하여 무선 센서 네트워크 기술이 적용되고 있으며, 다양한 분야에 적용되고 있는 지그비 기술이 대표적이다. 지그비의 경우, 전송거리가 환경에 따라 다르지만 약 10~100[m]로 보안등간의 간격이 좁은 도시 지역은 적합하지만, 시외 지역은 보안등간의 거리가 지그비의 전송거리를 벗어난다. 이를 위해 릴레이 노드를 장착할 수도 있지만 비용 측면에서 적합하지 않다.

본 연구에서 이러한 문제점을 해결하기 위해 프록시와 방화벽에 구애받지 않고 쉽게 통신 가능하고, 플랫폼과 프로그래밍 언어에 독립적이면서 간단하고 확장이 용이하여 시스템 호환성이 우수한 HTTP (HyperText Transfer Protocol) 기반의 SOAP (Simple Object Access Protocol)을 사용한 양방향 보안등 관제 시스템을 개발하였다[6]. 그리고 본 연구에서 사용한 400[MHz] 주파수 대역의 무선 통신이 주파수의 물리적 특성이 우수하고, 전송 거리가 1[km]를

넘어 보안등 무선 통신에 적합하다. 또한 개발한 양방향 보안등 관제 시스템은 보안등의 고장발생 상황을 실시간으로 파악할 수 있으며, 지도와 연계해 자동으로 컴퓨터 화면에 표시되는 위치를 확인할 수 있는 서비스를 제공한다. 이러한 서비스를 위해 포털 사이트에서 제공해주는 오픈 API(Application Program Interface)의 지리 정보 시스템을 사용하여 개발 비용을 절감하였다.

## 2. 시스템 구성

보안등 관제 시스템의 네트워크는 IP 네트워크와 저대역 센서 네트워크로 구성하였다[7]. 저대역 센서 네트워크는 IP 네트워크와 저대역 센서 네트워크 간의 통신을 가능하게 하는 중계기와 보안등을 점·소등하는 점멸기로 구성된다. IP 네트워크는 저대역 센서 네트워크에서 수집한 데이터와 관제에 필요한 다양한 정보를 저장하기 위한 관제 서버와, 이를 읽고 분석하여 보안등의 현재 상황을 파악하여 웹으로 보여주거나, 사용자로부터 명령을 받아 실시간 업데이트 혹은 관제 기능을 수행하는 관제 단말로 구성된다.

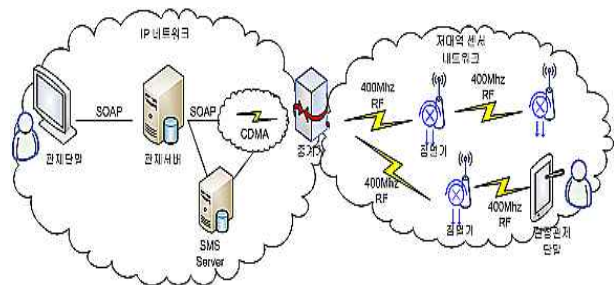


그림 1. 보안등 관제 시스템 구성도  
Fig. 1. Security Light Control System Configuration

점멸기는 초소형 운영체제인 NanoQPlus와 운영체제 상위에 탑재되어 서비스를 제공하는 응용프로그램으로 구성된다. 응용 프로그램은 무선으로 네트워크를 구성하기 위한 저대역 MAC(Medium Access Control) 프로토콜과 라우팅 프로토콜을 포함하고 있다. 저대역 MAC 프로토콜은 널리 알려진 CSMA/

CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 기반의 MAC 프로토콜로, 저대역 망의 느린 데이터 전송률을 고려하여 최소한의 기능만을 가지도록 설계·구현하였다[8]. 저대역 라우팅 프로토콜은 옥외 환경에서 빈번하게 발생하는 링크의 가변성 문제와 단방향 링크 형성 등의 문제를 고려하여, 각 노드들이 이웃 노드들과 양방향 링크를 설정할 수 있도록 설계하였다. 또한 다중 경로를 형성하여 일부 링크의 손실 시에도 종단간(end-to-end)간의 전송이 이루어지도록 하는 특징이 있다.

중계기의 MCU(Micro Controller Unit)는 삼성의 S3C2440을 사용하였으며, 저대역 무선 통신을 위해 별도의 RF 인터페이스 보드를 자체 개발하였다. RF 인터페이스 보드는 MCU로 Atmel사의 Atmega128L을, RF는 프로차일드사의 CS400XWWAA를 사용하며, 중계기의 메인 보드와 시리얼 통신으로 데이터를 주고 받는다. 또한 CDMA(Code Division Multiple Access) 모뎀으로 텔릿와이어스솔루션즈사의 BSM-860 사용을 사용하였으며, RF 인터페이스 보드와 동일하게 시리얼 통신을 사용하여 메인 보드와 데이터를 주고 받는다. 중계기의 운영체제는 임베디드 리눅스 운영체제인 QPLUS를 사용하였다.

관제 서버는 자바 기반의 WAS(Web Application Server)에서 수행되어, 운영체제의 제약을 받지 않고 다양한 플랫폼 위에서 동작 할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 운영체제로 리눅스를 사용하고, WAS는 Apache-tomcat 6.0과 웹 서비스를 위해 Apache의 Axis2, 그리고 데이터베이스로 MySQL를 사용하였다. SMS 송신을 위해서 별도의 하드웨어 장치를 사용하지 않고 SMS 서버를 사용하였다.

관제 단말은 전통적인 웹 기반의 클라이언트 방식에서 마이크로미디어 사의 플렉스(Flex)를 이용하여 사용자 인터페이스의 화려함과 기존의 웹 어플리케이션 프로그램의 제약에서 벗어나 다양한 기능을 자유롭게 제공한다. 또한 오픈 API 지도상에서 보안등을 관제할 수 있는 다양한 인터페이스를 제공한다.

### 3. 보안등 관제 시스템

#### 3.1 저대역 센서 네트워크 어플리케이션

보안등 관제 시스템에서 사용하는 점멸기들은 각각의 노드에 조도 센서, ZCT 센서, CT센서, PT 센서, AC 전압센서, 정전 센서, 개폐장치 센서, 램프의 점·소등을 위한 릴레이를 부착하였고 어플리케이션은 NanoQPlus 기반으로 개발하였다. NanoQPlus는 의료, 환경, 방재, 스마트 홈, 국방, 산업 등의 다양한 응용 분야에 사용할 수 있는 센서 노드용 초소용 운영체제이다. NanoQPlus는 한국전자통신연구원에서 순수 국내 기술로 개발한 초소형 디바이스용 운영체제로 센서 네트워크 구축을 위한 통신 MAC 프로토콜 및 라우팅 프로토콜을 제공하고 있다[9]. 그러나 이것은 2.4[GHz] 대역에 맞게 설계된 프로토콜로서 본 연구에서 사용하는 저대역 RF 통신에는 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 400[MHz] 대역에 적합한 MAC 프로토콜을 CSMA/CA 기반으로 구현하고, 400[MHz] 대역에 적합한 라우팅 프로토콜[10]을 사용하여 저대역 센서 네트워크를 구축하였다. 본 연구에서 사용한 프로토콜은 실외 환경에서의 가변적인 RF세기를 반영하여 네트워크 링크를 형성하며[11], 실외 환경에서의 신뢰성 있는 전송을 위한 다중 링크 형성 등의 특징을 가진다.

#### 3.2 점멸기 어플리케이션

점멸기는 다음과 같은 기능을 가진다.

- ① 램프 제어
- ② 이벤트 통보
- ③ 센싱
- ④ 원격 제어
- ⑤ 자동 출력 차단
- ⑥ 점멸기 테스트
- ⑦ 수동 채널 지정
- ⑧ 상태 LED

점멸기의 동작 모드는 자동모드, 지정시간 모드, 수동모드가 있는데, 점멸기는 설정된 동작 모드에 따라 다른 방식으로 램프를 제어한다. 수동 모드는 점멸기가 램프를 임의로 제어하지 않고, 현재 상태를 유지하는 모드이다. 원격에서 강제로 점등 또는 소등을 수행하거나 점멸기에 부착된 스위치를 작동시키면 점멸기의 동작 모드가 수동모드로 변경된다. 지정시간 모드는 특정 기간과 시간에 점멸기의 램프를 항상 소등하는 모드로, 농촌 지역에서 농작물 환경에 미치는 영향을 최소화하는 방법으로 유용하다. 자동모드는 최대 4개의 제어 요소에 따라 점등 및 소등 시간이 설정되어 동작하는 모드이다. 제어 요소는 제어 모드, 동작 시간, 밝기, 보정시간, 조도 보상시간, 조도 기준치를 항목으로 가진다. 제어 모드는 1년 365일 점·소등 테이블에 따라 동작하는 내장 시간 모드, 점멸기가 설치된 위도와 경도에 따라 점·소등 시간을 계산하여 동작하는 위치 시간 모드, 특정 시간을 임의로 지정하여 점·소등하는 설정 시간 모드가 있다. 추가 동작 옵션으로 기상 변화에 따라 일몰시간과 일출시간에 지정된 시간 보다 일찍 점등하거나 늦게 소등하기 위한 조도 모드를 추가 설정할 수 있다.

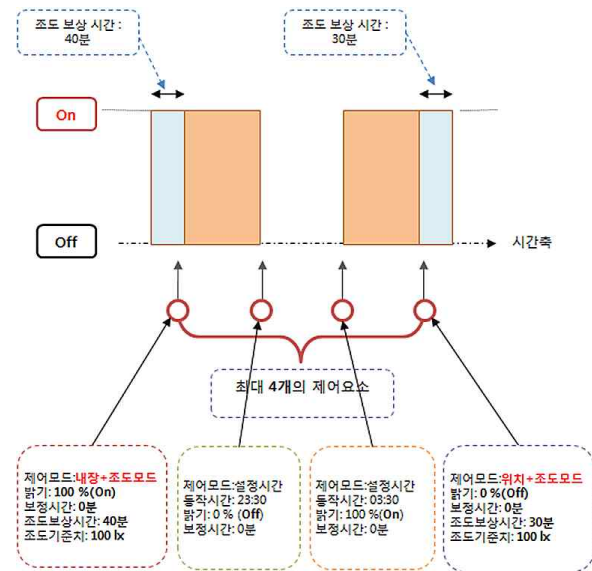


그림 2. 점멸기 제어요소의 설정 예  
Fig. 2. Example of Security Light Control Unit Setup

동작 시간은 점·소등 시간을 의미하며 밝기는 점등 구간에서 밝기 조절(Dimming)을 지원하는 램프의 밝기를 의미한다. 보정시간은 내장 시간 모드와 위치 시간 모드에서 개별 점멸기의 점·소등 시간을 분단위로 시간을 보정을 하기 위한 값이다. 조도 보상시간은 조도값을 센싱하여 일찍 점등하거나 늦게 소등하는 시간을 의미하며, 이때 기준이 되는 조도값이 조도 기준치이다. 그림 2는 제어 요소의 설정 예를 나타내고 있다. 점멸기에서 발생하는 내외부의 상태 변화에 대하여 관제 서버가 인지하기 위해 점멸기는 이벤트 통보 기능을 표 1과 같이 수행한다.

표 1. 점멸기 이벤트의 종류  
Table 1. Event Type of Security Light

이벤트 종류	설 명
점등	점멸기의 램프가 켜진 경우
소등	점멸기의 램프가 꺼진 경우
누전경고	현재 누전 치가 15초 이상 기준치를 초과했을 경우
정전	주 전원이 15초 이상 차단되었을 경우
안정기 이상(주)	안정기에서 신호가 발생하지 않을 경우
램프 이상	점등 구간에서 전원이 인가된 일정 시간이 지난 후에 램프의 CT센서값이 기준치를 만족하지 못할 경우
문 열림	점멸기의 개폐장치가 15초 이상 열렸을 경우
AC 전압 이상	점등 구간에서 AC 전압이 15초 이상 기준치를 초과했을 경우
정상 복귀	“누전 경고”, “정전”, “안정기 이상”, “램프 이상”, “문 열림”, “AC 전압 이상” 이벤트가 발생한 뒤에 정상 상태로 복귀된 경우

(주) 안정기 이상의 경우, 점멸기에 안정기가 설치된 경우만 발생함.

점멸기는 5개의 LED가 장착되어 있으며, 각각의 LED는 점멸기의 상태를 나타내는 기능을 제공한다. 표 2는 각 LED별 점멸 간격이 나타내는 상태를 나타

낸다. 점멸기는 관제 단말뿐만 아니라 현장 관제 단말을 이용하여 시리얼 통신 또는 무선 통신으로 제어할 수 있는 기능을 제공한다.

표 2. LED별 점멸기 상태  
Table 2. Security Light State According to Blink Interval of Each LED

LED#	설명	점멸간격
1	정상 동작	점멸기가 정상 동작(500[ms])
2	램프 상태	안정기 이상(100[ms]), 램프 이상(500[ms])
3	점멸기 상태	RTC 모듈 이상(100[ms]), LUX모듈 이상(500[ms]), 누전 경고(1000[ms]), 정전(2000[ms]), 개폐장치 이상(4000[ms]), AC전원 이상(8000[ms])
4	UART 상태	UART 메시지 수신(100[ms])
5	RF 상태	RF 메시지 수신(100[ms])

점멸기는 매초마다 램프의 상태와 점멸기의 상태를 확인하여 상태가 비정상이면 램프에게 인가되는 전원을 차단하는 기능을 제공한다. 또한 운영 중인 점멸기의 정상 동작 유무를 판단하기 위한 테스트 기능을 제공한다. 점멸기에 부착된 버튼을 눌러 점등 시키고, 점멸기의 LED를 통해 점멸기 상태를 확인할 수 있다. 저대역 무선 통신은 여러 채널이 사용이 가능한데, 점멸기에서 사용하는 채널을 지정하는 기능을 제공한다.

### 3.3 중계기 어플리케이션

중계기는 SOAP 방식의 웹 서비스를 사용하여 관제 서버와 통신을 하는데, 현존하는 대부분의 컴퓨터 언어는 SOAP을 지원하는 외부 라이브러리를 가지고 있다. C 언어 역시 널리 쓰이는 몇 가지 라이브러리가 있는데, 본 연구에서는 gSOAP 라이브러리를 사용하여 중계기의 웹 서비스를 구현하였다[12].

중계기는 시스템 구성 측면에서 저대역 센서 네트워크와 IP 네트워크 사이에 존재하고 동일한 채널을 사용하는 점멸기의 그룹, 즉 하나의 점멸기 셀을 관제 서버와 연결하는 역할을 수행한다. 점멸기의 모든 메시지는 중계기를 통해서 전달되고 반대로 관제 서버의 메시지도 중계기를 통해 점멸기로 전달된다. 그래서 중계기는 점멸기의 리스트뿐만 아니라 점멸기와의 통신에 필요한 저대역 센서 네트워크의 라우팅 테이블 등을 관리해야 한다. 또한 중계기가 CDMA 기반 IP 네트워크를 사용하는 경우, 일시적인 CDMA 망의 장애를 고려하여 관제 서버로 전달되지 못하는 메시지를 저장하는 기능을 수행한다. 점멸기는 점·소등을 위해 RTC(Real Time Clock)을 사용하여 시스템 시간을 유지하는데, 장기간 운영으로 인한 시간오차를 해결하기 위해 중계기는 주기적으로 점멸기의 RTC 값을 보정하는 시간 동기화 기능을 수행한다. 원격에서 관제 서버를 통해 점멸기를 제어할 수도 있지만, 중계기와 시리얼 통신을 하는 별도의 응용 프로그램을 사용하여 점멸기를 제어하거나 중계기의 정보를 조회하고 설정할 수 있는 기능을 지원한다.

### 3.4 관제 서버

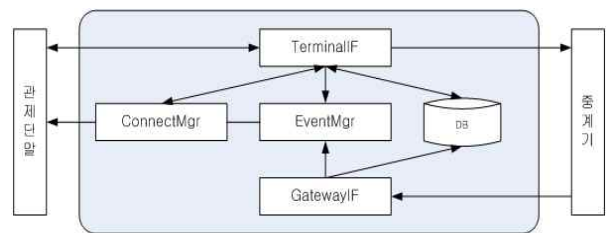


그림 3. 관제 서버 구조  
Fig. 3. Structure of Control Server

관제 서버는 그림 3과 같이 다섯 개의 서브 블록으로 구성된다. 데이터베이스에서 관리하는 데이터는 다음과 같다. 첫째, 네트워크 구성 데이터로서, 중계기의 식별자나 URL, 중계기의 특성, 점멸기의 속성과 등과 같이 네트워크를 구성하는 인자들의 속성 데이터이다. 둘째, 사용자 데이터로서, 관제 단말을 통해서

사용자들에 의해 생성되고, 관리되는 데이터이다. 셋째, 네트워크에서 수집한 데이터로서, 점멸기에서 실시간으로 수집하는 센싱 정보가 대표적인 예이다. 마지막으로 점멸기에서 발생한 이벤트에 대한 데이터로서, 점 · 소등 이력, 점멸기의 상태 이상과 관련된 데이터이다.

Terminal IF는 관제 단말과 관제 서버와 통신하기 위한 인터페이스다. 관제 단말은 Terminal IF를 통해서 관제 서버와 중계기, 관제 단말의 정보를 조회하거나 제어할 수 있다. Terminal IF를 통해 사용자 단말에 제공되는 주요 서비스는 다음과 같다.

- ① 시스템을 사용할 수 있는 사용자에 대한 서비스로서 사용자의 추가나, 삭제, 로그인과 로그아웃 등에 관한 서비스
- ② 중계기의 정보를 조회하거나, 설정하는 것과 같은 중계기 관리 서비스
- ③ 점멸기의 램프를 점 · 소등 하거나 점멸기의 정보를 조회하거나, 설정하는 것과 같은 점멸기 관제 서비스

Terminal IF는 HTTP기반의 SOAP을 이용한다. 즉 RPC(Remote Procedure Call) 방식의 웹 서비스를 이용해 관제 단말에서 관제 서버에 서비스를 요청하는 방식으로 개발하였다. Gateway IF는 중계기와 관제 서버와 통신하기 위한 인터페이스다. Gateway IF도 Terminal IF와 동일한 방식으로 SOAP을 이용한다. 즉 RPC 방식의 웹 서비스를 이용해 관제 단말에서 관제 서버의 웹 서비스를 요청하는 방식으로 통신한다. ConnectMgr는 관제 서버에 접속된 사용자 단말의 인증과 이벤트 전송을 위한 서브 블록이다. ConMgr은 관제 단말의 접속 관리 뿐 아니라, 이벤트의 전달도 책임진다. HTTP 기반의 SOAP을 이용하여 사용자 단말과 관리 서버가 연결되기 때문에, 관제 서버나 중계기, 점멸기에서 생성되는 정보가 실시간으로 사용자 단말에 전달된다. 관제 서버는 EventMgr을 통하여 관제 단말에 전달해야 할 이벤트를 생성하여, ConMgr를 통해 관제 단말에 전달된다.

### 3.5 관제 단말

관제 단말은 그림 4와 같이 세 개의 서브 블록으로 구성된다. UI(User Interface)는 관제 단말을 사용할 수 있도록 웹 브라우저를 통해 사용자에게 제공되는 그래픽 사용자 인터페이스이다. 점멸기를 관제하기 위해 사용자는 UI를 통해 시스템의 관제 기능을 수행할 수 있으며, DataMgr로부터 데이터를 제공받아 사용자에게 보여주는 역할을 한다. 시스템의 정보 요청이나 정보 설정 메시지를 관제 서버로 보내는 역할을 맡고 있으며, 보고받은 데이터는 자신이 저장하고 EvtListener로부터 받은 정보로 관리하고 있는 정보를 갱신하여 항상 최신의 정보를 유지할 수 있다. UI로부터 정보 요청을 받았을 때 DataMgr은 자신이 가지고 있는 데이터는 바로 UI에게 제공하고, 제공할 정보가 없다면 관제 서버로 정보 요청을 하여 응답 받은 정보를 가공하여 UI에게 제공한다. EventListener는 관제 서버로부터 응답메시지나 보고를 하는 이벤트 메시지를 받는 역할을 한다. 정보를 요청하는 메시지에 대한 응답이나 보고를 하는 이벤트 메시지를 관제 서버로부터 받아서 그 정보를 DataMgr가 정보를 갱신할 수 있도록 정보를 전해주는 역할을 한다.

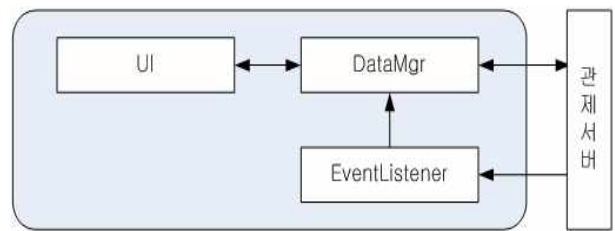


그림 4. 관제 단말 구조  
Fig. 4. Structure of Control Terminal

## 4. 시스템 운영 및 고찰

본 연구에서 개발한 양방향 보안등 관제 시스템의 시험을 위하여 30개의 점멸기, 1개의 중계기, 1개의 서버로 구성된 테스트 베드를 경상북도 경산시 서부동 일대에 설치하여 운영하였다. 테스트 베드는 고속 열

차를 포함한 하루 280대 이상의 열차가 지나 다니는 경부선과, 교통량이 많은 시내 도로, 이면도로, 약 100[m] 폭의 하천을 포함하고 있다. 특히 테스트 베드의 경부선은 고속 열차의 전기 공급을 위한 고압의 전력선이 지나고 있어서 전자파에 의한 간섭이 무선 통신에 미치는 영향을 확인 하였다. 또한 넓은 하천은 점멸기의 최대 가시거리에서의 신뢰성 있는 통신 가능 유무를 확인하였다. 개발한 점멸기의 위치는 재래식 점멸기가 설치된 위치에서 수신 신호 세기를 측정하여 점멸기가 다양한 흡수로 구성되도록 선정하였다. 중계기의 위치는 설치된 점멸기의 중심에 위치하고, 중계기의 네트워크 구성에 따른 점멸기의 응답 속도 차이를 검증하기 위해 CDMA 모델과 Ethernet 장치를 모두 포함시켰다. 그림 5에서 테스트 베드에 설치된 점멸기간의 링크 구성과 수신 신호 세기(RSSI: Received Signal Strength Intensity)는 70 이상의 링크를 파란색 실선, 70~80사이 링크를 녹색, 그리고 80~90사이의 링크를 주황색으로 나타냈다. 그림에서 파란실선은 수신그림에서 좌측 실선이 경부선을 나타내며 우측에 넓은 곡선이 하천을 나타내고 있으며, 두 지형을 지나 통신 링크가 형성하도록 점멸기를 설치하였다.



그림 5. 테스트 베드의 통신링크 구성도  
Fig. 5. Network Topology of Test Bed

점멸기는 일반적으로 전봇대 또는 보안등 폴에 부착되는데, 점멸기의 부착 각도에 따라 수신 신호 세기가 영향을 받기 때문에 최적의 각도를 찾아 부착하였다. 교통량이 많은 도로에 설치된 점멸기는 차량의 전조등에 의한 비정상 동작을 방지하기 위해 차량의 진행 방향을 고려하여 부착하였고, 점멸기의 높이는 지면부터 약 2[m]에 동일하게 부착하였다.



그림 6. 중계기와 점멸기의 테스트 베드 설치 예  
Fig. 6. Security Light and Gateway of Test Bed

중계기는 점멸기의 통신 부하를 고려하여 방사상의 중심에 약 3[m] 높이의 보안등 폴에 설치하였다. 설치된 중계기와 인접한 점멸기는 중계기와 직접 연결되어 애드혹 네트워크를 구성한다. 그림 6은 제작한 중계기와 점멸기가 설치된 모습을 보여준다.

그림 7은 테스트 베드에 설치가 완료된 중계기와 점멸기를 관제 단말에서 등록하는 과정을 보여준다. 중계기와 점멸기는 지도상에서 특정 위치를 지정하거나, GPS 좌표 값을 입력하거나, 또는 주소를 입력하여 등록을 할 수 있다. 그림의 아이콘으로 현재 점멸기의 램프 상태와 이상 상태를 확인할 수 있다. 또한 점멸기 간에 연결된 선을 통해 토폴로지 정보를 확인할 수가 있다. 이러한 정보를 바탕으로 점멸기에 이상 발생시 문제가 되는 점멸기를 파악하는데 도움이 된다. 아이콘을 선택하여 현재 점멸기의 상태를 실시간

으로 조회할 수 있고, 이벤트 발생시 우측하단에 슬라이딩 윈도우를 통해 즉각 인지할 수 있다. 이러한 이벤트들은 데이터베이스에 저장되어 언제든지 조회가 가능하다.

### 5. 결 론

본 연구에서는 저대역 무선 통신 기반 양방향 무선 보안등 관제 시스템을 개발하였다. 개발한 시스템은 저대역 센서 네트워크 기술을 보안등 점멸기에 적용하여, 보안등의 상태를 실시간으로 관제 서버에 전송하고, 웹 응용 프로그램인 관제 단말을 개발하여 보안등 유지 보수 업체나 보안등을 관리 감독하는 사용자들이 웹 브라우저를 사용할 수 있는 PC나 PDA등을 이용하여 보안등의 실시간 모니터링 서비스를 제공한다. 기존의 보안등 관제 시스템들이 지그비를 무선 통신에 이용한 반면, 본 연구에서는 400[MHz] 대역의 주파수를 센서 네트워크의 무선 통신에 이용함으로써 가시거리에서의 전송 거리가 1[km] 이상으로 늘어나 더욱 실용적이다. 본 연구에서는 관제 응용 프로그램에 FLEX RIA 아키텍처를 적용함으로써 사용자 친화적인 인터페이스를 제공하였고, 지도 오픈 API를 보안등 관제에 활용하여 시스템의 개발 및 유지 비용을 줄였다. 또한, 개발한 시스템의 성능을 검증하기 위하여 실제 주거지역에 센서 네트워크를 구축하여 개발한 하드웨어 및 소프트웨어들의 기능을 확인하였으며, 400[MHz] 대역에 적합한 센서 네트워크 MAC 프로토콜 및 라우팅 프로토콜을 개발하였다.

센서 네트워크와 관련된 많은 기술적인 연구들이 수행되고 있고, 연구의 결과를 다양한 분야에 접목을 시도하고 있다. 이러한 맥락으로 보안등 관제 시스템에 400[MHz] 대역의 센서 네트워크 기술을 접목하고 있으나, 실제 필드에 설치하여 상용화까지 진행한 사례는 찾아볼 수 없다는 점에서 본 연구는 그 의의가 있다고 할 수 있다.

### References

- [1] 정종욱, 정진수, “국내 보안등 운용실태 조사 및 유지관리성 검토 연구”, 한국조명전기설비학회지, Vol. 22, No.8, pp. 89-95, Aug, 2008년.
- [2] 행정안전부 재난안전정책과 2009년 7월 4일 보도자료, “안전□안심□안정 중심의 안전도시 만든다”.
- [3] 동아일보 기사, “깜박 가로등? 똑똑한 가로등!”, 2009년 3월 20일.



그림 7. 관제 단말 운영 화면  
Fig. 7. User Interface of Control Terminal



- [4] 정종욱, 정진수, 김선구, “자동 점멸식 보안등 점검함 개발”, 조명전기설비학회논문지, Vol. 22, No. 10, pp. 34-40, Oct, 2008.
- [5] 광성훈, “U-Safe City 인프라로서의 ICT 융합형 보안등 시스템”, 제13회 차세대 통신소프트웨어 학술대회, pp. 76-78, Dec, 2009.
- [6] W3C Recommendation, “SOAP Version 1.2 Part 1: Messaging Framework”, Jun, 2003.
- [7] 이상호, 김규형, 이석진, “저대역 RF 기반 보안등 관제 프로토콜 설계”, 제13회 차세대 통신소프트웨어 학술대회, pp. 79-81, Dec, 2009.
- [8] IEEE, 802.15.4TM-2006, “Part 15.4: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)”.
- [9] nano qplus 홈페이지, <http://www.qplus.or.kr>
- [10] 김규형, 강현우, 이석진, “저대역 RF를 사용한 센서 네트워크 시스템 설계”, 대한임베디드공학회 추계학술대회, IS1-p35, Nov, 2009.
- [11] 김정식, 강현우, 김규형, “Pseudo 3-Way Handshake를 사용한 RSSI 기반의 네트워크 링크 형성 방법”, 대한임베디드공학회 추계학술대회, IS1-p37, Nov, 2009.
- [12] gSOAP 공식 사이트, <http://gsoap2.sourceforge.net/>

◆ 저자소개 ◆



**이호근**(李昊根)

1967년 2월 1일생. 1991년 영남대학교 전기공학과 졸업. 1993년 영남대학교 전기공학과 졸업(석사). 2008년 영남대학교 박사과정 수료. 1993~1997년 한국전자통신연구원. 1997~2002년 해동정보통신연구부장. 2006년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원.



**이상호**(李尙鎬)

1980년 9월 8일생. 2003년 영남대학교 컴퓨터공학과 졸업. 2005년 영남대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2005~2007년 에이디칩스 전임연구원. 2007년~현재 한국전자통신연구원 연구원.



**이석규**(李錫圭)

1956년 12월 7일생. 1979년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1981년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 Dept. of Electrical Eng. Univ. of California Los Angeles 졸업(박사). 1982년~현재 영남대학교 전기공학과 교수.



**최정원**(崔丁元)

1971년 8월 26일생. 1995년 영남대학교 전기공학과 졸업. 2002년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 2003~2006년 (주)STX중공업, 2009년~현재 영남이공대학 전기자동차과 교수.