

로버스트 유무선 보안시스템을 위한 송수신 모듈의 설계

박성결*, 이재민**

요약

본 논문에서는 종래의 보안관리 시스템과 송수신 모듈의 단점을 개선하기 위해 유무선 복합기능의 송수신 모듈과 이를 사용한 신뢰성 높은 실시간 보안시스템을 제안한다. 제안하는 복합 송수신모듈은 RF 제어 회로와 무선 송수신 회로로 구성된다. RF제어회로는 저전력 협대역 RF 송수신 시스템으로서 마이크로프로세서의 레지스터에 저장되어 있는 특정 주파수 대역을 불러올 수 있고, 임의로 값을 쓰거나 읽어 들여 임의 주파수의 송신출력을 사용자가 제어할 수 있도록 설계한다. RF 송신 모듈의 동작을 위한 구동 알고리즘을 제시하고 설계한 복합 송수신 모듈과 동작 알고리즘을 시작점으로 구현하여 실험을 통해 유효성을 확인한다.

키워드 : 유무선 보안 시스템, 로버스트 통신시스템, 통합 송수신 모듈, RF 제어회로

A Design of Transceiver Module for Wire and Wireless Robust Security System

Sung Geoul Park*, Jae Min Lee**

Abstract

In this paper, a design of transceiver module for real-time wire and wireless robust integrated security system to solve the problem of conventional security system and its transceiver module is proposed. The presented robust integrated security system is designed with RF control unit and wireless transceiver module. A RF controller in transceiver module works as a low-power RF transceiver system. It is designed to use specific bandwidth stored in registers and manipulate RF power of transceiver by accessing the random values of registers. Operation algorithm for RF transceiver module is also presented. The designed transceiver module and the operation algorithm are implemented and verified by experiments.

Keywords : Wire and Wireless Security System, Robust Integrated Communication System, Integrated Transceiver Module, RF Controller

1. 서론

※ Corresponding Author : Jae Min Lee

Received : June 05, 2016

Revised : June 27, 2016

Accepted : June 30, 2016

* Department of Electronic Engineering,
Catholic Kwandong University (M.S)

Tel: +82-33-649-7552, Fax: +82-33-647-7550

** Department of Electronic Engineering,
Catholic Kwandong University
email: leejm@cku.ac.kr

▣ 이 연구는 가톨릭관동대학교 학술연구비에 의해 지원되었음 (CKURF-201600910001)

최근 각종 범죄사건, 사고, 테러 등이 급격히 증가하고 있고 그 형태도 다양화되고 있어 이에 대응한 보안수요 또한 증가하고 있으며 보안 시스템에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다.[1-8] 전자장비에 의한 감시방식의 경우, 보안 대상지역에 각 구역별로 감지센서를 배치하고, 이들 감지센서를 유선 또는 무선으로 연결하는 방식이 보편적으로 사용되고 있다. 감지센서에 의해 외부침입자가 감지되면 중앙관리실(상황실)에 감지신호가 전달되거나, 경광등, 경보음이 발생함으로써 외부 침입이 있음을 알려 보안요원이 현장에 출동하여 직접 확인하게 된다. 그러나

이러한 종래의 보안시스템은 보안 대상지역의 면적이 광범위한 군부대나 종교시설 그리고 문화제와 같은 경우 또는 산악지역인 경우에는 환경적 요인으로 감지센서들에 고장이 발생하면 센서와 중앙관리실 사이의 거리와 지형적인 문제로 인해 신호의 전달이 원활하지 못하고 음영지역이 발생할 수 있어 외부침입자를 실시간으로 감시하는데 한계를 보이는 문제점을 가지고 있다[1-3]. 현재 실제로 사용되고 있는 보안시스템은 유선이 차지하는 비중이 90%이상이고 무선이 운영되는 곳은 10% 정도에 불과하여 보다 다양한 서비스와 운용을 위해 무선방식의 기술 개발과 활용이 요구된다[3,8,9.]

본 논문에서는 이와 같은 문제점들을 고려하여 유무선 복합기능의 송수신 모듈과 이를 사용하여 신뢰도가 높은 로버스트 실시간 보안시스템의 구성 및 설계기법을 제시한다. 보안 대상지역에 통합감지센서를 설치하고 무선으로 중앙관리실과 양방향으로 통신하여 외부자의 출입을 실시간으로 감시함으로써 보안 공백을 줄일 수 있을 뿐 아니라 내부의 보안도도 높일 수 있다. RF 제어회로와 무선 송신 모듈, 무선 수신 모듈의 동작 알고리즘과 유무선 복합송수신 동작 알고리즘을 설계하고 이들을 프로토타입으로 구현하여 설계의 유효성을 확인한다.

2. 실시간 운용상태 전송기능의 통합송수신 모듈설계

주요 보안 대상지역에 실용적으로 설치되어 사용되고 있는 기존의 유무선 보안 시스템에서는 다음과 같은 문제점들이 발견된다.

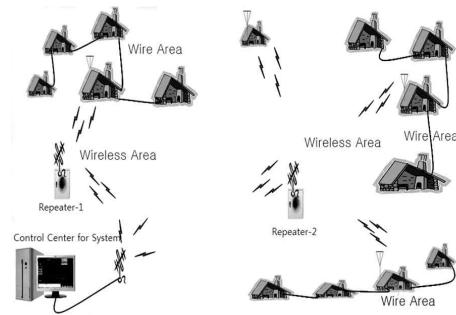
- (1) 보안 시스템의 송수신모듈로부터 불필요한 신호의 재전송
- (2) 불필요한 송신으로 인한 송수신모듈과 중앙 통합 송수신기의 배터리 소모 및 주파수 점유
- (3) 제어모듈에는 점검버튼이 배치됨으로써 자체 컨디션 테스트(Condition Test)를 실시
- (4) 보안상황 발생 시 조명탑의 점등 수를 필요에 따라 유연하게 대처하지 못함.
- (5) 전이중통신(Full duplex) 방식 채용의 부재로 인해 데이터손실 발생.

- (6) 장애 발생 시 유무선 통신의 전환이 불가능하거나 원활하지 못함.

2.1 유무선 복합보안시스템 구성

제안하는 (그림 1)과 같은 유무선 복합 보안 시스템의 구성을 통해 기존 시스템이 광범위한 보안 대상지역이나 산악지역과 같이 접근과 이동이 어려워 실시간으로 외부침입자를 감시하고 조치하는 어려움을 갖는 문제를 효과적으로 해결할 수 있다.

(그림 1) 로버스트 유무선 보안시스템 개념도



(Figure 1) Concept scheme of robust integrated security system

제안하는 유무선 복합보안시스템에서 송수신 모듈은 감지 신호가 입력되는 센서포트와 터미널 포트에 입력된 신호를 변환하여 MCU 제어보드로 전달한다. 센서포트는 복수개의 포트 구성하여 마그네틱 센서, 열 감지 센서, 화재감지센서, 충격감지센서, 적외선 센서, 레이저 센서, 광 센서 등 다양한 센서와 송수신 할 수 있도록 한다. 터미널 포트는 다수개의 센서, AC전원 포트, DC전원 포트, 경광등 포트, 사이렌 포트, 배터리 포트, 태양전지판넬 포트 등으로 이루어지는데 각 센서포트 및 전원 공급부와 연동하고 신호를 MCU 제어보드로 보낸다.

이와 같이 센서 등 외부 기기들이 터미널에 접속되어 서로 신호를 공유하며 송수신모듈은 터미널로부터 신호를 입력받아 센서의 이상 유무를 파악하게 된다. 송수신모듈은 각 센서로부터 입력된 신호에 의하여 상황 발생을 인지하고, 신호를 분석하여 충격, 빛, 적외선, 마그네틱 등

으로 구분한 후 RF모듈을 통하여 중앙 통합 상황실로 전송한다. 센서로부터 신호가 입력되면 이를 중앙 통합 상황실로 송신한다. 그리고 중앙 통합 상황실에서는 송수신모듈로부터 신호가 입력되면 해당 송수신모듈로 수신완료 신호를 전송하여 재전송 되는 것을 방지한다. 송수신모듈은 상황이 발생하면 옥내외의 경광등 점멸과 함께 사이렌을 울림으로써 상황이 발생했음을 주위에 전파하게 된다. 이때, 송수신모듈과 중앙 통합 송수신기의 배터리 및 주파수 관리를 위하여 불필요한 송신을 방지하기 위하여 소정 시간 간격과 소정 횟수만큼만 통보가 이루어지도록 설정할 수도 있다. 또한 제어모듈은 송신신호의 레벨 값을 설정할 수 있으며 제어모듈의 점검버튼을 이용하여 자체 컨디션 테스트를 실시할 수 있다.

신호가 중계기를 통하여 중앙 통합 송수신기에 전송되는 경우 중앙 통합 송수신기는 해당 ID를 인식함으로써 몇 번 중계기를 경유하여 수신되었는지를 파악할 수 있다. 송수신모듈에 의하여 처리된 신호는 RF모듈에 의하여 외부로 전송되며 시리얼포트를 통하여 출입구 및 인접구역에 배치된 조명탑 등을 제어함으로써 상황에 유연하게 대처할 수 있다.

RF모듈은 FSK변조 신호를 사용하여 데이터 손실을 최소화하도록 구성하는데 RF모듈에 의하여 송수신되는 신호는 안테나를 통하여 외부로 송출되거나 수신될 수 있다. 전원부는 AC전원 혹은 DC전원을 사용하며 전원의 사용이 불가능한 장소에서는 태양전지 등을 이용하여 전원을 공급받거나 배터리를 충전한다.

송수신모듈에서 디지털 데이터로 변환된 신호는 헬리컬(Helical) 안테나 또는 휘프(Whip) 안테나 등을 통해 중앙 통합 송수신기로 송출하거나 외부의 신호를 수신한다.

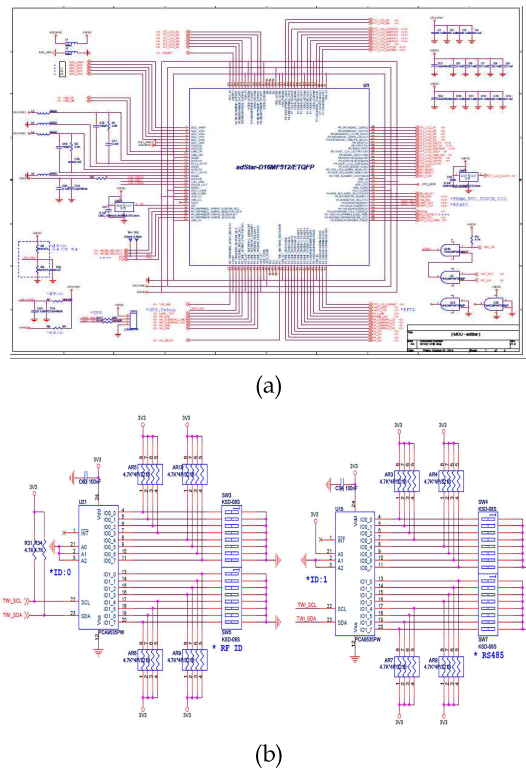
이러한 특성으로 인하여 제안하는 유무선 복합 보안 모듈을 사용하는 보안시스템은 기존의 유선이나 무선으로 구성된 보안시스템의 한계를 극복하고 사용상의 편리성, 응용성 및 관리의 효율성 등을 제공할 수 있다.

2.2 복합 송수신 모듈설계

2.2.1 RF 제어회로 설계

(그림 2)는 송수신모듈의 RF 제어회로도이다. RF제어회로는 저전력 협대역 운용으로 사용 범위가 매우 넓은 특징을 가지고 있는 모듈(A3060B)을 사용한 RF칩과 인터페이스 회로로 구성한다. CC1120의 레지스터를 통하여 주파수 송신출력 통신 속도 및 지원 하는 값의 Read/Write 동작을 통해 다양한 제어가 가능하다.

(그림 2) RF 제어회로
(a)MCU 제어부 (b)주변 입출력 인터페이스



(Figure 2) RF control circuits
(a)MCU Control Part (b)I/O Interface

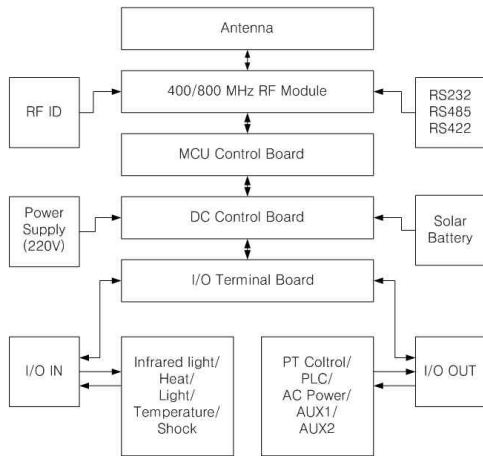
RF 제어회로는 중계기 ID, 설정모드 RF/ID RS485와 RS422의 시리얼 포트를 제어하여 IN I/O 포트에 입력이 없어도 다수의 송수신기를 제어한다. RF/CH 송수신기는 전파의 효율성을 보장하고 혼신 발생을 방지하기 위해 양방향모드로 데이터를 송신하기 전에 현재 채널에서 수신되는 신호가 없을 경우에 송신을 한다. 또한

데이터를 송신하기 전에 0.5초 지연한 후 송신을 하며 송신 후에도 0.5초 이상 지연이 이루어지는데 이를 통해 전송하는 데이터의 크기를 줄일 수 있게 된다.

2.2.2 통합송수신 모듈

(그림 3)은 제안하는 통합 송수신 모듈의 블록도이다. 안테나로부터 수신된 신호는 RF회로에 의해 MCU 제어보드로 전달된다. 마이크로컨트롤러는 송신기의 ID 그룹, 중계기 ID 및 중계기 그룹 등을 선택하여 S485 또는 I/O터미널 보드를 경위하여 I/O OUT내 전송하며 전송된 데이터는 다시 PC 또는 전용 통합송수신기에 전달되어 최종적으로 필드의 이벤트를 알리게 된다. 통합송수신기가 경보 신호를 받으면 RS485와 RS422를 이용하여 이벤트 발생한 ID를 추적하거나 또는 능동적으로 데이터 값을 전송할 수도 있다. DC컨트롤 보드는 태양광 발전량 및 AC전압을 실시간 감지하고 MCU제어보드는 RF모듈을 통하여 이 값들을 안테나로 송신한다.

(그림 3) 통합 송수신 모듈의 블록도



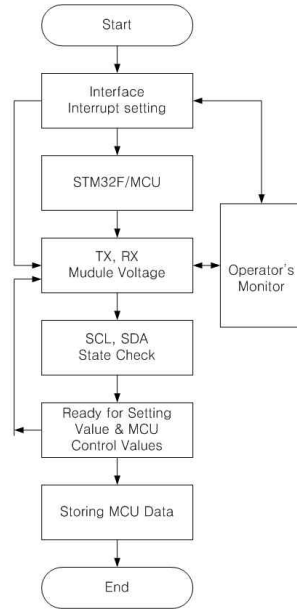
(Figure 3) Block diagram of integrated transceiver module

2.2.3 통합 송수신 동작 알고리즘

(그림 4)는 통합송수신기 동작 알고리즘을 나타낸 것이다. 필드의 이벤트값에 의하여 필드전압 및 전류가 발생되면, MCU에 의해 송수신 모

듈이 동작하고, 데이터들은 MCU 제어값에 저장되고 운영자는 이들의 상황을 실시간으로 모니터링한다. 이벤트 상황이 끝나면 인터럽트 설정에 의하여 통합송수신기는 모듈전압 대기모드로 진입한다.

(그림 4) 제안하는 통합 송수신기 동작 알고리즘



(Figure 4) An operation algorithm of proposed integrated transceiver

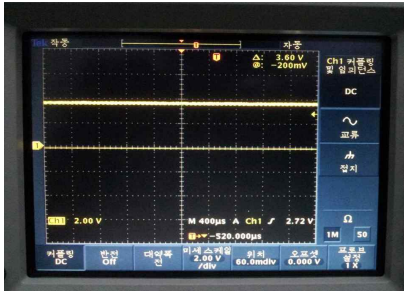
3. 실험 결과 및 검토

3.1 실험 결과

설계한 통합송수신 모듈의 동작을 확인하기 위해 센서와 MCU의 인터페이스 즉 입출력 포트의 동작을, 다양한 센서군의 매칭을 위해 선로 손실 및 주변 환경을 고려하여 최소값과 최대값 범위 내에서 값을 가변하면서 시험하였다. (그림 5)는 측정된 전압감지 센서의 입력파형을 나타낸 것이다. 전압을 송수신기보드의 입출력 포트에 입력하여 전압전류의 폭을 가변함으로써 RF의 변화를 시험할 수 있었으며 가변전류의 폭을 프로그램으로 제어할 수 있음을 확인하였다. 전류 폭의 제어는 센서와의 거리문제에 있어서 선

로상의 저항에 의한 전압 또는 전류의 변동에 대처하는데 유용하다.

(그림 5) 전압감지센서의 입력파형



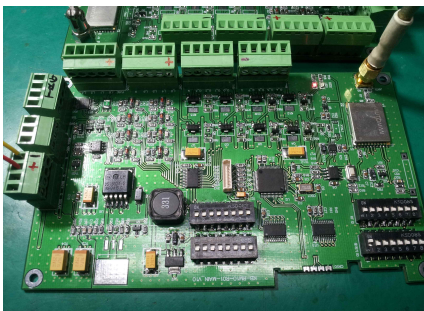
(Figure 5) Input signal wave of voltage sensor

(그림 6)은 (그림 5)와 같이 센서들에 의해 감지되는 신호들을 RF로 변화하여 송신하는 회로이며, 각각의 입출력 포트에 입력되는 값에 따라 다양한 처리가 가능한 송수신보드이다.

사용하는 환경을 고려하여 필드에서 설정할 수 있는 DIP 스위치를 채택하였고 DIP 스위치를 이용하여 주파수 ID, 통신속도, TX 또는 RX 단방향 및 양방향 모드, 연속TX 이벤트 시 TX, 혼신 시 주파수 이동 등 다양한 선택을 할 수 있다.

각각의 DIP 스위치에 의해 송수신이 자동적으로 처리되며 또한 중계기의 역할도 수행한다.

(그림 6) 송수신 모듈의 시작품 보드

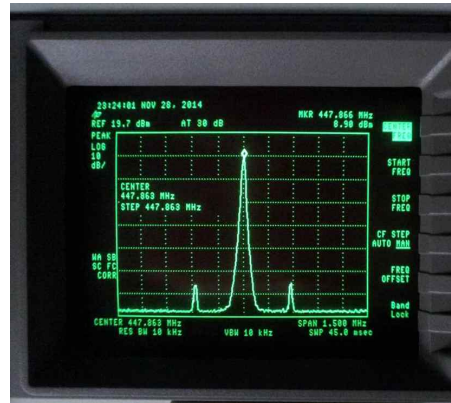


(Figure 6) Prototype board of transceiver

(그림 7)은 (그림 6)의 송신보드에 의해 송신된 RF출력 파형을 나타낸 것이다.

주파수의 출력은 DIP스위치에 의해 결정되며, 타 통신에 혼신을 일으키지 않도록 송신 전에 수신되는 주파수가 없을 경우에만 송신한다. 수신되는 주파수가 있으면 프로그램에 따라 서비스모드로 처리한다. 예를 들어 5회 이상 송신이 없으면 경보를 발생하거나 설정 채널로 이동한다.

(그림 7) 송신된 RF 파형



(Figure 7) Transmitted RF signal wave

3.2 기존 기술과의 비교

제한한 송수신모듈을 기존 기술로 제작된 모듈과 자료 및 실험 등을 통하여 (표 1)에 비교하였다.[10]

(1) N 사 모듈-1

현장테스트 중 여러 번의 에러가 발생하였으나 가장 빈번하게 발생하는 문제는 전원의 불안정이다. 전원부에 정전압 IC를 사용하고 있으나 전압의 편차, 노이즈 및 주위환경에 의해 모듈이 동작은 중지되었고 주파수 편차와 안정도도 낮았다.

실험 중에 가장 까다로운 부분은 철탑 주변의 높은 썬지 전압 (surge voltage)이 걸릴 경우 빈번히 측정 장비가 다운되는 현상이었으며 시스템을 수납하고 있는 케이스의 개폐가 불편한 구조적 문제도 가지고 있다.

<표 1> 제안하는 송수신모듈과 기존모듈의 비교

	Module Specification Compared	Module-1 (N Inc.)	Module-2 (N Inc.)	Module-3 (T Inc.)	Proposed Module
1	frequency	447 MHz	447 MHz	447 MHz	424MHz, 447MHz
2	frequency channel	8 ch	8 ch	8 ch	20ch, 24ch
3	RF power	10 mW	10 mW	10 mW	≤ 10 mW
4	RX spectrum	x	x	x	○
5	TX input sensing	x	x	x	○
6	IN : I/O	x	x	x	○
7	OUT : I/O	x	x	x	○
8	Bidirectional (TX, RX)	selectable	unidirectional	selectable	bidirectional (active type)
9	RS232, RS485, RS422	RS232, RS485, RS422	RS232	RS232, RS485, RS422	RS232, RS485, RS422
10	Solar power	x	x	x	○
11	2400bps~9600bps	2400bps~ 9600 bps	2400 bps	2400 bps	2400bps~ 9600bps
12	Power Voltage	12 V	5 V	12 V	2 V ~ 38 V
13	Power dissipation	60 mA	150 mA	100 mA	40 mA
14	Voltage sensing	x	x	x	○
15	Modem Type	FSK	FSK	FSK	GFSK, FSK, 2DFSK

<Table 1> Comparison of proposed transceiver module and conventional transceiver modules (O:Yes, X:No)

(2) N사 모듈-2

가장 최근에 설계 출시된 송수신모듈이며 타 장비에 비해 전원의 안정성은 높으나 모듈이 다운되면 전원을 Off하여 초기화를 해야 하는 단점을 가지고 있다.

가장 큰 문제점은 RF 주파수 불안정과 출력 저하 등의 오류가 종종 발생하며 상시 출력이 송신되는 방식이어서 데이터의 인가 유무에 관계없이 전파 자원이 낭비되는 점이다. 지속적으로 전파가 송신되면 송신단의 출력 트랜지스터

의 고장과 나아가 회로 주변에 있는 소자들의 고장을 발생하기도 한다.

(3) T사 모듈

주파수가 온도변화에 민감했으며 전원 또한 불안정하여 썬지 차단 필터를 설치해야 시험이 가능했다. ANT 콘넥터는 TNC 타입이어서 다른 모듈과 완전하게 호환되지 않으며 ANT 콘넥터에서의 RF신호 손실은 N사와 T사가 모두 문제점을 드러냈다. 모듈이 동작할 때 전력 소모가 연속적으로 발생하는 문제도 가지고 있었다. 반

면 주파수 채널 위치를 실시간으로 확인 가능하도록 LED로 표시하여 현재 주파수가 있는 위치를 한 눈에 알 수 있게 하였다.

4. 결론

본 논문에서는 실시간 유무선 복합 보안모듈과 이를 사용한 로버스트 보안시스템의 설계를 제안하였다. 이를 위해 RF 제어회로와 무선 송신 모듈, 무선 송신 모듈 동작 알고리즘과 통합 송수신 모듈 알고리즘을 설계하고 이들을 시제품으로 구현하여 설계의 타당성을 증명하였다.

제안하는 시스템은 다음의 장점을 갖는다.

(1) ISM 밴드 및 지정주파수의 양방향 유무선 데이터 송수신 통신환경을 활용한 보안대상지역의 출입 통제에 관한 통합 보안관리 솔루션으로 유사 시 발생할 수 있는 외부 침입 및 기존 유선환경에서의 절단, 쇼트 등으로 인한 출입보안 통제의 취약점을 강화하였다.

(2) 보안대상지역의 출입 이상 유무를 감시하도록 시스템을 구성함으로써 출입구에 설치되는 통합감지센서(충격감지, 열 감지, 빛 감지, 화재 감지 등)를 통하여 발생된 신호를 디지털화 하여 관리콘솔의 실시간 통합 보안관리 시스템 및 단말기별 소지 관리자에게 위험신호와 데이터신호를 송신함으로써 즉각적인 행동을 취할 수 있도록 구성하고 현재의 운영상황을 송신 장비의 RF Signal Level, 온도상태, 잠금장치 상태, 배터리의 1차 및 2차 잔량 표시, 기타 옵션 등의 상태를 관리자에게 제공함으로써 향상된 운영 상태와 보안성을 갖는다.

(2) 기존의 유선방식에서 나타나는 설치상의 난해한 전선 매립으로 인한 단점을 개선하고 양방향 유무선 데이터송수신 방식과 설치 운영의 용이함으로 언제든지 사용자가 상황에 맞도록 적용할 수 있어 외부의 노출 및 침입으로 인한 자산과 인명손실에 적극 대처할 수 있을 뿐만 아니라, 휴대용 단말기를 소지한 사용자의 만족도를 극대화 시킬 수 있고 따라서 외부침입으로 인한 위험도를 낮추어 안정된 감시활동과 각종 관리업무의 효율성을 증진시킬 수 있다.

(3) 유무선통신상에서 복합감지센서와 실시간 통합 보안관리 시스템의 운영관리서버 간 양방

향 유무선 통신 보안 관리를 위한 새로운 모델로서 이를 기반으로 다양한 응용분야에 폭넓게 활용할 수 있다.

(4) 장애 발생 시 유효한 유무선 통신 채널로 전환이 가능하여 시스템의 고장 감내성(Fault Tolerance)이 높다.

(5)타 모듈은 PC 및 이와 동등한 장비가 꼭 부수되어야 이와 연동해서 하나의 시스템이 완성되지만 제안하는 방식에서는 송신기와 수신기만으로 하나의 시스템이 구성된다.

References

- [1] Jae Hyun Yoo, Young Jin Nam, Doo Yong Kim, Kwang Min Park "Development of a Central-Control Security System using Magnetic Sensors" Soonchunhyang H. technology, Vol. 16, No. 1, pp.27-30, 2010.
- [2] Sea Hyeon Nam , You Chung Chung , "Military Entrance Control System Using Military Insignia UHF RFID Tags," Journal of KICS, Vol.38C, No.11, pp. 966-971, Nov. 2013.
- [3] Wol-Su Jang, Jung-Young Choi, Jong-In Lim, "A Study on Method of Setting up Defense Integrated Security System," Journal of KIISC., Vol.22, No.3, pp.575-584, June 2012.
- [4] Jeong Sook Kim, Cheon Shik Kim, Eun Jun Yoon, and You Sik Hong, "Remote Secure Entrance Control System using RFID and TCP/IP," Journal of IEIE, Vol.45, No.6., pp.60-67, Nov. 2008.
- [5] Hyoung Seok Min, Sang Bin Lee, Sun Shin An, "Design and Network Implementation of Sensor Node for Wireless Sensor Networks," Proceedings of KII SE, Vol.34, No.1, pp.195-198, June 2007.
- [6] Gi Hwan Son, Jin Ho Choe, Gi Lyong Kwon, Eung Su Kim, "Fabrication of Security System for Preventing an intruder Using a Complex Programmable Logic Device(CPLD), Journal of Sensor Science and Technology, Vol.12, No. 1, pp.44-55, Jan. 2003.

[7] Seok-Woo Hong, Kui-Nam Kim, "Monitoring of Museum Exhibit's the Intensity of the Light using the Sensor Network," Proceedings of KIIT Summer Conference, pp.500-502, May 2010.

[8] Gui Jung Kim, "The Construction of Access Control System Using RFID," Proceedings of KOCON, International Conf. on Convergence Content, Vol. 5, No.1, pp.26-30, June 2007.

[9] Min-Su Kim, Dong-Hwi Lee, Kui-Nam Kim, "A Study of Guaranteeing Security of A Building by Using the Double Entrance-Control System," Convergence Security Journal, Vol.12, No. 4, pp.123-129, Sept. 2012.

[10] Sung Geoul Park, "Analysis Data of Industrial Wire and Wireless Transceiver Modues," Geumboo Electronic Communication Co, 2014.



박성걸

2013년 : 관동대학교 전자정보통신공학부 전자공학과(공학사)
2015년 : 가톨릭관동대학교 대학원(공학석사)

관심분야 : 무선원격계측 시스템, 태양광발전 시스템



이재민

1979년 : 한양대학교(공학사)
1981년 : 한양대학교 대학원(공학석사)
1987년 : 한양대학교 대학원(공학박사)

1990년~1991년 : 일리노이대학(Urbana-Champaign) Post-Doc. (한국연구재단)

1992년~1994년 : 관동대학교 전자계산소 소장

1994년~1996년 : 대한전자공학회 강원지부장

2011년~2013년 : 관동대학교 공과대학 학장, 방재대학원장

2011년~2013년 : 관동대학교 공학교육혁신센터장

2010년~현재 : 한국정보전자통신기술학회 부회장

관심분야 : SoC 및 컴퓨터회로 설계, 태양광발전 시스템, LED 감성조명, 공학교육콘텐츠 설계