

마이크로 컨트롤러에 기반한 LED 조명 통신 종합 제어 시스템 구현에 관한 연구

이정훈*, 김찬**[Ⓞ], 차재상* 정회원

A study on implementation of integrated control system for LED communication based on micro controller

JungHoon Lee*, Chan Kim**[Ⓞ], Jaesang Cha* Regular Members

요 약

본 논문에서는 사용자가 존재할 때만 LED 조명을 활성화해서 통신 기능을 수행하고 사용자가 없을 때에는 자동으로 LED 조명을 비활성화 할 수 있는 종합 제어 시스템 기반 기술을 디자인하고 구현하였다. 이 시스템은 마이크로 컨트롤러를 이용한 사용자 감지 기능을 수행하는 HW 모듈과 웹을 통한 종합 제어 시스템 SW 모듈로 구성된다. 마이크로 컨트롤러 보드는 ATmega2560를 이용하여 설계하고, 적외선과 초음파 센서를 이용하여 사용자 유무를 판단하였으며, 웹 기반의 모니터링 시스템은 스마트 디바이스를 통해서 제어할 수 있도록 구성하였다. 두 모듈의 연동 테스트를 통해서 본 시스템의 유효성을 검증하였다.

Key Words : ATmega2560 MCU, LED Communication, 종합 제어 시스템

ABSTRACT

In this paper, we implemented total monitoring system in which LED light turned on only when user detected and LED light turned out only when user disappeared. This system is composed of two modules, one is HW board based on Micro Controller and the other is SW control system based on Web server. Micro controller board is based on ATmega2560 chip which is connected with Infra Red and Ultra sonic sensors. Web based monitoring system was designed can be used in smart device. The validity of this monitoring system was proved by integration test of two modules.

I. 서 론

LED는 일반적인 조명 시스템으로의 사용뿐만 아니라, 기존의 RF(radio frequency)통신을 대체할 수 있는 친환경 무선 통신 매체로서, 고속점멸을 통하여 데이터를 전송할 수 있는 특징이 있다. LED를 이용한 통신은 모든 건물 내부에 필수적으로 설치되어 있는 조명 인프라를 기반으로 하는 것으로서 별도의 통신 시스템 구축비용 없이 설치가 가능하다는 장점이 있다. 이에 따라 많은 학자와 업계 관계자들이 LED를 이용한 통신 시스템에 관한 연구를 활발히 진행하고 있다[1-3].

LED는 빛을 이용하는 통신이기 때문에 사용하지 않을 때에도 LED를 활성화 시켜놓는 것은 LED가 아무리 효율이 좋은 조명이라 할지라도 국가적으로 매우 큰 에너지 손실이

아닐 수 없다. 그러나 현재까지의 대부분의 연구는 LED 통신 자체에 머물러 있었고, 그것을 효율적으로 잘 사용하기 위한 분야에 대한 연구는 미진하였다. 따라서 본 논문에서는 사용자가 서비스 지역에 있을 때에만 LED를 활성화 시켜서 사용할 수 있는 응용 기술에 대해서 연구하려 한다. 이를 위하여 적외선, 초음파 센서를 통해 인체를 감지하고, 마이크로 컨트롤러를 기반으로 LED 조명 통신을 제어하며, 웹 기반 시스템 구축으로 별도의 리모콘 및 스위치 필요 없이 스마트폰을 이용해 편리하게 제어할 수 있는 기반 기술에 대해서 연구하고 그 성능을 평가하고자 한다.

다음으로 이어지는 2장에서는 마이크로 컨트롤러를 이용한 사용자 감지 시스템에 대해서 연구하고, 3장에서는 웹을 이용한 LED 통신 종합 제어 시스템에 대해서 다룰 것이며, 4장에서는 마이크로 컨트롤러 메인보드와 웹 서버 연동을

* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 (일부)지원으로 수행되었습니다.

**서울과학기술대학교 전자 IT 미디어공학과, **인텔렉추얼디스커버리(주) 경영기획팀, [Ⓞ]교신저자 : (kchant@naver.com)

접수일자 : 2012년 8월 1일, 수정완료일자 : 2012년 8월 12일, 최종 게재확정일자 : 2012년 8월 22일

통한 제어 시스템 유효성을 검증할 것이고, 5장에서 결론으로서 논문을 마무리하려 한다.

II. 마이크로 콘트롤러를 이용한 사용자 감지 시스템

마이크로 콘트롤러를 이용한 사용자 감지 시스템은 그림 1과 같이 크게 네 개의 부분으로 구성된다. 그 핵심이 되는 것이 ATmega2560 MCU를 사용한 메인 제어 보드로서, 적외선과 초음파 센서에서 들어온 데이터를 이용하여 사용자가 있을 경우에는 LED 조명을 자동으로 활성화시키고 일정 시간동안 사용자가 감지되지 않으면 자동으로 비활성화하는 역할을 수행한다. 또한 센서의 상태 변화나 LED를 활성화 또는 비활성화하는 등의 이벤트가 발생할 경우에는 RS232 통신을 통하여 PC 서버에 상태를 알린다. PC 서버는 메인 제어 보드에서 제공 받은 데이터를 가공하여 IP 네트워크를 통하여 통합 제어 웹 서버에 전달하는 역할을 한다.

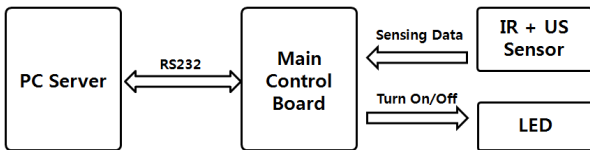


그림 1. 사용자 감지 시스템 구성도

마이크로 콘트롤러는 마이크로 프로세서와는 달리 내부에 ROM, RAM을 포함하고 있으며, IO포트를 기본적으로 갖고 있기 때문에 개발의 용이성이 있다. ATmega2560은 11개의 포트가 있기 때문에 확장의 유연성이 있으며, MAX232 내장으로 RS232 통신이 가능한 특징이 있다. 다음은 ATmega 2560의 특징적인 항목이다.[4]

- 32K SRAM
- 16MHz(ATS Half type) CLOCK
- Internal 8K EEPROM
- ISP(6pin) Connector
- External power regulator + Vcc
- DS1307 RTC real timer integrated

그림 2는 ATmega2560 MCU를 사용한 메인 제어 보드의 회로도이다. 메인보드는 PORTB를 통해서 적외선 센서와 초음파 센서와 연결되어 있으며, MAX232를 통해서 RS232를 연동하였다. 그림 3, 4에 적외선과 초음파 센서의 회로도를 각각 나타내었다.

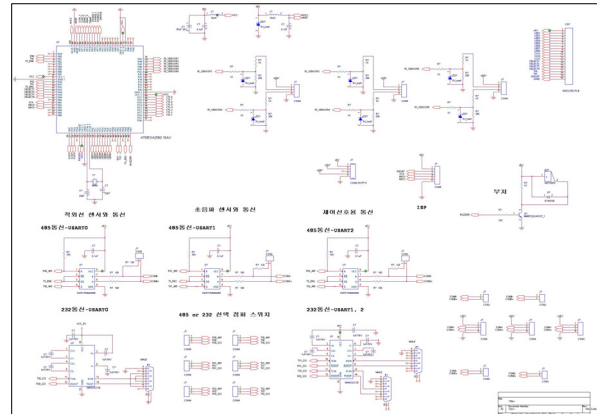


그림 2. ATmega2560 MCU 기반의 메인 콘트롤 보드 회로도

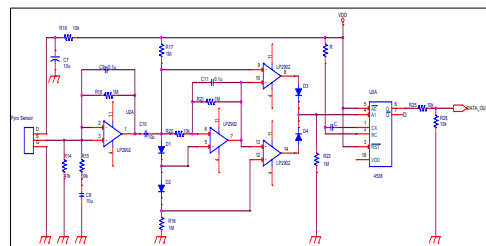


그림 3. 적외선 센서의 회로도

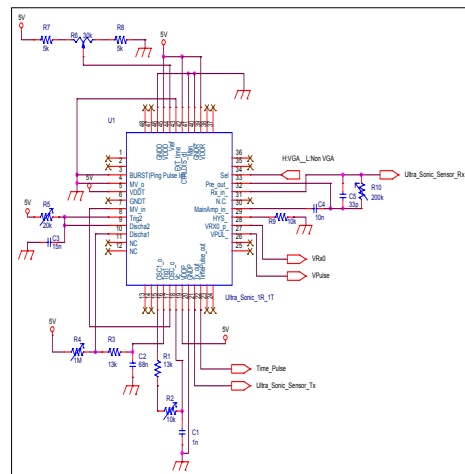


그림 4. 초음파 센서의 IC 회로도

초음파 센서는 초음파를 생성하는 송신부와 초음파를 수신하는 부분 그리고 제어 부분으로 이루어져 있다. 초음파는 8번의 소리를 발사하여 그 음파가 다시 수신될 때까지의 시간을 측정함으로써 물체의 유무 및 거리를 측정한다. 초음파 발신한 시각을 A, 초음파 수신한 시각을 B라고 할 때 거리는 아래의 식 (1)과 같이 표현된다. 여기서 D는 센서와 인체 사이의 거리이며, 시간의 차이에 빛의 속도를 곱하고 나서 송신 신호가 돌아오는 개념(round trip delay)이기 때문에 2로 나누어 준다.

$$D = ((B - A) * 3 * 10^8) / 2 \quad (1)$$

적외선 센서의 소자는 입력 전압으로 3~5 볼트를 사용하며, 사용 전류가 50 μ A로서 매우 작은 수준이다. 동작의 범위로서 110도까지 감지가 가능하고, 5M의 거리까지 식별이 가능하다. 인체가 감지되지 않은 상황에서는 0~0.5V가 발생하며, 인체 감지 시에는 3.5~5V 출력이 나오므로써 인체의 유무를 감지한다.

메인 제어 보드에서는 적외선, 초음파 센싱의 결과에 따라서 LED를 On/Off하게 되는데 그 동작 원리는 그림 4와 같다.

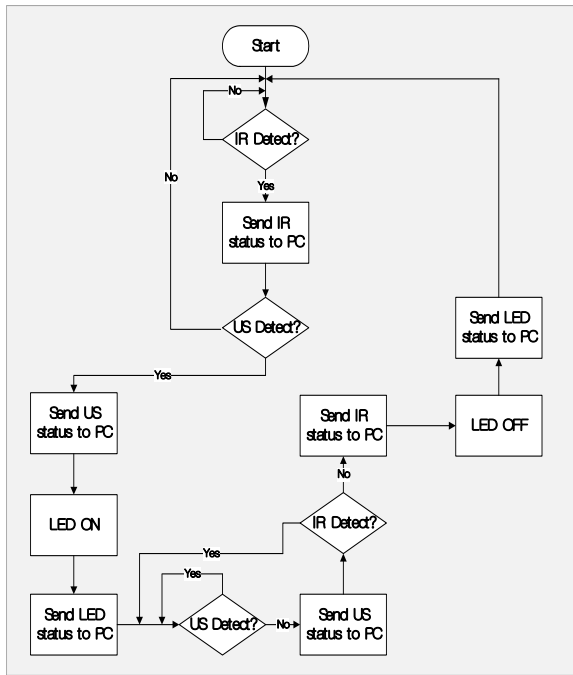


그림 5. 센서 연동 LED On/Off 순서도

Ⅲ. 웹을 이용한 LED 통신 종합 제어 시스템

센서 데이터 송수신을 위해 서버의 OS는 Windows XP를 사용하였으며, 높은 호환성과 데이터베이스 연동이 용이한 JAVA language를 이용하여 개발을 진행하였다. 데이터베이스 시스템은 복잡성이 낮고 웹서비스와의 빠른 연동성의 장점이 있는 MySQL을 사용하였으며, 웹 서비스와 데이터베이스 연동을 위해서 별도의 DB Connector Driver 라이브러리를 사용하였다. 센서데이터 송수신 서버 프로그램 상세 개발 환경은 표 1과 같다.

웹을 이용한 LED 종합 제어 시스템의 동작은 그림 5와 같다. 초음파센서, 적외선센서, LED 조명에 대한 센서 데이터는 ATmega2560 MCU가 장착된 메인 제어 보드로 입력된다. 이 데이터는 RS-232 프로토콜을 이용하여 메인 제어 보드에서 PC 서버로 전송되며, 이 데이터는 다시 TCP/IP 소켓을 이용하여 웹 종합 제어 서버에 전달된다. 스마트 디바이

스 또는 PC 사용자들은 인터넷을 통하여 센서 정보를 확인할 수 있으며, LED on/off 나 밝기 조절을 웹 종합 제어 서버에서 수행할 수 있도록 설계하였다. 사용자로부터 받은 LED 제어 신호는 웹 종합 제어 서버에서 TCP/IP 소켓을 이용하여 PC 서버로 전송되며, 이 서버는 RS-232 프로토콜을 이용하여 메인 제어 보드에 명령을 보낼 수 있도록 디자인하였다. 최종적으로 LED가 메인 제어 보드에 의해서 on/off 제어된다.

표 1. 웹 서버 종합 제어 시스템 개발 환경

항목	내용
OS	Windows XP Professional
language	JAVA
JDK version	JDK 1.7.0
JRE version	JRE 7.0
tool	Eclipse Indigo Service no.1
Database	MySQL ver 5.5.17
DB connector Driver	Mysql-Connector-java ver. 5.1.18

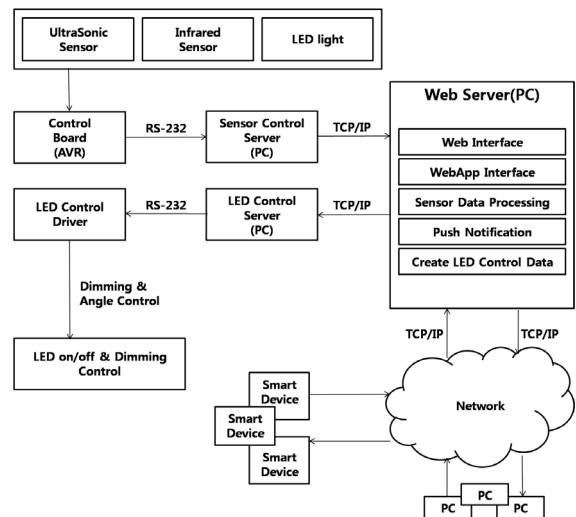
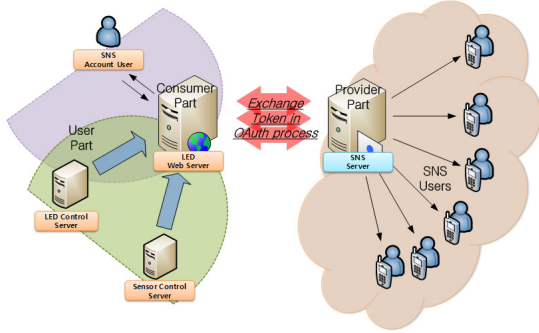
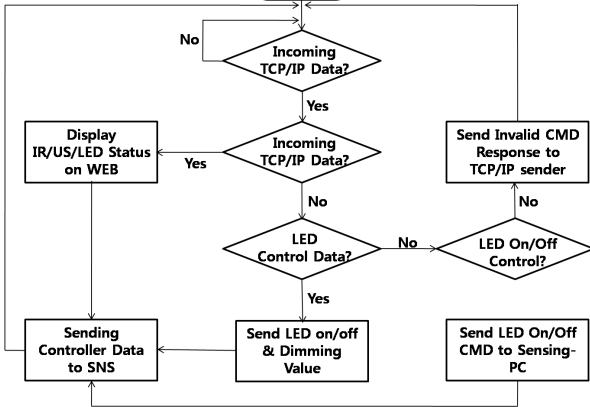


그림 6. 스마트폰 및 SNS 앱 연동형 인체 지향 LED 제어 구조

통합 컨트롤 웹 서버에서는 LED 제어 정보를 SNS(Social Network Service)와 연동하여 LED 통신 상태가 변경되었음을 바로 알려줄 수 있도록 구성하였으며, 스마트 디바이스 사용자는 웹 서버에 접속하여 현황을 파악 후 후속 조치를 취할수 있도록 구현하였다. SNS와 연동을 하기 위해서는 사용자의 SNS 계정을 확인한 후, SNS 서버와 토큰을 주고 받으면서 인증을 받는 일련의 과정을 거치도록 디자인해야 한다. 인증이 완료되면 SNS 서버는 사용자와 SNS 관계를 맺고 있는 다른 SNS 사용자들에게 해당 정보를 전송한다. 그림 6에 SNS 연동을 위한 개요도와 통합 웹 서버에서의 연동 알고리즘을 표시하였다.



(a)



(b)

그림 7. (a) 통합 컨트롤 서버와 SNS서비스 연동 개념도
(b) 스마트폰 및 SNS 앱 연동이 가능한 통합 컨트롤 시스템의 동작 알고리즘

IV. 마이크로 콘트롤러 메인보드와 웹 서버 연동을 통한 제어 시스템 유효성 검증 및 고찰

본 절에서는 앞 절에서 설계 및 구현한 사용자 감지 HW 모듈과 웹 종합 제어시스템 SW 모듈의 실제 연동을 통하여 제안한 시스템의 유효성을 검증하고자 한다.

구현한 마이크로 콘트롤러 기반의 HW 보드는 그림 7과 같으며, 상단에 RS232가 PC와 연결되고 ATmega2560의 PORTB에 적외선 센서와 초음파 센서를 연결하였다. 그림 7은 초음파 및 적외선 센서가 사람을 감지하고 LED를 켜는 상태로써 해당 결과는 RS232를 통해서 PC 서버에 전달한다. 그림 8은 PC에서 메인 제어 보드가 보낸 센싱 데이터를 수신한 것을 콘솔 로그로 표시한 것으로서, 해당 이벤트는 다시 IP 네트워크를 통하여 WEB 제어 서버와 연동된다.

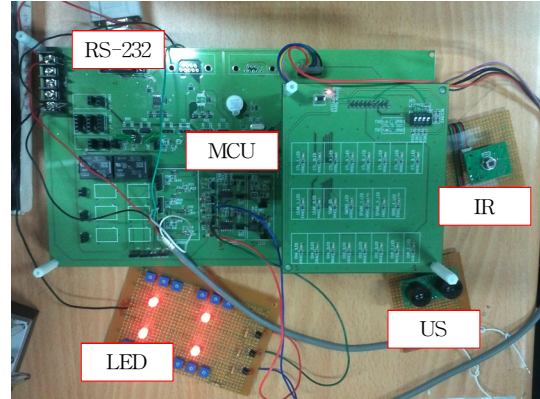


그림 8. 적외선, 초음파 센서 연동 제어 보드의 LED 출력 동작



그림 9. 적외선, 초음파 센서 연동 제어 보드의 LED 출력 동작

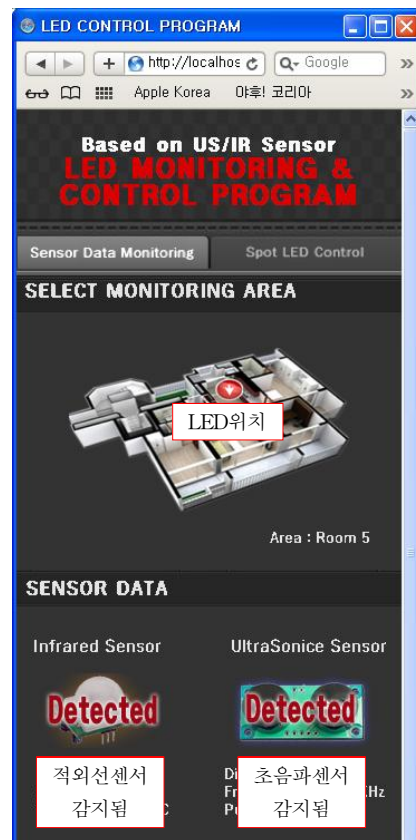


그림 10. PC 웹을 통한 통합 웹서버 제어 화면

그림 9는 PC에서 송신한 적외선(IR)/초음파(US) 센싱 데이터를 웹 종합 제어 서버에서 처리하여 웹 페이지의

“Sensor Data Monitoring” 탭에서 표시한 상황을 나타낸다. 관리자는 추가적으로 “LED Control” 탭에서 LED on/off를 제어할 수 있다. 웹 기반의 제어이므로 스마트 디바이스에서 PC와 똑같은 환경으로 제어할 수 있다.

웹 제어 서버와 SNS가 연동된 화면을 그림 10에 나타내었다. 트위터(Twitter)와 연동한 것으로서 관리자는 이 노트를 통하여 상황이 발생하였을 때 바로 웹 서버에 접속해서 LED 통신을 제어할 수 있다.

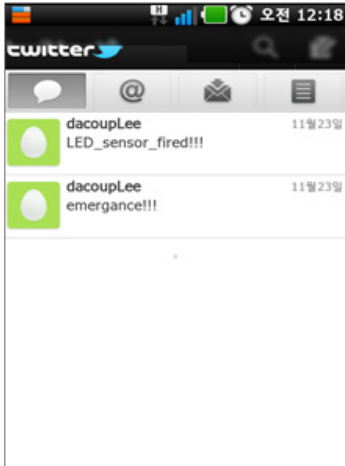


그림 11. PC 웹을 통한 통합 웹서버 제어 화면

본 절에서는 하드웨어 보드와 웹 제어 서버가 연동하여 동작하는 실제 상황을 하나하나 추적하며 나타내었다. LED 통신은 그 자체만으로도 매우 훌륭한 조명-IT 융합 기술이지만, 생활에서 항상 사용해야 하는 매체인 만큼 더욱 더 세심한 관리가 필요하다. 사람이 있을 때만 조명 통신을 수행하는 이 연구 테마는 사용 시나리오를 보완해 나가면 실제 생활에서도 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 논문에서는 ATMega2560 마이크로 콘트롤러를 기반으로 하는 사용자 감지 시스템과 웹 기반의 제어 시스템을 설계 및 구현함으로써, 사용자가 존재할 때에만 LED를 활성화 시켜서 통신을 할 수 있는 지능형 기반 제어 시스템이 유효함을 입증하였다. 본 논문은 LED 통신 자체에 대한 연구 뿐만 아니라 그 서비스를 잘 사용할 수 있는 기반 연구물로서 의미를 가지며, 이와 관련한 연구의 초석으로써 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] H. Elgala, R. Mesleh, H. Haas, and B. Pricope, "OFDM Visible

Light Wireless Communication Based on White LEDs", in Proc. of the 64th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), pp. 2185-2189, Dublin, Ireland, Apr. 22 - 25, 2007.

- [2] T. Ohtsuki, "Multiple - Subcarrier Modulation in Optical Wireless Communications", IEEE Communications Magazine, vol. 41, no. 3, pp. 74 - 79, Mar. 2003.
- [3] John R. Barry, Joseph M. Kahn, William J. Krause, Edward A. Lee, and David G. Messerschmitt, "Simulation of Multipath Impulse Response for Indoor Wireless Optical Channels", IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, VOL. 11 NO.3, pp.367-379, 1993.
- [4] <http://www.atmel.com/Images/2549S.pdf>

저자

이 정 훈(Junghoon Lee)

정회원



- 1999년 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 공학사
- 2001년 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 공학석사
- 2007년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 IT정책대학원 박사

<관심분야> : 디지털통신, 무선통신, LED 통신

김 찬(Chan Kim)

정회원



- 1991년 : 성균관대학교 산업공학과 학사졸업
- 2003년 : 중앙대학교 예술경영학과 석사졸업
- 2012년 2월 : 서울과학기술대학교 IT정책대학원 방통통신정책 박사과정수료

· 1993 ~ 현재 :

<관심분야> : LED통신, 유무선 홈 네트워크, 방송통신융합요소 기술, 특허 발명, 특허 비즈니스, 비즈니스 모델 등

차 재 상(Jaesang Cha)

정회원



- 2000년 : 일본 東北(Tohoku)대학교 전자공학과(공학박사)
- 2000년 ~ 2002년 : 한국전자통신연구원 (ETRI) 무선방송 기술연구소 선임연구원
- 2002년 ~ 2005년 : 서경대학교 정보통신 공학과 전임강사

· 2008년 : 미국 Florida University, Visiting Professor

· 2005년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 전자 IT미디어 공학과 부교수

<관심분야> : LED통신, 조명IT융합신기술, LBS, ITS, UWB, 무선홈네트워크, 무선통신 및 디지털 방송 등