

# 무선 센서 네트워크를 이용한 농작물 모니터링 시스템 구현

## Implementation of Crops Monitoring System Using Wireless Sensor Networks

이용철\*, 조성언\*\*, 오창현\*\*\*

Young-Chul Lee\*, Seung-Eon Jo\*\* and Chang-Heon Oh\*\*\*

### 요 약

본 논문에서는 무선 센서 네트워크를 이용한 농작물 모니터링 시스템을 구현하였으며, 온·습도, 조도, 토양 센서를 이용하여 재배 환경의 정보를 습득하고 이를 통하여 재배지 환경에 대한 자세한 정보를 활용 가능하도록 하였다. 무선 센서 네트워크를 이용한 농작물 모니터링에서 중요한 부분은 무선이라는 제한적인 조건의 환경에서 저전력의 동작으로 정확한 데이터를 송·수신하는 것이다. 이에 본 논문에서는 재배지의 실외 환경과 실내 환경에 따른 전파 환경 변화에서도 정확한 데이터 전송을 위해 데이터 송수신율과 RSSI에 의한 수신 신호 크기에 대한 테스트를 수행하였고, 이를 토대로 무선 환경에 적합한 센서 노드들의 설치 및 구현 방안을 제시하였다. 구현 결과, 본 논문에서 제안한 농작물 모니터링 시스템은 표준 오차범위 이내에서 정상적으로 동작함을 확인하였다. 따라서 본 논문의 구현을 통해 농업 분야에서 지속 발전이 가능한 기술 선진화의 토대를 구축하는데 기여하고 IT 분야에서는 신기술에 대한 새로운 수요창출의 계기를 마련해 줄 것으로 기대된다.

### Abstract

In this paper, we developed the crops monitoring system using wireless sensor networks. It can acquire the information about the cultivation environments from a temperature, humidity, illumination and soil sensor then use the detailed information for very useful. The acquisition about the cultivation environment information with wireless sensor networks can be made up an environment that an administrator is able to confirm the information and wherever in a remote place instead of conventional way visiting the cultivate place by investing a lot of money and time. Therefore, it could be saving money, time and effort, and reduced the damages from the natural disasters such as a cold-weather damage and drought. In addition, we could be possible preventing from the damages of blight and harmful insects according to the temperature by an analysis. In agriculture field, this system could be supported for making a foundation of the advanced technology developing endless, and, in IT field, it is look forward to preparing the opportunity which creates a new requirement on the new technology.

Keywords : Wireless Sensor Networks, Ubiquitous Sensor Networks, IEEE802.15.4, RSSI

---

\* (주) 휴메이트

\*\* 순천대학교 정보통신공학부(Division of Information Communication, Suncheon National Univ.)

\*\*\* 한국기술교육대학교 전기전자공학과(Dept. of Electrical and Electronics Engineering, Korea Univ. Technology and Education)

· 제1저자 (First Author) : 이용철

· 투고일자 : 2008년 7월 11일

· 심사(수정)일자 : 2008년 7월 14일 (수정일자 : 2008년 8월 18일)

· 게재일자 : 2008년 8월 30일

I. 서 론

최근 농업부문에서도 무선(RF : Radio Frequency)을 통하여 재배지 정보를 감지하고, 이를 네트워크로 전송 및 제어하는 무선 센서 네트워크(WSN : Wireless Sensor Network) 기술이 활발하게 연구 및 실제 구현되어지고 있다. 무선 센서 네트워크에서 센서 노드는 제한적인 연산 능력과 메모리를 가지고 있으며, 무선 통신 능력을 가진다. 또한 센서 노드는 소형으로 만들어지며, 주로 배터리에 의해 구동되도록 구성되고, 특정 지역에 다수를 분포시켜 지역의 감시, 환경의 감시, 건강관리(u-Health Care) 등의 분야에서 응용되고 있다[1].

무선 센서 네트워크를 이용한 농작물 모니터링 시스템의 구현은 WSN 기반의 생장 환경 모니터링을 통해 농업생산성 향상을 꾀하고, 효율적인 농산물 관리를 통하여 신뢰성을 향상시키는데 그 목적이 있다. 이에 무선 센서 네트워크는 재배지의 각종 신뢰성 있는 정보를 어떻게 제공할 것인가에 초점을 맞추게 되었으며, 이러한 문제를 해결하기 위해서 재배지의 정보를 사용자가 손쉽게 확인이 가능하도록 정보에 대한 접근성과 용이성에 맞추어, 실제 재배지를 찾아가지 않아도 정보의 확인이 가능하도록 무선 센서 네트워크를 구성하게 되었다. 이는 각각의 모니터링하려는 재배지에 온도센서, 습도센서 그리고 토양센서(pH/EC)를 사용하여 정보를 원거리 상에서 관리할 수 있는 개선된 재배 환경을 조성하고, 이를 통하여 재배지 정보를 정확하게 파악하지 못하여 생기는 문제점을 개선하여 고품질의 생산성 향상과 농업의 환경보전 기능을 증대시키고, 농업으로 인한 환경오염을 줄일 수 있을 것을 기대된다.

본 논문에서는 무선 센서 네트워크 기술에 대해 개괄적 내용을 2장에서 설명하며, 무선 센서 네트워크의 저전력 기법과 농산물 관리에 사용되는 센서들에 대한 기능과 동작을 기술한다. 3장에서는 무선 센서 네트워크를 이용한 농작물 시스템 설계 및 제작과 관련된 실제 구현 관점에서의 기술한다. 제 4장에서는 구성된 무선 센서 노드에 대한 동작 시험과 측정 결과를 분석하며, 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺도록 한다.

II. 무선 센서 네트워크

센서기술과 무선통신 기술의 발달로 개발된 것이 WSN이다. WSN의 두 가지 주요기능은 사용자가 요구하는 상황 발생에 대한 데이터를 각 무선 센서 노드들에게 전파시키는 것과 각 개별 노드가 수집한 데이터를 수집하여 싱크(sink)를 통해 사용자에게 전달하는 것이다.

센서 네트워크는 ad-hoc 방법으로 통신망이 구성되며, 데이터 수집을 위한 센서, 수집된 센서 정보를 처리하고, 제어하기 위한 MCU, 그리고 수집된 정보를 전달하기 위한 무선 통신부로 구성된다. 센서 네트워크의 활용 범위는 동물 관리, 홈네트워크, 병원 환자의 관리. 환경과 공해감시, 도로 교통의 요금 징수 시스템 등의 모든 사물 및 환경에 각각의 정보를 감시할 수 있는 센서를 부착하여 네트워크에서 실시간으로 관리 및 감시할 수 있는 곳은 어느 곳이나 활용이 가능하다[2].

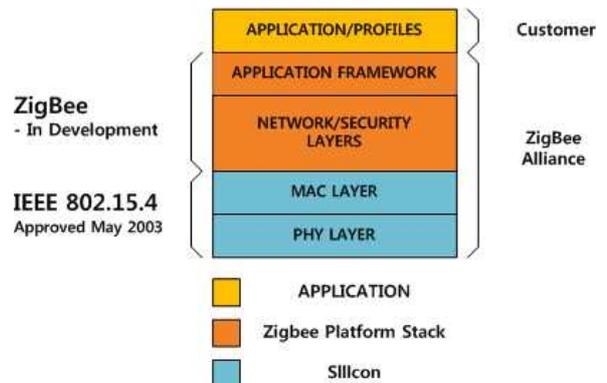


그림 1. ZigBee 프로토콜 스택  
Fig. 1. ZigBee protocol stack.

그림 1과 같이 ZigBee 프로토콜 스택은 IEEE 802.15.4의 PHY계층과 MAC계층 위에 ZigBee 연합에서 정의한 네트워크 계층과 응용 지원 부분 계층 그리고 응용 프레임워크와 ZDO(ZigBee Device Object) 및 이들 사이의 인터페이스를 정의하는 응용 계층으로 구성된다. PHY와 MAC 상위 계층의 네트워크 계층에서는 네트워크의 보안과 라우팅 관리를 하며 응용지원 부분계층에서는 바인딩을 위한 테이블을 유지하는 기능을 갖는다. 여기서 바인딩은 ZigBee 코드 네이더가 네트워크의 어떤 기기들이 서로 연결되어

있는지 인식하여 코디네이터의 모니터링과 제어기능을 향상시키는 역할을 하는 것을 의미한다. 그리고 연결된 기기들 사이에서 메시지의 전달 동작을 서비스하며, 기기의 주소와 서비스를 파악하는 발견 동작과 응용지원(Application Support) 계층에서의 보안 관리를 지원한다[1].

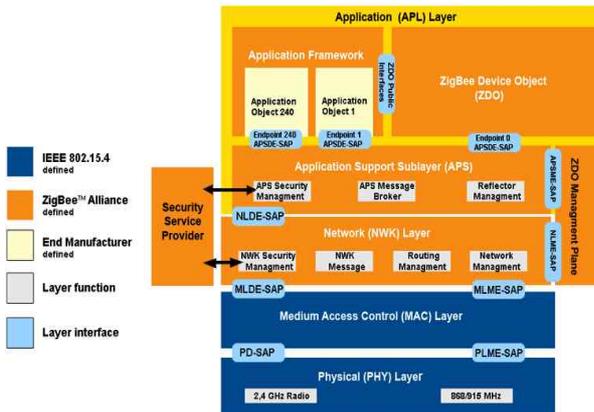


그림 2. ZigBee 계층구조  
Fig. 2. ZigBee architecture.

그림 2에서 ZigBee는 IEEE 802.15.4 표준의 PHY와 MAC 계층 위에 그 상위계층으로 네트워크계층, 응용지원계층과 보안 및 응용을 규격화하였다. ZigBee의 PHY 계층은 간단한 구조이며, MAC 계층은 전력 소비를 최소화 할 수 있도록 설계되었다. 이러한 ZigBee는 원격제어, 원격관리, 원격모니터링에 적합하고 가정자동화, 공장자동화, 산업자동화분야에 활발하게 적용되어 사용되고 있다. 또한 반경 75m 정도의 근거리에서 27개의 주파수 중에 하나를 선택하여 지속적으로 최대 250 Kbps로 데이터를 전송하며 최대 65,536개 네트워크를 연결할 수 있다.

ZigBee는 기본적인 Star 네트워크 형태나 P2P(Peer-to-Peer)네트워크 형태를 지원하고, ZigBee와 유사한 다른 무선 표준들이 지원하지 못하는 Mesh 네트워크 까지도 지원 가능하며 복잡한 네트워크형성도 가능하기 때문에 ZigBee 표준을 따르는 다른 기기와의 상호운용을 통하여 데이터를 송수신 할 수 있는 적합한 신기술로 평가된다[3],[4].

Band	Bit rate	Symbol mapping	Symbol rate	Chip modulation	Chip rate
868-868.6 MHz (Europe, 1ch)	20 kbit/s	Binary	20 ksym/s	BPSK	300 kchip/s
902-928 MHz (U.S., 10ch)	40 kbit/s	Binary	40 ksym/s	BPSK	600 kchip/s
2400-2483.5 MHz (worldwide, 16ch)	250 kbit/s	16-ary Quasi-orthogonal	62.5 ksym/s	O-QPSK	2 Mchip/s

그림 3. ZigBee의 데이터 전송률  
Fig. 3. ZigBee's data rates.

그림 3과 같이 ZigBee에 사용되는 주파수 대역을 보면 유럽에서는 868MHz대역의 단일 채널을 사용하고 있으며, 북미에서는 915MHz를 중심으로 하는 10 채널의 주파수를 사용하고 있고, 2.4GHz대역에서는 16채널을 사용하고 있다. 이를 전체적으로 보면 크게 3개의 주파수 밴드에서 27개의 주파수 채널을 사용하고 있는 것으로 볼 수 있다. 최근 대부분의 업체에서는 전송속도가 가장 높은 2.4GHz 대역의 ZigBee Transceiver를 내놓고 있다.

송신 Power는 일반적으로 10m~75m range, 75m/1mW(0dBm)이하이며 송신의 경우 일반적으로 30mA의 전력 소모를 가지는 것이 일반적이다. 하지만 사용하고자 하는 곳의 지리적인 위치 및 외부 환경에 따라 송신 전력을 소프트웨어적으로 변경하여 이를 통해 송신 전력 사용을 줄여 소비되는 전력량도 줄일 수 있다. 2.4GHz RF Transceiver 경우에 실내에서는 30m의 통신 거리를 보장하며, 실외의 LOS 환경에서 통신 거리는 일반적으로 100m 정도를 보장한다.

### III. 제안하는 농작물 모니터링 시스템

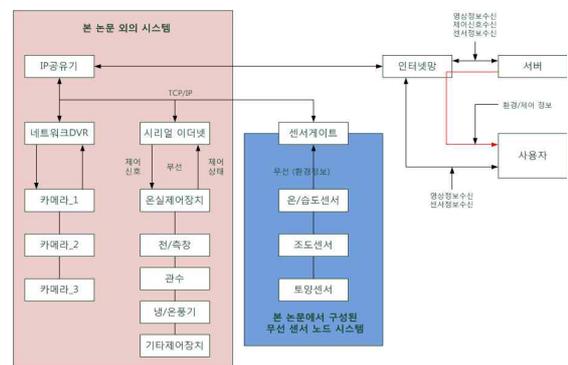


그림 4. 무선 센서 네트워크 농작물 모니터링 시스템  
Fig. 4. Implementation of crops monitoring system using wireless sensor networks.

그림 4에서는 제안하는 무선 센서 네트워크 농작물 모니터링 시스템 구조를 보여주고 있다. 재배지 환경에 대한 온도정보, 습도정보, 조도정보 그리고 토양정보를 무선으로 상호 연결된 무선 센서 노드를 통하여 센서 게이트로 입력을 받아, 인터넷 단말을 통하여 서버 및 관리자에게 전달된다. 또한 환경 센서 데이터를 기준으로 전기의 점점 방식을 이용하여 연결된 계폐장치와 환풍기 및 난방기를 자동으로 제어하게 된다. 자동 제어의 기본 동작은 미리 습득된 환경 센서 정보를 바탕으로 맑은 날은 작물의 광합성이 활발해져서 양분 축적이 많아지므로 야간온도를 높여 생육을 촉진시키고, 흐린 날은 맑은 날 보다 광합성량이 적어지므로 야간온도를 낮게 관리하여 양분 소모를 최소화한다. 또한 토양 센서 데이터를 기준으로 관수장치에 적정량의 수분을 공급하여 작물의 생산성 향상을 갖는다[5].

그림 5에서 무선 센서 노드로 습득된 데이터는 네트워크를 통하여 관제센터의 원격제어서버(Remote Control Server)에게 전달되며 관리센터, 모바일기기(UMPC), 원격지에서 이를 확인하게 된다. 확인 후 서버 관리자 및 농작물 관리자는 제어 장치를 원격 제어할 수 있다. 제어 신호를 송출하게 되면, 디지털무선제어기와 연결된 시리얼이더넷을 통하여 유선으로 원격제어 서버로부터의 데이터를 수신하여 설비 제어를 실행하게 되는 구조를 가진다.

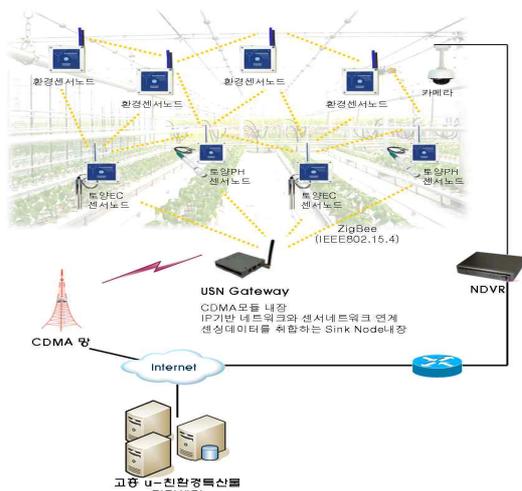


그림 5. 무선 센서 네트워크의 구성도  
Fig. 5. Block diagram of wireless sensor networks.

WSN 게이트웨이는 센싱 데이터를 취합하는 싱크 노드를 내장하며 외부 IP 네트워크와 무선 센서 네트워크간의 게이트웨이 역할을 수행한다. 이러한 환경 정보를 기반으로 수집된 각종 환경 정보는 관리 서버 및 관리자에게 전달되어 관리자에 의한 원격지에서의 수동제어 또는 관리 서버에 의한 자동 제어를 하게 된다.

시스템에서 사용되는 온·습도 센서는 센서동작을 위한 전원 단자와 신호의 표현을 위한 2개의 신호 라인으로 구성되어 있으며, 센서의 구성은 온도 측정을 위한 부분, 습도 측정을 위한 부분으로 나뉘며 습득된 각각의 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환해주는 AD 변환기 부분으로 구성된다. 다시 이 변환된 디지털 데이터를 CRC확인 과정을 거쳐, 데이터를 전송시켜주는 부분으로 구성 된다.

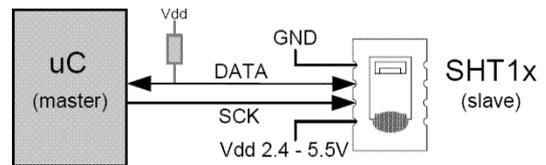


그림 6. 온·습도 센서의 인터페이스  
Fig. 6. Interface of temperature·humidity sensor.

그림 6은 온·습도 센서의 인터페이스 구성을 나타내고 있다. 센서는 DATA/SCK 2개의 신호 라인으로 구성되며 신호는 MCU와 연결되어 동작된다. 시스템에서 사용되어진 SHT1x 온·습도 센서는 타 센서와 달리 센서 네트워크 구성에서 사용이 가능한 낮은 동작전압을 가지고 있다. 타 센서의 경우 내부의 동작 전압이 높고 자체적으로 소비되는 전류는 수 mA에 달하는데, 해당 센서는 동작전압은 최소 2.4V에서 최대 5.5V까지 사용이 가능하며, 동작 소비전류 역시 최대 550uA에서 평균적으로 28uA의 낮은 소비전류 값을 가진다[6].

조도센서는 전류의 출력 이득을 2단계로 전환이 가능하며, shut down 기능을 내장하였기 때문에 사용하지 않는 경우 소비전류를 최소화 할 수 있다. 또한 보드의 무선 센서 네트워크 구성에 용이한 최소 동작 전압으로 2.4V의 동작 전압을 가지고 있으며, MSP430과의 인터페이스에 있어서도 I2C bus를 이용한 인터페이스 구성도 용이하게 되어 있다[9]. 또한

넓은 광 입력 범위를 가지고 있고 최소 1 lux에서 최대 65,536 lux까지의 광 입력 신호를 디지털 신호로 내 보낼 수 있는 변환 능력을 가지고 있다. 이는 타 제품과 비교할 때 소비 전류 및 광 입력 범위에 있어서 상당히 우수한 장점을 가지고 있다[7].

토양 센서는 센서봉이 재배지의 토양에 꽂혀 토양 정보를 습득한다. 현재 사용된 EC센서의 동작전압은 7.2V인데 이 전원의 공급을 위해서는 별도의 전원공급 장치를 사용하여야 하며, EC센서의 신호 전달을 위한 인터페이스를 구성하기 위해서는 RS-232 드라이버를 추가하여 UART 통신으로 구성한다. 통신 속도는 9600bps로 구성되며, 동작모드에서의 소모 전류는 45mA이며, sleep 모드에서는 1mA의 소비 전류값을 가진다. 무선 센서 네트워크상에서 사용할 경우 동작 전압이 다소 높은 편이지만, 타사제품의 24V 이상의 동작 전압에 비하면 낮은 편이며, 소비 전류 역시 낮게 나타난다. 추후 전압에 대한 부분에 있어서 해결해야 될 부분이지만, EC 데이터의 특성상 자주 변화되는 데이터가 아니며, 지속적인 관측을 필요로 하는 데이터가 아닌 것으로 판단된다. EC센서는 다른 센서에 비해 송신되는 데이터의 빈도를 낮게 설정하여 전력 문제를 보완되도록 구성하였다. 그림 7에서는 EC센서가 설치된 형태를 보여주고 있다[8].



그림 7. EC 센서의 설치 형상  
Fig. 7. Establishment form of EC sensor.

시스템의 전원으로 사용되는 소스원은 3.6V의 리튬 배터리를 사용하게 되는데, 이 전압으로 사용할 경우 사용 중 전압강하로 인한 오동작의 결과를 초래할 수 있는 부분을 최소화하기 위한 방안으로 저전력의 LDO를 사용하는데 본 논문에서는 TOKO사의 TK71730을 사용하여 구성하였다. LDO는 입력전압

범위가 1.8V~14V까지의 넓은 입력 범위를 가지며, 최대 370mA의 전류를 낼 수 있도록 구성되었고, 작은 보드에 장착이 가능한 사이즈(SOT23-5)로 만들어 졌다.

무선 센서 네트워크상에서 전원은 중요한 요인이다. 전원 관리의 방법 중의 한 가지로 입력전원에 대한 전원의 on/off 기능이며 사용되지 않는 상황의 전원에서는 최소한의 동작 전원을 제외한 나머지 전원을 사용하지 않도록 구성하는 기능을 수행하기 위한 제어 단자이다. 이는 MCU와 연결되어 운용되지 않는 상황에서는 전원을 사용하는 소자의 전원을 차단하여 구성하는 것이다. MCU를 제외한 그 외의 전원 공급을 차단하여 비운용 시간에서의 전원 리소스를 최대한 사용하지 않도록 하여, 불필요한 소모 전원을 막는 것이다. 그리고 LDO의 경우 비운용 시간에서의 자체 소모 전류는 평균적으로 0.86uA에서 최대 2.5uA의 전류소모를 가지는데, 이는 일반적으로 사용되는 다른 LDO의 자체 소모 전류인 수 mA에 비하면 상당히 높은 효율을 갖는다[9],[10].

#### IV. 동작 시험 및 측정 결과 분석

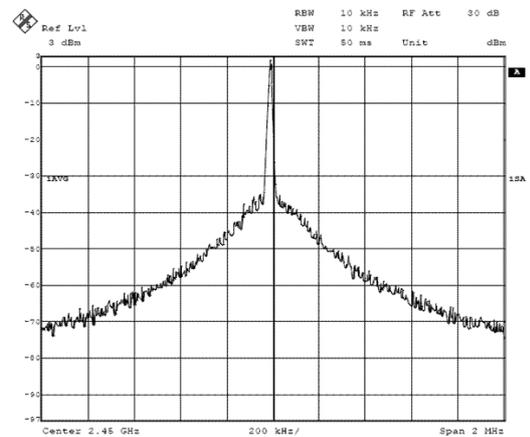


그림 8. 무변조 상태의 Single Carrier  
Fig. 8. Non-modulation condition of single carrier.

그림 8에서는 무변조 상태의 데이터가 포함되지 않은 Local Oscillator에 대한 출력을 보여주고 있으며, 그림 9와 같이 변조된 상태의 데이터는 단순한 더미 데이터를 송신하게 되는데, 임의로 정해진 프로토콜 상의 데이터를 보내는 출력을 보여주고 있다.

무선 센서 네트워크에서 설치되는 각각의 센서노드는 일반 노지와 온실에서 사용된다. 이때 온실의 주 골재는 철재로 무선 통신의 영향이 있을 것으로 판단되므로 설치 이전에 설치하려는 노지 및 온실의 전파 환경에 대한 간섭을 파악하기 위해 본 논문에서는 전파환경의 비교 테스트를 진행하였다.

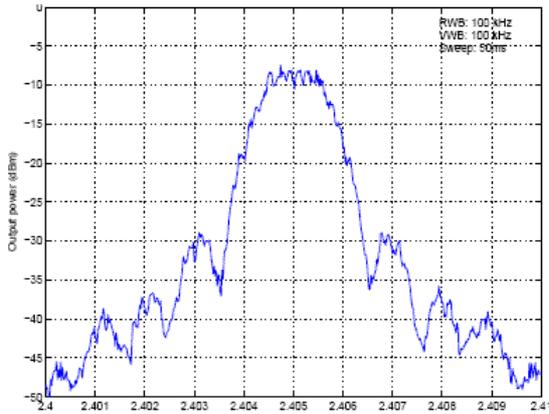


그림 9. 변조된 송신 RF 출력  
Fig. 9. The transmission RF output.

설치테스트는 다음과 같이 진행하였다. 일반노지에 지지대를 설치하고 센서노드를 부착한다. 간격은 10m씩 증가시켜 테스트를 수행하고, 온실의 경우 온실 구조물에 센서노드를 설치하며 간격은 일반노지와 같게 10m간격으로 설치 후 테스트를 수행한다. 일반노지에서의 센서노드에 대한 통신테스트는 통신환경을 저해하는 요소 없이 LOS에서 테스트를 수행하고, 온신테스트 경우, 온실구조물 및 과수 주변에 설치하여 통신가능 여부 테스트를 수행한다.

테스트는 각 항목에 있어서 이미 정해진 임의의 데이터를 각 항목 당 100회씩 송수신 하여 수신 데이터에 대한 오류율을 가지고 판단하도록 한다.

그림 10과 같이 최초 10m에서부터 50m까지 노지에서의 데이터 손실이 없이 모두 수신되는 것으로 확인 되었으나, 온실에서의 전파환경 테스트 결과를 보면 20m까지는 온실 환경에서도 손실이 없었으며, 30m에서는 5%의 데이터 손실을 확인할 수 있었고, 40m와 50m사이에서의 데이터 손실은 10% 이상의 손실이 있는 것을 알 수 있다. 이는 온실에서의 설치 골재로 사용되는 철재 및 그 외의 골재에 대한 전파간섭으로 예상되며, 노지에서는 센서의 설치 거리가 최

소 50m이상의 거리를 두고 설치를 하여도 무관하나, 온실에서의 노드 설치 거리는 20m를 넘어서면 통신이 잘 이루어지지 않는 것을 알 수 있다.

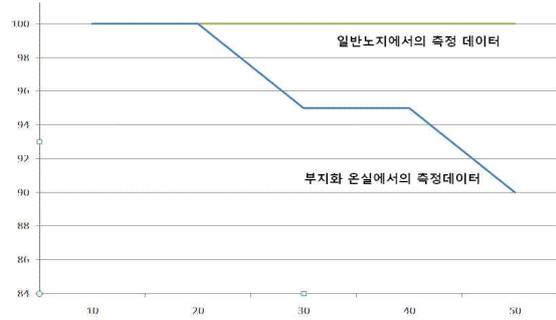


그림 10. 노지 및 온실에서의 전파환경 비교  
Fig. 10. Electronic environmental comparison from field and greenhouse.

송신 신호의 신뢰성에 대한 테스트는 예러 신호의 수신 여부를 확인하고, RF 출력 신호에 따른 신호의 수신 감도를 측정을 할 수 있는데 이는 RSSI(Received Signal Strength Indication)를 통하여 가능하다. 송신부의 출력 신호를 수신부의 RFE(RF Front End)단의 Log Detector를 이용하여 수신 RF 신호에 대한 아날로그 형태의 전압값을 MCU의 ADC 입력 포트를 사용하여 디지털 신호로 변경하고 이를 통해 수신 신호의 크기를 확인할 수 있다. 측정 방식은 데이터를 송신하는 센서노드를 기준점(0m)으로 10m 간격으로 설치된 무선 센서 노드 5개에서 각각 수신된 RSSI 신호를 측정하였다. 송신 센서 노드는 -10dBm의 송신 전력 이득을 가지고, 데이터의 preamble은 10 Byte 그리고 데이터는 20번을 송신하게 된다. 그러나 온실 테스트 경우, 수신되는 신호에 대한 신뢰성이 20m이상에서는 보장이 되지 않으므로 측정이 불필요하여 노지에서의 테스트만 진행했다.

그림 11에서 각 센서 노드간 0m에서 10m사이의 RSSI값에서는 46.5를 기점으로 하여 ±1.5의 편차를 가지며 분포하고 있다. 10m에서 20m사이의 RSSI값에서는 45.5를 기점으로 하여 ±1.5의 편차를 가지며 분포한다. 전체적인 평균을 보면 45.6이라는 평균값을 가지고 있다. 이 결과를 통해 무선 센서 노드의 설치 시 전단에 위치한 무선 센서 노드와 다음단의 무선 센서 노드간의 전파 환경에서의 신호간섭은 거의

없는 것으로 판단된다.

그림 12에서는 거리별 RSSI의 신호값을 측정한 것이며, 거리가 멀어지면 RSSI의 신호 값 역시 낮아지는 것을 알 수 있다. 이를 통하여 신뢰성이 보장되는 신호 전달을 위한 최소 입력 전력의 크기는 RSSI값을 이용하여 확인할 수 있다.

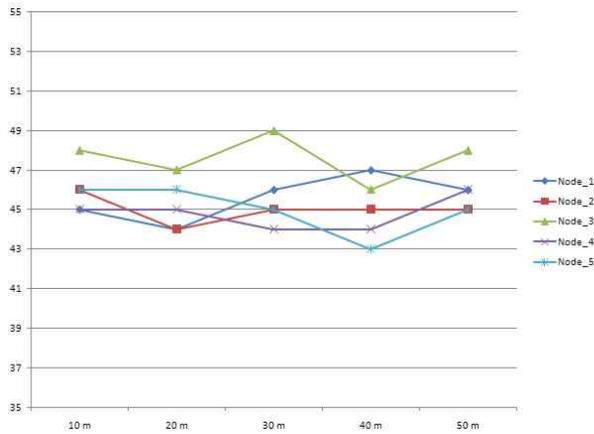


그림 11. 노드간 RSSI  
Fig. 11. RSSI of nodes.

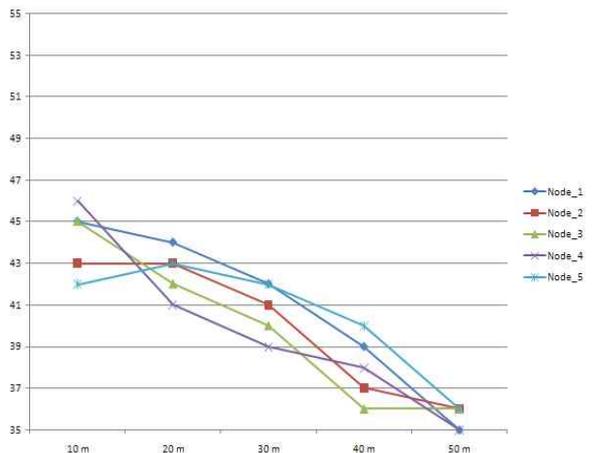


그림 12. 거리별 노드의 RSSI  
Fig. 12. RSSI of node by distance.

### V. 결 론

기존의 농작물 모니터링 시스템의 경우, 인력을 이용하여 수동으로 제어 및 관리함으로써 비료의 과다 사용이나 반대로 적은 양의 비료를 살포함에 따른 작물의 미발육 상태를 보였다. 그리고 이상 기후 발생 시 원거리에서 직접 재배지를 방문하여 피해 방지를 위해 직접 수동으로 조작해야 되는 단점이 존재하

며 유선으로 구성되어있는 경우, 노지 및 온실에서 신호 라인의 유실 및 전선의 합선으로 인한 오동작과 장비의 손실 등의 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 다양한 센서를 활용하여 온실 내 또는 노지의 온도정보를 수집하고 온도에 의한 천·측창 개폐, 환풍기의 동작에 관련된 자료를 활용하여 냉해 등의 돌발 상황 발생 시 신속하게 대처함으로써 피해를 경감하고, 온도에 따른 병해충 발생에 대한 분석으로 병해충을 신속하게 예찰하여 적시 방제가 가능하게 되었다. 또한 토양센서는 토양환경 및 관수 조건이 작물에게 미치는 영향을 분석할 수 있는 자료를 제공하며 토양 수분함량 측정을 통해 기존의 수동적인 관수 공급의 형태에서 수동 또는 자동(원격)제어로 탄력적 운영이 가능하도록 하였다. 그러나 본 연구에서 활용하는 무선 센서 네트워크는 외부의 전원 공급 없이 독립적으로 운용되는 특성상 전원 공급을 안정적 또는 주기적으로 받을 수 있는 공급원이 필요하다. 현재 구성된 배터리는 완전 소모되는 기간인 1년을 기준으로 구성 및 프로그램 되어있으므로 1년 후에는 배터리를 모두 교체해 주어야 하는 단점이 있고 매년 배터리 구매 비용으로 일정금액을 소진해야 하는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 solar cell을 구성하여, 전원 충전을 통한 교체 주기를 반영구적으로 사용하는 등의 개선방안을 생각할 수 있다. 또한 무선 통신의 특성상 도체에 대한 전파 차단으로 인해 신호의 왜곡과 예측하지 못한 무선 환경에서의 변수에 따른 통신 품질의 저하 등의 해결해야 될 부분이 남아 있지만, 무선 센서 네트워크를 이용한 농작물 모니터링 시스템은 WSN 기반의 생장 환경 모니터링을 통한 농업생산성 향상과 효율적인 농산물 생산관리로 친환경특산물에 대한 신뢰성 향상, u-영농일지를 통한 첨단 농업 기술을 증대시키고, 농업으로 인한 환경오염을 줄이는데 기여를 할 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] 동성수, “센서 네트워크 응용을 위한 무선 통신 모듈 설계 및 구현,” *제어·자동화·시스템공학* 논

문지(시스템), 제12권, 제1호, pp. 60-65, 2006. 1.

[2] 전라남도고흥군, 한국정보사회진흥원, 포인트아이, 마로, 휴메이트, 엘시스, u-IT 기반의 고품 친환경축산물 이력관리 시스템 구축, 2006. 6-2007. 12.

[3] 박재홍, Zigbee 세미나 자료. 2006. [Online]. Available: <http://kelp.or.kr/korweblog/upload/19/20070205165336/ZigBeeSeminar-2007.02.01.pdf>

[4] 김병찬, “무선 센서 네트워크를 이용한 적조 모니터링 시스템의 설계 및 구현,” *한국해양학회지(정보통신)*, 제 31권, 제 3호, pp. 263-269, 2007.

[5] 김창수, 지능형 온실시스템에 의한 작물의 생육 환경 제어에 관한 연구, 울산대학교 산업대학원 석사학위 논문, 2005.

[6] Sensirion, humidity sensor, mass flow meter & controller, liquid flow sensor, differential pressure sensor. [Online]. Available: <http://www.sensirion.co.kr/>

[7] ROHM, 센서 IC | ICs. [Online]. Available: <http://www.rohm.com>

[8] (주)이스텍, pH. DO. Conductivity. [Online]. Available:<http://www.istek.co.kr>

[9] Texas Instrument, MSP430 Ultra-Low Power Microcontrollers Overview from Texas Instruments. [Online]. Available: <http://focus.ti.com/mcu>

[10] Texas Instrument, Single-Chip 2.4 GHz IEEE 802.15.4 Compliant and ZigBee(TM) Ready RF Transceiver - CC2420. [Online]. Available: <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/cc2420.html>

이 용 철 (李龍哲)



2002년 2월 : 건양대학교 정보통신공학(공학사)  
 2008년 8월 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과(공학석사)  
 2004년 12월~현재 : (주) 휴메이트 연구원  
 관심분야 : Wireless Sensor N/W,

무선통신

조 성 언 (趙誠彦)



1989년 2월 : 한국항공대학교 항공공통신정보공학과 (공학사)  
 1991년 8월 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과(공학석사)  
 1997년 2월 : 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과 (공학박사)  
 1997년 3월~현재 : 순천대학교 정보

통신공학부 교수

관심분야 : 무선통신시스템, Wireless USN

오 창 헌 (吳昌憲)



1988년 2월 : 한국항공대학교 항공통신공학과 (공학사)  
 1990년 2월 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과 (공학석사)  
 1996년 2월 : 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과 (공학박사)

1990년 2월~1993년 8월: 한진전자(주) 기술연구소 전임 연구원

1993년 10월~1999년 2월: 삼성전자(주) CDMA 개발팀 선임연구원

1999년 2월~현재: 한국기술교육대학교 정보기술공학부 부교수

2006년 8월~2007년 7월: 방문교수(University of Wisconsin-Madison)

관심분야 : 이동통신, 무선통신, Wireless Sensor N/W, CR