

센서노드를 이용한 자동관리 시스템의 설계와 성능 평가

차진만* · 박연식*

*경상대학교

Design and Performance Valuation of Automatic Control System Using Sensor

Jin Man Cha* · Yeoun Sik Park*

*Gyeong-sang National University

E-mail : jinmanc@gnu.ac.kr

요 약

유비쿼터스 환경에서 여러 종류의 센서들은 우리에게 많은 이점들을 주며 우리 생활에 보다 친숙한 생활 형태로 발달하고 있다. 이러한 센서노드들의 활용범위는 너무 범위가 넓기 때문에 지금 까지도 여러분야가 개발 중에 있다. 이러한 분야들 중 자동화 관리 시스템 분야는 대부분이 공업과 관련된 분야의 연구가 활발히 진행되어 왔다. 그 주류로서의 분야는 대부분 제조 공정의 자동화가 대부분을 차지하고 있었으며 일부분의 타 관리 시스템이 존재 하는 형태로 진행되어 왔다. 이러한 동향은 최근들어 유비쿼터스에 관한 많은 관심속에 우리와 밀접한 관련이 있는 실생활에 점점 도입되고 있다. 하지만 1차산업과 관련한 자동화 관리 시스템의 개발은 아직도 미비한 수준에 있으며, 이 또한 외국에서 개발된 상품을 수입하여 적용시키는 단계에 머물러 있는 것이 현재의 1차 산업의 관리 시스템의 실정이다. 이에 본 논문에서는 우리의 1차 산업과 관련된 분야에 적용 가능한 센서를 이용한 관리 시스템을 설계하고 이를 평가하고자 관리 시스템을 설계하였으며, 이에 따른 효용성을 평가 하였다.

키워드

MIMO, Zigbee, UWB, IEEE802.15.4

I. 서 론

현재 우리사회는 수많은 연구진들에 의해 유비쿼터스를 기반으로 한 UCT 사회의 초입단계에 들어 섰다. 여기에는 수많은 기술들과 이론들에 의한 시행착오와 여러 제품들이 존재하고 앞으로 계속 개발될 것이다. 이러한 기술 중 가장 활발히 연구가 진행되고 있는 분야가 센서 분야이다.

유선과 무선센서 노드에 의해 구성된 각종 센서 네트워크는 우리 사회에 점점 그 범위를 확대해 가고 있다. 하지만 그 대부분의 분야가 1차 산업보다는 2차,3차 산업에 적용된 부분이 더 많고 확대되는 속도 또한 월등히 차이가 나는 부분은 어쩔수 없는 사실일 것이다.

이미 2차 산업을 중심으로 자동화 관리 시스템이 정착된 제조업과 인간의 편리한 생활을 목적으로 생성된 3차 산업이과는 달리 살아있는 생물체를 다루는 1차 산업은 긴 라이프 사이클과 자연이라는 문제로 인해 네트워크의 구성이 상대적으로 힘들다는 것은 어느 누구도 부인할 수 없는

사실일 것이다.

우선 센서 네트워크를 구성하는데 필요한 여러 여건 중 한정된 자원인 저비용, 저전력, 센서 관리문제등의 문제는 1차 산업에서 가장 큰 제약이다. 이에 본 연구에서는 1차 산업에 적용가능한 자동화 관리 시스템을 설계하고 적용가능성을 측정하고자 한다.

II. 관련연구

1. 센서 네트워크

구성될 센서 네트워크는 저 전력으로 이루어진 초소형, 다기능 센서들이 부착된 센서 노드(Sensor Node)로 구성하며, 센서 측정은 온도, 습도, 풍향, 토양분석등과 같은 데이터를 통신이 가능한 센서 노드로 측정, 처리하여 중앙의 서버로 전송하는 역할을 할것이다. 센서 노드는 데이터 수집을 위한 센서부분, 데이터를 다루는 중앙연산부분, 데이터를 전송하기 위한 전송부분, 동작을

위한 전원부분으로 구성한다.

이러한 센서 노드들은 애드혹(ad-hoc) 네트워크를 형성한 후 정보의 수집 및 처리를 통하여 사용자가 원하는 서비스를 제공하는 방식을 취함을 목표로 하고 있다.

2. MIMO(Multiple Input Multiple Output)

다중안테나 시스템은 송/수신기 모두에 다수의 안테나를 채용한 것으로 추가적인 주파수 할당이나 송신전력증가 없이도 채널(통신) 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상 시킬 수 있는 방법으로 안테나 수에 비례하여 증가시킬 수 있다. 기술은 동시에 같은 데이터를 전송하여 다양한 채널 경로를 통과한 심볼들을 이용하여 송/수신안테나 수의 곱에 해당하는 다이버시티 이득을 얻어 전송 신뢰도를 높이는 공간 다이버시티 기반 방식, 동시에 다수 개의 데이터 심볼을 전송하여 전송률을 높이는 공간 멀티플렉싱 방식, 이 두 가지를 결합한 방식 등이 있다.

- 공간 다이버시티방식: 안테나마다 다른 레일리 페이딩을 겪은 신호를 다수의 송/수신 안테나에 의해 결합함으로써 경로 간의 채널 골(deep)을 서로 보완시켜서 수신 성능을 높이는 기술이다.
- 멀티플렉싱 방식: 송/수신 안테나간의 가상의 부채널들을 만들어서 각각의 송신 안테나를 통해 서로 다른 데이터를 전송함으로써 전송 속도를 높이는 방식이다.

이 두 가지 방식은 서로 trade off관계에 있고, 따라서 통신환경의 조건이나 사용자의 요구 등에 어떤 방식을 결정할 것인지를 결정하게 된다. 공간다이버시티 방식은 신뢰도를 높일 수 있는 장점이 있지만 안테나 수에 비례하여 용량을 증가시킬 수 없기 때문에 차세대 무선 통신 시스템에서 요구되는 높은 주파수 효율을 얻기 어렵다. 이와는 다르게 멀티플렉싱 방식은 다중안테나 환경에 의해 제공되는 독립적인 부채널들을 서로 다른 신호를 전송하여 전송률을 높인다.

3. ZigBee

Zigbee는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 자랑하는 무선센서네트워크의 대표적 기술로 2003년 IEEE802.15.4 작업분과위원회에서 표준화된 PHY/MAC 층을 기반으로 상위 Protocol 및 Application을 규격화한 이름이다.

Zigbee의 시작은 HomeRF의 Low Rate Version으로 1998년에 시작하여, Firefly, RF-Lite로 이름이 변경된 후 최종적으로 Zigbee로 명명되었다. Zigbee가 추구하는 목적은 크게 아래와 같다.

- Short-range RF connectivity (typ. < 10 m)
- Reliable transfer w/ low data rate (20-250 kb/s)
- Low power consumption (battery life >> 1 month)

- Very low cost

- Low complexity

Zigbee의 특성은 저속통신이지만 전력소모가 작아서 배터리 하나로 1~2년정도 동작이 가능하도록 하는 통신방식이다. Bluetooth는 개인 휴대 기기를 연결하고자 하는 목적으로 등장한 통신방식이다. UWB는 군사용 레이더의 펄스형태의 기술을 이용한 통신방식으로써 고속으로 데이터를 전송할 수 있어 동영상과 같은 멀티미디어 데이터 전송에 적합한 통신방식이다.

4. UWB

2~10GHz의 고주파대역을 활용하는 무선 통신 기술이다. 전송거리가 10m 안팎으로 짧지만 전송 속도가 빨라 홈네트워킹 시스템이나 유비쿼터스 환경을 구현할 무선통신기술로 주목받고 있다. 또한 전력소모가 적어 각광받고 있다.

UWB는 사용하는 주파수 대역이 아주 넓은 것을 의미하는데, FCC는 중심 주파수 대비 대역폭이 20% 이상이거나 500MHz 이상의 주파수 대역폭을 차지하는 통신방식으로 이를 규정하고 있다. UWB는 초-저전력 라디오 신호를 1조 분의 1초 단위의 매우 짧은 펄스(이 펄스의 폭은 대역폭에 반비례한다)로 모든 주파수로 동시에 전달한다. 수신된 라디오 신호는 보통 CDMA와 같이 처리되는 것이 상례이다.

UWB의 가장 큰 장점은 이미 다른 시스템이 사용하고 있는 주파수를 이용해 데이터를 송수신할 수 있다는 점이다. UWB 방식의 신호는 넓은 주파수 대역 이용으로 전력 밀도값을 아주 작게 할 수 있어, 다른 통신신호가 존재하는 주파수에 중첩돼 사용하더라도 간섭을 거의 주지 않는다는 점에 착안하고 있다. 기존의 무선 시스템의 잡음과 같은 수준의 매우 낮은 스펙트럼 전력 밀도를 사용함으로써 이동통신, 방송, 위성 등의 기존 통신 시스템과 상호 간섭 영향 없이 주파수를 공유하여 사용할 수 있는 것이다.

그러나 UWB의 낮은 전력 요구치 때문에, UWB는 감지하기 힘들고 따라서 제어하기도 힘들다. 등록되어있는 주파수 대역과 등록되지 않은 주파수 대역 등, 모든 주파수 범위를 사용하기 때문에, GPS와는 달리 실내와 지하에서도 사용할 수 있다.

III. 설계 및 구현

1. 설계

무선 센서 네트워크에서 사용되는 센서 노드들은 대개 모니터링 시스템, 기후 측정 시스템, 토양 측정 시스템, DB 시스템으로 구성한다. 이러한 센서 노드에서 가장 중요한 부분은 위에서 언급했듯이 적은비용으로 저 전력을 소모하는 최소형의 센서를 만드는 일이다. 또한 이런 센서노드

들은 한번 설치되면 배터리를 교체하는 것이 번거롭고 유지, 보수에 따른 추가 비용이 소모되기 때문에 효율적인 배치와 초기 설계가 중요하다.

이번 연구에서는 metos사의 sm모델을 이용하지 않고 다른연구에서 사용된 STR711FR2프로세서칩을 이용한 이용하여 구성된 센서노드를 이용하여 네트워크를 구성하였다.

센서 노드의 제원으로는 256KB Program Flash Memory를 가지며 Chipcon CC2420, 2.4GHz의 RF Module, 온도, 습도, 풍속 등의 기상재원과 토양수분, 무기질 함유량, 미생물 분석등의 토양 재원등을 위한 센서를 부착하고 추가적으로 ZigBee모듈을 추가로 적용하였다. Data Rate는 250kbps, Modulation은 O-QPSK를 이용하고, Range는 약15~20m의 거리를 가지며 Interface로는 주로 USB,와 RS232c를 이용하였다. 기온, 상대 습도, 일사량, 풍속등의 작물성장에 필요한 센서들과 측정깊이 10, 20, 30, 50cm, 80cm와 토양 층위별 수분등을 측정하는 센서들을 설치하는 네트워크를 구성하였다. 토양측정 센서노드의 기타 제원으로는 신호출력은 5wire(자체로거 RT6사용시), 전압, RS232, SDI-12 을 이용하며, Resolution은 ±0.002%, 직경은 26.5mm이다.

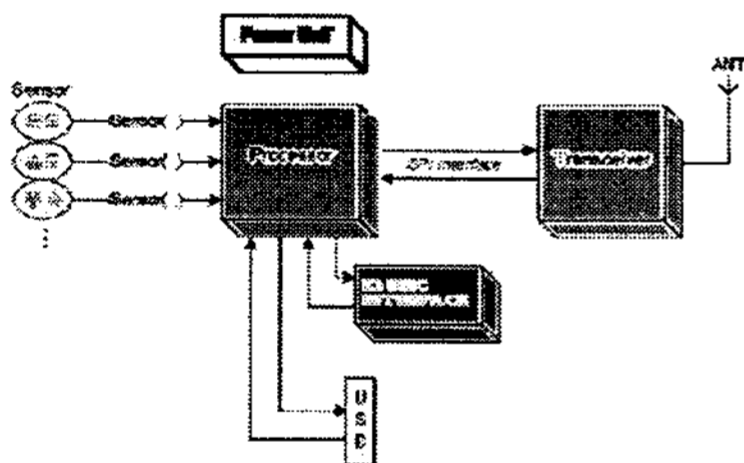


그림 1. 센서 노드 블록도

네트워크 설계는 센서 노드를 통해 수집된 데이터는 무선 송수신 체계를 기반으로 하나의 네트워크를 구현하였다. 무선 기법으로는 Ad-Hop 방식을 이용하였다. 또한 외부 인터넷망과의 연동을 위해 IEEE802.11 WAN과 TCP/IP 방식을 채택하고, 센서 네트워크에서는 IEEE802.15.4WAN과 ZigBee를 이용하여 설계하였다.

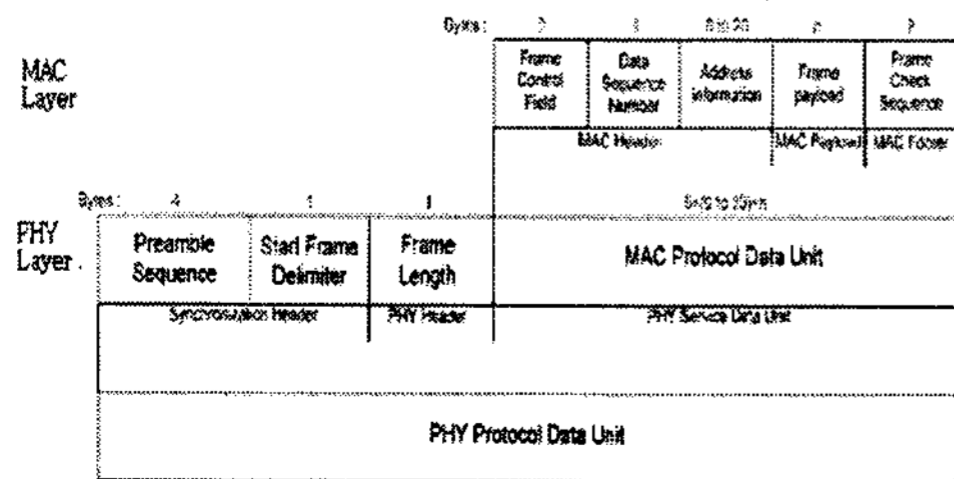


그림 2. IEEE 802.15.4 프레임 포맷

2. 구현

구축되는 센서 모듈의 종류는 크게 4가지 구분할수 있다. 모니터링 시스템, 기후 측정 시스템, 토양 측정 시스템, DB 시스템으로 나눌 수 있으며 각각의 시스템들을 연계하기 위한 Wireless LAN 장비와 Sensing Module 장비들, 전원 공급 장치 등으로 구성했다. ZigBee의 표준 직렬 인터페이스는 8 or 16bit Micro-controller와 같은 호스트 controller에 접근하고, 데이터 패킷을 송수신한다.

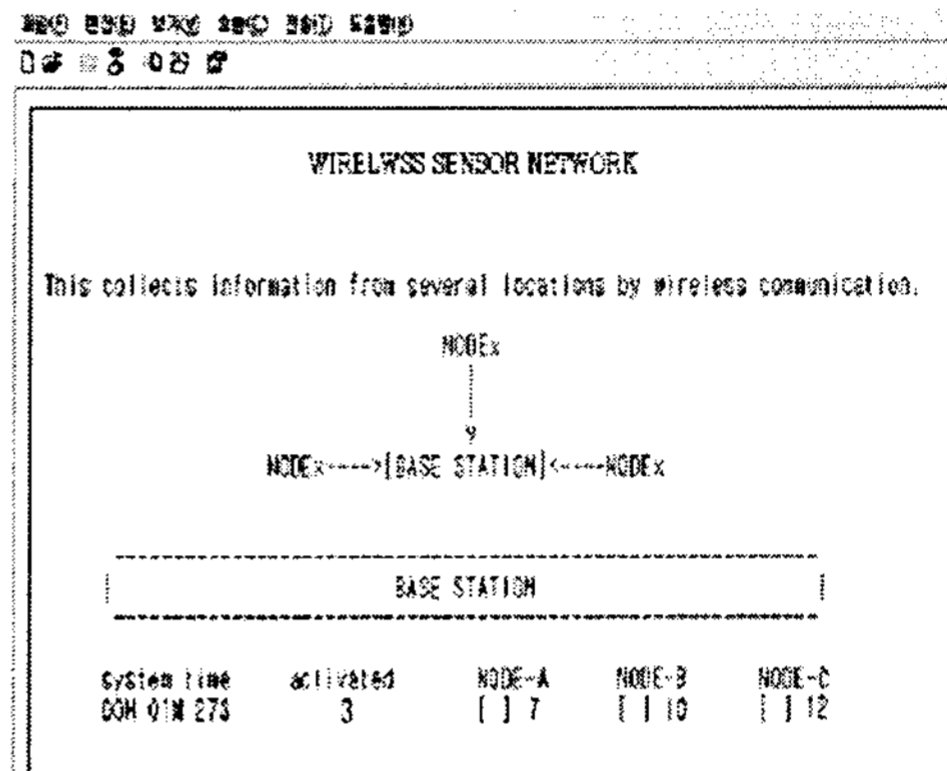


그림 3. 호스트에서 점검한 노드별 통신상태

구현된 각각의 노드들의 기능을 간략히 살펴보면 기후정보 측정 노드의 기능은 작물의 생장과, 생육에 따른 적정 환경의 분석과 기후에 따른 생물의 작황등의 자료를 축적 한다. 토양 센서 노드는 주기적인 토양 샘플 측정과 작물의 생육에 영향을 미치는 요소들에 대한 데이터를 수집한다.

IV. 결과 및 향후과제

본 논문에서는 센서들을 이용한 자동화 관리 시스템을 설계하고 설계에 따른 운영의 용이성을 실험하기 위해 여러 센서노드들을 이용하여 네트워크를 구현하였다. 센서를 이용한 네트워크의 구성을 위해 가장 고려해야할 점은 저 비용, 저 전력, 관리의 용이성을 들수 있을 것이다. 여기에 덧붙인다면 데이터의 안정성의 문제와 보안 문제일 것이다.

이전의 metos사의 sm모델을 이용하여 구성한 모델과의 성능평가는 기재하지 않았지만 아직 개선해야할 사항들이 많이 발견되어 보다 많은 연구가 선행되어야 할 필요성을 인지하였다. 시스템의 보다는 안전성을 위한 센서 모듈의 설계와 이러한 모듈을 운영하기 위한 전용 운영체제와 각 센서노드에 최적화된 프로세서의 설계 또한 요구되었다.

향후의 연구로는 센서네트워크의 효율성을 높

일 수 있는 효율적인 MAC관리 프로토콜의 개발 등을 통한 관리가 용이한 센서네트워크 구현을 위한 추가 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 김만석 "센서네트워크에서 데이터 전송지연을 최소화 하는 mac 프로토콜 설계", 한국인터넷 정보학회 8권 2호, pp 43-54
- [2] Kay Römer and Friendmann Mattern, Eth Zurich, "THE DESIGN SPACE OF WIRELESS SENSOR NETWORKS," IEEE Wireless Communications • December 2004
- [3] Elaine Shi , and Adrian Perrig, "Designing Secure Sensor Networks" IEEE Wireless Communications • December 2004