

# 무선 네트워크 환경에서 저전력 임베디드 센서 보드를 이용한 트리 매니지먼트 시스템 설계

허민\* · 모수종\* · 김창수\* · 임재홍\*\*

\*한국해양대학교 대학원 · \*\*한국해양대학교 전파정보통신공학부 부교수

## Design of Tree Management System using Low-Power Embedded Sensor Board in WSN

Heo Min\* · Soo-Jong Mo\* · Chang-Su Kim\* · Jae-Hong Yim\*\*

\*Dept. of Electronics & Communication Engineering, Graduate School of National Korea Maritime University

\*\*Division of Radio and Information Communication Engineering, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

E-mail : huhmin@hanafos.com

### 요 약

국내의 도시들은 빌딩 숲으로 둘러싸인 회색도시에서 공원과 가로수가 어우러진 녹색도시로 탈바꿈하기 위해 많은 노력과 비용을 지출하고 있다. 그 예로 부산시에서는 '녹색도시부산21'의 정책으로 군부대시설의 공원화, 도심의 나무 심기 등을 계획하고 진행 중에 있다. 여기서 조경을 위한 수목의 가격은 매우 고가이다. 이런 고가의 조경 수목을 관리하기 위한 수목 관리 시스템의 도입은 당연하게 되었다. 본 논문에서는 각 수목에 붙여진 Mote를 이용하여 수목의 정보를 무선 센서 네트워크를 이용하여 서버로 전송한다. 서버에서는 수신된 정보를 이용하여 수목의 상태 파악 및 관리, 병충해 예방, 수목 정보 웹 데이터 서비스 등에 이용할 수 있게 하며, 그리고 생태 관리 학자들에게 도심의 조경 수목 기초 정보를 제공하는 시스템의 설계를 제안하였다.

### ABSTRACT

Internal cities such as gray level been enclosed to building forest are paying a lot of efforts and expenses to change to green city that park and street tree get put together. By the example, 'GREEN CITY of PUSAN 21' progress to decorate army facilities like the park, and to plant street trees in several places of city plan in Pusan. And urban environment that big cities of advanced nation are agreeable is making in the large park and road street trees at several places in downtown. Because price of tree for the park is very expensive, tree management system was all-important. In this paper, Motes deliver the sensor information in each tree through radio sensor network by server side. This information can use in state grasping of tree, harmful insects courtesy call etc and this system design was suggested to inform to mode of life administration scholars.

### 키워드

USN, WSN, Mote, 수목관리

### 1. 서 론

국내의 도시는 회색도시에서 녹색도시로 바꾸기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 예를 들면 부산시에서 주요 정책 중 하나로 진행 중인 '녹색도시부산21'을 들 수 있다. 부산시에서는 많은 비용을 거리 공간의 녹지화를 위해 투자하고 있다. 여기서 조경되어지는 수목의 가격은 적어도 한

그루당 수백에서 수천까지 가격을 형성하고 있다. 지금의 수목 관리정책으로는 관리 업체가 맡고 있거나 시에서 직접 관리하고 있다.

본 논문에서 제안하고자 하는 것은 수목의 관리를 보다 효율적이고 능동적으로 하기 위해서 무선 센서 네트워크를 이용한 수목관리시스템을 제안하고자 하는데 있다.

현재 기술은 RFID/USN (Ubiquitous Sensor

Network)로 진보하고 하고 있다. 이에 수목관리 시스템은 독자적인 시스템이 아니라 유동적으로 여러 시스템과 상호 호환 가능하게 발전해 나가야 한다. 수목 관리 시스템은 무선 네트워크상에서 각 수목에 부착되어있는 Mote를 통해서 전송된 수목의 정보를 서버에서 실시간으로 모니터링할 수 있고, 일/월/년 간 관리 계획을 수립할 수 있다. 그리고 도심의 수목 연구를 위한 기초정보를 제공할 수도 있다.

이 시스템을 개발하기 위해서는 Mote간의 무선 프로토콜의 정립, 수목 정보를 실시간으로 받을 수 있는 알고리즘 개발, 수목 관리자 전용 어플리케이션 개발이 필요하다. 수목에 부착되어진 Mote는 일정한 반경 내에 상호 무선통신이 가능하며, 이를 위해서 수목 관리용 무선 프로토콜의 정립이 필요하다. 그리고 수목의 상태를 알아볼 수 있게 하기위하여 Mote보드에 필요한 센서를 설치해야 한다. 예를 들어 수분 센서, 온도 센서, 습도 센서, 일조량 센서 등을 들 수 있다. 그리고 Mote는 무선으로 데이터를 전송하기 때문에 신뢰성 있는 전송 프로토콜과 알고리즘이 필요하다. 마지막으로 관리자가 직접 현장에서 조작할 수 있는 수목 전용 단말기가 있어야 한다. 단말기는 RFID 수신기가 부착되어 있어서 수목 근처에 가면 수목의 정보를 실시간으로 볼 수 있고 서버와 무선통신이 가능하므로 수목의 정보를 입력, 수정, 삭제가 가능하다.

본 논문에서는 RFID로 구축되어진 수목 관리 시스템에서 무선 센서 네트워크를 이용한 업그레이드된 능동적인 시스템으로 도약할 수 있는 계기를 마련하며, 현재 점점 황폐해져 가고 있는 도심의 자연을 좀 더 효율적으로 관리하여 녹색의 도시로 갈 수 있게 도움을 줄 수 있는 친환경적 관리 시스템의 설계를 제안하고자 한다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 무선 센서 네트워크의 정의

무선 센서 네트워크를 간단히 정의하면 유비쿼터스 환경에서 다양한 소규모 센서들과 구동기들의 네트워크가 구성되고, 이들이 무선으로 상호통신하고 나아가 인터넷으로 통합되는 것으로 말할 수 있다. 센서 네트워크는 컴퓨터의 네트워크 카드에 비교할 수 있다. 네트워크 카드를 컴퓨터에 설치해야 인터넷에 연결할 수 있듯, 센서에 네트워크 모듈을 설치해야 센서가 네트워크에 연결된다. 센서는 그 자체만으로는 아무런 소용이 없으므로 센서로 수집한 정보를 한곳데로 모아야 비로소 정보로써 가치가 생긴다. 만약 센서를 네트워크로 연결하지 않는다면 사람이 눈으로 일일이 확인해야 한다. 특히 이 과정에서 네트워크를 센서에 맞게 구성한 것이 무선 센서 네트워크이다. [1][2]

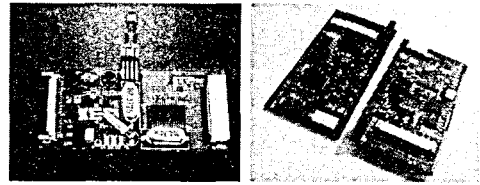


그림 1 무선 센서 네트워크의 Mote  
(a) TIP30 (b) TIP50

### 2.2. 수목 관리 시스템

수목이란 조경에 있어서 가장 근간을 이루고 있으며, 자연을 토대로 하고 있는 조경용 수목은 인간 생활환경 주변의 정화와 미화 및 쾌적하고 합리적인 환경으로 계획하는 과정에 있어서, 외부공간과 내부공간의 미적, 기능적, 심미적 목적과 생태적 균형을 달성하기 위해서 이용되며, 이러한 수목을 조경용 수목이라고 한다. 그리고 현재의 조경에서는 그러한 구분에 의한 범위 한정 의의가 희박해지고 형태나 관상가치, 배식용도, 식재지, 특성, 효능 등에 의한 조경에 사용되는 교목, 관목 및 반경목 중에서 도시환경에 적응력이 뛰어나며, 관상가치가 높아서 조경에 사용되는 모든 수종을 일반적으로 조경용 수목이라고 한다. 본 연구에서는 현재 조경용 수목으로 사용되고 있는 수종과 도입종 및 향후 사용가치가 높은 수종을 조경용 수목으로 보고 수목 관리 시스템 설계를 제안하였다.[3] 수목 관리 시스템이란 관리 구역내의 조경 수목에 고유번호를 부여하여 수목 정보를 객체별로 등록, 체계적이고 효율적인 관리를 할 수 있는 시스템이다. 현황조사를 통해서 수종, 생육상태, 위치, 시설물 현황 등을 입력하여 주 관리프로그램에 의해 수목 현황, 관리 작업, 작업지시, 작업시행, 기록대장, 관리대장, 내역 등을 효율성 있게 관리 할 수 있다.[4]

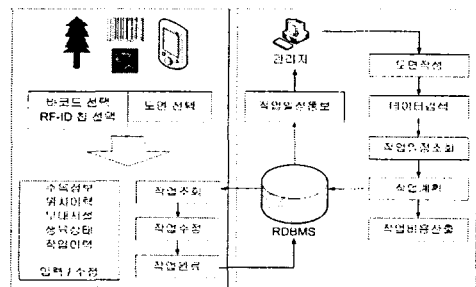


그림 2. 수목 관리 시스템

### 2.3. 모니터링 시스템

무선 센서 네트워크를 이용한 서식지 모니터링 시스템은 무인도에서 바다제비 서식지에 관한 주변 정보 데이터를 측정하기 위하여 4개월 동안 온도, 습도, 기압 등의 정보를 수집하였다. 바다제비의 서식지 모니터링을 위하여 광 검출, 온도,

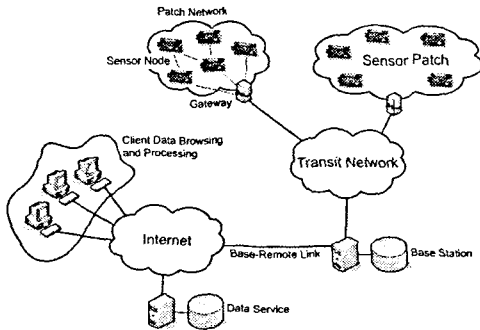


그림 3. 무선 센서 네트워크 구성도

습도, 기압, 적외선 검출 센서를 사용하였다. 센서들은 Mote에 부착 되어 있고, 게이트웨이를 통해서 서버로 데이터를 전송하게 되어 있다. 그리고 서버에서는 인터넷과 연결되어 있어 자료를 웹에서 볼 수 있게 하였다. 그림 3의 무선 센서 네트워크 구성도를 보면, 작은 네트워크가 구성되어 있고 데이터 전송은 게이트웨이를 통해서 서버로 통신하게끔 구성되어 있는 것을 알 수 있다.[5]

### III. 수목 관리 시스템의 설계

#### 3.1. 전체 시스템의 구성

전체 시스템 구성은 서버용 관리 시스템, 관리용 웹사이트, 수목 관리용 PDA, Mote와 센서보드로 나눌 수 있다. 서버용 관리 시스템은 Mote에서 보내온 데이터를 저장하며 전체적인 관리 정보를 모두 포함하고 있다. 그리고 웹 사이트를 통해서 정보를 볼 수 있게 데이터를 보내준다. Mote는 다른 Mote와 무선 데이터 통신을 하며, 연결된 센서 보드를 통해서 수집된 수목 데이터를 서버로 전송한다. 그리고 고유의 RFID 태그를 포함하고 있다. 수목 관리용 PDA는 관리자가 관리 시스템에서 직접 데이터를 입력, 수정, 삭제할 필요 없이 직접 들고 다니며 관리 할 수 있도록 한 것이다.

전체적인 데이터 흐름은 Mote간의 무선통신을 하여 데이터를 전송하게 되어 있다. 그리고 네트워크 연결 시에 가장 가까운 Mote 사이에 무선통신 상황을 판별 하여 최상의 네트워크에 연결된다. 이렇게 연결된 네트워크는 서버까지 최단거리 전송 알고리즘을 이용하며 서버에 데이터가 전송하게 된다. Mote는 고유 식별자가 부여되고 이것과 실시간 수집한 데이터를 같이 보내게 되어 있다. 데이터베이스에서는 Mote의 고유 식별자를 통해서 데이터를 관리하게 된다. 그리고 관리용 컴퓨터에서는 고유 식별자와 실시간 데이터를 이용하여 수목 관리 어플리케이션을 구성한다. 그리고 웹 에이전트를 통하여 웹에서 누구나 볼 수 있게 한다.

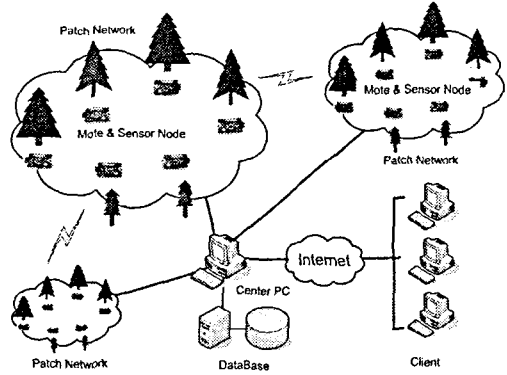


그림 4. 수목 관리 전체 시스템 구성도

#### 3.2 서버용 관리 시스템

서버용 관리 시스템은 각 수목에서 들어온 센싱정보를 디스플레이 하고, Mote의 이상 유무 파악, 센싱 정보를 이용한 관리 체제 구축, 데이터를 저장해야 하는 기능을 가져야 한다.

그리고 Mote의 업그레이드도 생각해야 된다. 왜냐하면 각각의 수목에 Mote를 부착하게 되면, 수십에서 수백의 Mote를 관리해야 된다. 이 때 한 개씩 업그레이드를 하려면 많은 시간과 비용을 부담해야 한다. 따라서 서버에서 업그레이드 할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 서버에서 업그레이드 파일을 무선데이터통신을 이용하여 전송하면, Mote는 업그레이드 명령인지 분석, 확인한 후 자동으로 업그레이드된다. 그리고 다시 다른 Mote로 업그레이드 파일을 보내게 된다.

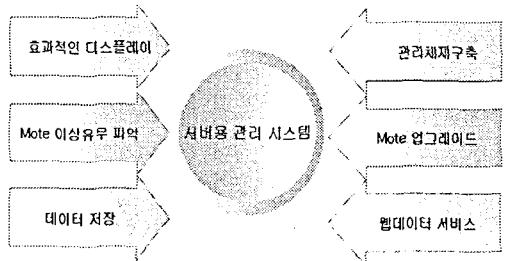


그림 5. 서버용 관리 시스템

그리고 웹에서 누구든 접근하여 볼 수 있게 웹데이터 서비스를 위한 기능도 가지고 있어야 한다. 필요한 사용자가 웹에 접근하여 언제 어디서든 인터넷이 되는 곳에서는 정보를 볼 수 있게 해야 된다.

#### 3.3. Mote와 센서보드

수목 관리 시스템에 적합한 Mote를 선정하기 위해서는 많은 하드웨어 사항이 고려되어야 한다. 첫째 작은 단위로 동작하기 때문에 주요부품이 저전력으로 동작되어야 한다. 왜냐하면 설치된

Mote의 배터리를 교환하려면 많은 소요시간과 비용이 들기 때문이다. 따라서 저전력으로 사용되어야 배터리 사용주기가 길어 질수 있기 때문이다. 그리고 전원이 얼마정도 남아 있는지 측정 가능해야 한다. 왜냐하면 이런 정보를 이용하여 배터리 사용 알고리즘을 적용할 수 있기 때문이다. 둘째 무선통신의 신뢰성이 보장 되어야 한다. 셋째 확장성 및 상호운용성이 고려되어야 한다. 왜냐하면 다양한 센서들이 적절한 수목 환경에 맞추어 설치되어야 하기 때문이다. 넷째 Mote의 크기는 아주 작은 크기를 가지고 있어야 한다. 마지막으로 중요한 것이 하드웨어를 제작시 간단하게 제작되어야 한다. 불필요한 기능은 모두 제거하고 수목 관리에서 요구하는 데이터만 받을 수 있도록 최소 구성해야 하며, 주변 환경의 영향에 최소로 반응 하는 부품을 사용해야 한다.

센서 네트워크를 구성하면 Mote가 많이 사용되기 때문에 Mote선정 시 많은 장단점을 파악하여 선정해야 한다.

#### 3.4. Mote의 무선통신 및 데이터 전송

Mote간에는 양방향 무선통신을 한다. 따라서 이웃된 Mote간의 상호 연관성이 있는 알고리즘으로 데이터를 전송해야 한다. 다시 말해서 수목 관리 시스템에 맞는 무선 프로토콜을 정립해야 한다. 그리고 Mote가 수집한 수목의 정보를 최적의 알고리즘으로 메인 서버로 보내야 하는데 이를 위해서 최적 경로 전송 알고리즘이 필요하다. 데이터는 실시간으로 전송하게 되어 있는데 필요시 일정 간격을 두어 데이터를 수집할 수도 있다. 이를 고려하여 라우팅 프로토콜 알고리즘을 사용해야 한다.

#### 3.5. 수목 관리용 PDA 프로그램

수목 관리용 PDA는 관리자가 직접 들고 다니면서 수목의 상태를 볼 수 있다.

PDA는 Mote와 상호 통신 하며 수목의 일정범위에 있으면 고유ID로서 수목을 분간할 수 있다. 관리자는 PDA와 관리용 PC가 연동이 가능하므로 필요데이터를 메인 서버로 전송 가능하다. 그리고 RFID 수신기가 있어서 수목의 RFID 태그정보를 읽어 들여 수목의 정보를 서버로 요청할 수 있다. 그리고 수목의 정보를 입력, 수정, 삭제 할 수 있다.

## IV. 결 론

수목 관리 시스템은 조경 수목을 효율적으로 관리하고자 하는데 있다. 현재 많은 도시들이 녹색도시로 바꾸려고 많은 비용과 시간을 투자하고 있다. 이를 위해서 많은 조경 수목이 도심에 심어지고 있다. 현재 수목 관리 시스템은 미국, 일본, 프랑스 등 선진국에서만 사용되어 지고 있다. 또한 우리나라에서도 RFID를 이용한 수목 관리 시스템을 구축하려고 시도되고 있다. 본 논문에서는 기존의 RFID와 무선센서네트워크를 같이 사용하여 더 효율적인 시스템 설계를 제안하고자 하는데 있다. 현재 RFID를 사용하는 수목 관리 시스템에서는 Mote의 추가로만 무선센서네트워크를 구축할 수 있는 업그레이드된 시스템 도입을 할 수 있으며, 새로 시스템을 구축하려고 하는 지역에서는 무선센서네트워크를 이용한 수목 관리 시스템을 구축할 수 있다. 그래서 기존의 사람이 관리하는 수목 관리 보다는 데이터를 통한 전산화된 수목 관리를 할 수 있게 된다. 그리고 실시간 수집한 정보를 이용하여 능동적인 대처를 할 수 있게 되며, 이 정보를 생태학자들에게 도움이 될 수 있는 기초 자료로 사용할 수도 있다.

향후 과제는 본 논문에서 설계한 수목 관리 시스템을 관리 프로그램, Mote간의 데이터 통신, 수목 관리용 PDA 프로그램과 하드웨어를 구현하고자 한다.

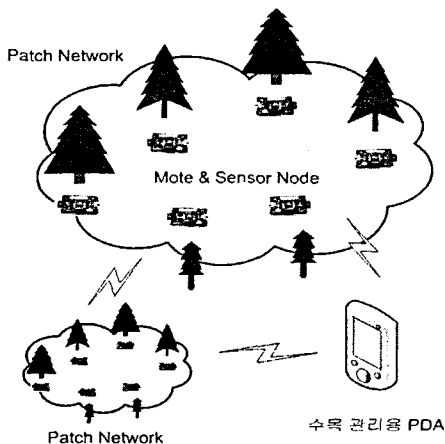


그림 6. 수목 관리용 PDA 시스템 구성

## 참고문헌

- [1] Elizabeth M.Roye "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks" PP1-10, 2004
- [2] <http://www.maxfor.co.kr/>
- [3] 정재욱, "Web-DB연동시스템을 활용한 조경용 수목 정보시스템 구축", pp7-10, 2001
- [4] <http://www.entkr.co.kr/>
- [5] Robert Szewczyk, Joseph Polastre, Alan Mainwaring and David Culler, "Lessons From A Sensor Network Expedition", PP2-5, 2002