

무선 메쉬 네트워크 기반 조경수 관리를 위한 환경 모니터링 시스템 개발

이남규, 안이수, 강준영, 황경호

국립한밭대학교 컴퓨터공학과

lng9236799@naver.com, {yisooan, kj0bce}@gmail.com, gabriel@hanbat.ac.kr

Development of Environment Monitoring Systems for Landscaping Trees Management based on Wireless Mesh Networks

Nam-Gyu Lee, Yi-Soo An, Jun-Young Kang, Gyung-Ho Hwang

Dept. Computer Engineering, Hanbat National Univ.

요약

국내뿐만 아니라 국외에서도 빈 임야에 조경수를 심어 관리하고 납품하는 사업이 발전하고 있다. 조경수들의 수요와 가치가 증가해가고 있는 반면, 국내 조경수 업자들은 비교적 연령대가 높아 넓은 대지의 상황을 파악하는데 어려움이 있다. 또한 기기의 도움 없이 사람이 하는 과정은 상대적으로 불완전하며 모든 조경수의 토양 상태를 포괄적으로 확인하기 어렵다. 본 논문에서는 토양 상태를 모니터링 할 수 있는 센서와 무선 메쉬 네트워크를 이용하여 넓은 대지에서 관리되는 조경수의 상태를 쉽게 파악할 수 있는 자동화 환경 측정 시스템을 제안하고 구현하였다.

I. 서론

현대 도시의 환경을 구성하는 요소 중에서 조경수는 빼놓을 수 없는 필수적인 요소이며 수요는 날이 증가하고 있다.[1] 그러나 경제적인 수요가 증가하는 한편 조경수를 재배하는 과정은 아직도 예전 방식을 통해 이루어지고 있어 새로운 조경수 생산 방식을 적용한 적이 없고 첨단 IT 기술이 도입된 전례가 거의 없다.[2] 이에 따라 IoT(Internet of Things) 기술을 조경수 관리에 적용시켜 원격 시스템으로 넓은 대지의 조경수 상태를 확인하고 그에 따른 적절한 관리가 이루어져 재배의 손실을 최소화 하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 IoT 및 무선 메쉬 네트워크 기술을 이용하여 대지에 환경 상태 측정 센서와 AP(Access Point)를 설치하고 근거리 통신망을 구성하여 조경수 재배 상태를 모니터링 할 수 있는 자동화 환경 측정 시스템을 제안한다. 이는 조경수 관리에 어려움이 많은 조경수 관리자들에게 편리성을 제공할 것이다.

II. 본론

다음 <그림 1>은 본 논문에서 제안한 조경수 자동화 환경 모니터링 시스템의 전체적인 구조이다.

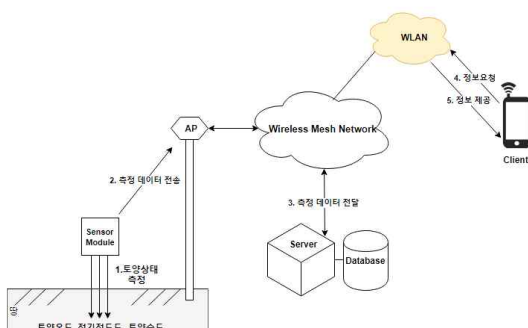


그림 1. 조경수 관리 시스템 전체 구성도

대지에 AP와 환경 측정 센서가 설치되어 있으며 각각의 AP에는 무선 메쉬 네트워크 프로토콜이 동작하여 근거리 통신망을 구축한다. AP 주변으로 여러 개의 센서가 설치되어 있으며 센서는 AP에 연결되어 있다. 특정 주기로 데이터를 수집하여 네트워크를 통해 서버로 전송되고 조경수 관리자는 안드로이드 어플리케이션을 이용하여 토양의 상태를 모니터링 할 수 있다.

2.1 무선 메쉬 네트워크(Wireless Mesh Network)

본 시스템에서는 여러 가지 메쉬 네트워크 프로토콜 중에서 Babel[3]을 이용하였다. Babel은 거리-벡터(Distance-vector) 기반의 라우팅 프로토콜이며 유선 네트워크뿐만 아니라 무선 메쉬 네트워크에서도 효율적으로 설계되었다.[3] 해당 프로토콜을 이용하여 개발된 babeld[4] 오픈소스 소프트웨어를 이용하여 무선 메쉬 네트워크를 구성하였다. 센서와 서버가 서로 통신하기 위해서는 동일한 네트워크에 존재해야 하는데 이 네트워크를 구성하는데 필요한 소프트웨어들은 하나의 노드에서 실행되어야 한다. 노드를 구성하는 장비는 라즈베리파이3(Raspberry Pi 3)와 Ad-hoc 모드가 지원되는 Wi-Fi 어댑터 2개를 이용하였으며 시스템 아키텍처는 <그림 2>와 같다.

wlan1 인터페이스 위에서 동작하는 hostapd는 데몬(Daemon) 프로세스로 동작하며 AP의 기능을 제공하고 isc-dhcp-server는 해당 노드에 접속한 클라이언트(Client)에게 IP를 부여한다. 따라서 우리가 일반적으로 사용하는 공유기와 같은 기능을 제공하게 된다. wlan0 인터페이스 위에서 동작하는 babeld는 주변을 탐색하여 이웃 AP를 찾고 <그림 3>과 같이 메쉬 네트워크를 구성하게 된다.

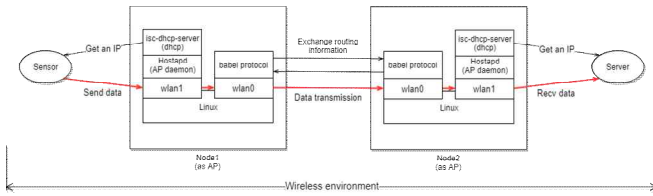


그림 2. 무선 메시 네트워크 시스템 구조

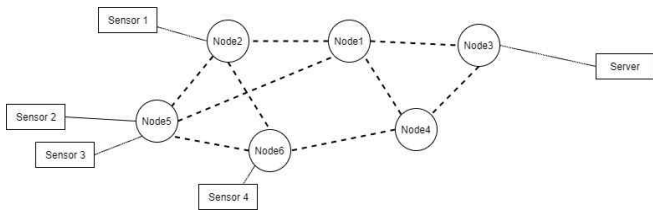


그림 3. 무선 메시 네트워크 토폴로지 다이어그램

2.2 센서(Sensor)

토양을 측정할 수 있는 센서는 <그림 4>와 같이 EC(전기전도도), PH, 토양온도, 토양습도, 외부 온습도 센서와 Wemos D1이라는 아두이노(Arduino) 계열의 MCU를 이용하여 구성하였다. 토양 습도 센서와 외부 습도 센서는 출력하는 단위가 다른데 외부 습도 센서 같은 경우 상대습도 단위의 출력 값을 갖는다. 하지만 토양 습도 센서의 경우 전기 저항도에 따라서 0~1024의 범위를 사용하며 습도가 높을 수록 값이 낮아지게 된다. 테스트 결과 센서 접촉부가 물에 젖었을 때 500 정도의 출력 값을 갖는다. 공기 중에서는 1024의 값을 갖게 된다. 토양 습도 센서 같은 경우 토양 내부의 수분, 온도 등을 확인 할 수 있고, 외부 습도 센서는 공기 중의 상대 습도를 측정 할 수 있다. 모든 센서들은 개별 5V를 사용하며 별도 센서의 Analog 값은 MUX를 통해 개별적으로 값을 여러 개를 받을 수 있게 설계하였다. 또한 배터리 전력량의 손실을 막기 위해 기기가 동작하는 시간이 아니라면 전력량을 최소화 하였다.

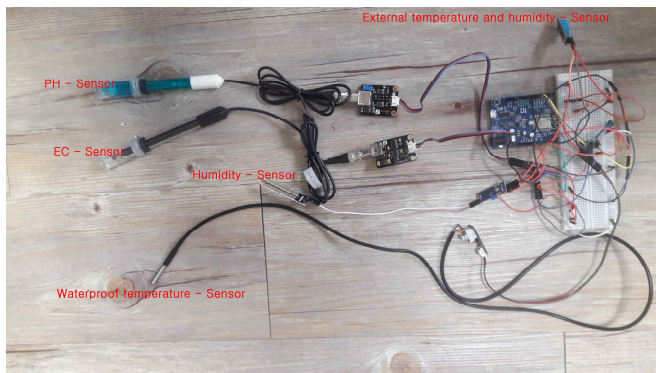


그림 4. 센서 모듈 구성 모습

2.3 서버와 클라이언트(Server and Client)

서버에서 사용되는 데이터베이스(Database) 소프트웨어로 MySQL을 사용하며 각 날짜에 따라 센서 값들을 개별적인 튜플에 저장하는 작업을 Servlet을 통해 URL Query 로 받는다. MySQL DB의 Column은 <그림 5>와 같다. Servlet이 클라이언트에게 제공하는 정보는 URL Query를 사용하여 UI Client의 Request에 따라 DB의 일정량을 나누어 전송하는 방식을 사용하여 서버가 최소한의 트래픽 자원을 쓸 수 있도록 한다. 이를 통해 조경수 관리자가 쉽고 편하며, 저렴한 트래픽 리소스만으로 스마트폰으로 각 센서 값을 확인할 수 있는 안드로이드 어플리케이션을 개발하

였다. 어플리케이션은 특정 센서에서 측정된 값을 시간에 따른 변화 차트로 제공한다. <그림 6>은 개발된 안드로이드 어플리케이션의 인터페이스를 나타낸다.

```
mysql> desc maintable;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
sensor_num	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
sensor_name	char(18)	YES		NULL	
sensor_dat	date	NO		NULL	
sen_val1	int(11)	NO		NULL	
sen_val2	int(11)	NO		NULL	
sen_val3	int(11)	NO		NULL	
sen_val4	double	NO		NULL	
sen_val5	double	NO		NULL	
sen_val6	double	NO		NULL	
live	int(11)	NO		NULL	

그림 5. 데이터베이스 Field

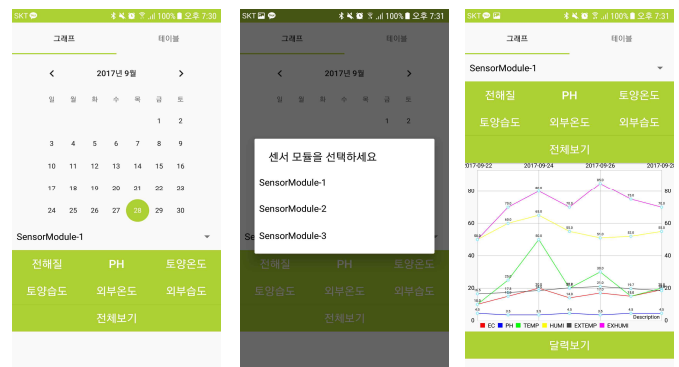


그림 6. 안드로이드 어플리케이션 구현

III. 결론

본 논문에서는 IoT 기술을 이용한 조경수 자동화 환경측정 시스템을 제안하고 구현하였다. 시스템 테스트에서 각 노드마다 60~100m 간격을 두고 설치하였으며 각 센서도 대략 60m의 간격으로 설치하였다. 데이터 크기가 작기 때문에 전송 에러는 거의 발생하지 않았으며 조경수 관리자가 안드로이드 어플리케이션을 이용하여 각 센서 모듈들의 측정 값을 확인할 수 있었다.

센서를 이용하여 환경 및 토양을 측정하는 기술들은 많이 개발되었지만 이러한 센서들을 이용하여 대규모 면적을 처리하는 기술은 지속적으로 연구되고 있다. 본 논문에서 구현한 시스템을 통해 무선 메시 네트워크가 조경수 재배 사업 이외에 대규모 농업에서 활용될 수 있을 것으로 판단되었으며 관련 연구를 계속 진행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 국가지표체계. “임산물 생산량 현황.” 2017년 6월 20일 방문, http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1302.
- [2] 산림청. “합리적인 조경수 조성·관리 및 생산·유통 개선 방안”, 2007년 11월
- [3] J. Chroboczek, “The Babel Routing Protocol,” IETF, RFC 6126, April 2011. [Online]. Available: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6126.txt>
- [4] J. Chroboczek, babeld, (2007), Github repository, <https://github.com/jech/babeld>