

스마트팜 생육환경 모니터링 및 제어를 위한 IoT 플랫폼 기술

연인원, °이원철

dntls12@ssu.ac.kr, °wlee@ssu.ac.kr

An IoT platform technique for monitoring and controlling the growth environment of a smart farm

Yeon In Won, °Lee Won Cheol

Soongsil University

요 약

본 논문은 아두이노(Arduino) 하드웨어 플랫폼과 자바(Java)를 이용하여 수경재배기에 환경 모니터링과 LED 및 온도조절 쿨링팬 등 제어가 가능한 IoT(Internet of Things)기반의 시스템을 소개하였다. 즉, 식물이 자랄 수 있는 환경을 관리하기 위해 필수조건인 온습도, pH, EC, LED, 쿨링팬 등을 모니터링 및 제어가 가능한 IoT 시스템을 개발하였다.

I. 서 론

현대농업은 통제가 가능한 시설에서 식물의 생육환경을 자동화하며, 다양한 센서를 통해 생육환경을 지속적으로 모니터링 및 제어하여 과일, 채소 등을 생산하는 IoT기반의 농업 형태로 진화하고 있다. 이에 본 논문은 아두이노와 자바 간 소켓통신을 통해 데이터베이스 및 JSP(Java Server Pages)를 구축하여 수경재배기에서의 생육환경을 모니터링하고 일부 시스템을 제어 할 수 있는 양액재배용 IoT 시스템을 제안하였다. 이를 통해 수경재배기에 설치된 아두이노 및 다양한 센서를 통해 측정 수치를 실시간으로 모니터링하고 필요시 적절히 기기를 제어 할 수 있는 것을 확인하였다.

II. 본론

본 논문은 아두이노와 자바 간 소켓통신을 이용하여 다양한 센서 데이터를 사전에 정의된 데이터베이스의 테이블로 업데이트 한 후 자바로 구축한 웹서버에서 모니터링 및 제어 가능한 시스템을 개발하였다. 그림 1은 본 논문에서 추가로 제안한 식물공장 원격 모니터링 및 제어 시스템의 구성 시나리오를 나타내고 있다.

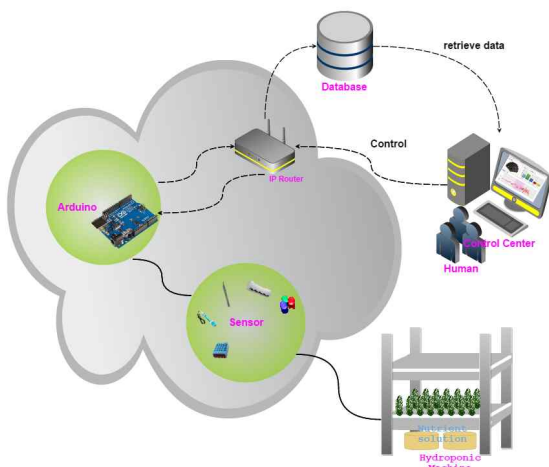


그림 1. IoT기반의 모니터링 및 제어 시스템 시나리오

그림 1의 컨트롤박스 내에 아두이노와 여러 센서 등이 수경재배기와 유선으로 결합이 되어 있다. 그리고 아두이노는 무선으로 WI-FI 공유기의 IP주소를 받고 자바와 소켓 통신으로 연결된다. 사전에 아두이노와 자바 간 정의된 설정에 의해 관리자 PC에서 각종 센서 데이터 모니터링 및 제어가 가능하다.

아래 그림 2은 현재 진행되고 있는 수경재배기에 아두이노와 온습도, pH, EC센서 및 제어 가능한 LED, 쿨링팬으로 구성되어 있다. 하드웨어 설치를 통해 생육환경 구축 시설을 하고 실시간으로 수경재배기 주변 환경 모니터링과 제어가 가능하게 된다.

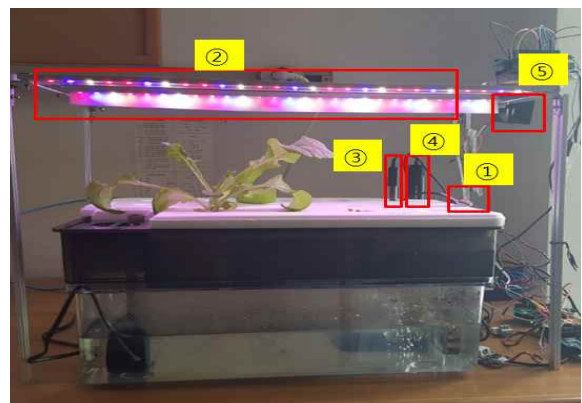


그림 2. 생육환경 하드웨어 및 구축

환경 모니터링 및 제어를 위한 IoT 플랫폼은 숭실대학교 실험실에서 구축하였으며, 그림2의 첫 번째는 온습도 센서이며, 온도는 -40℃에서 123.8℃까지 측정이 가능하고 습도는 0%에서 100%까지 측정이 가능하다. 두 번째는 식물이 좋아하는 색상인 청색과 적색을 혼합한 LED이다. 세 번째는 EC센서로 1mS/cm에서 20mS/cm까지 측정이 가능하다. 네 번째는 pH센서로 0pH에서 14pH까지 측정이 가능하다. 마지막으로 다섯 번째는 주위 온도를 조절하기 위한 쿨링팬이다. 수경재배는 EC의 수치와 pH 농도를 알맞게 조절해야만 식물을 건강하게 재배 할 수 있기 때문에

센서 측정 정밀도를 고려하여 오차율이 낮은 DFRobot의 pH센서와 EC센서를 선택하였고, 온도도 센서는 SENSIRION의 SHT-71을 이용하였다. 원격지에서 모니터링 및 제어를 위해 소프트웨어인 C언어 기반의 아두이노 스케치 프로그램 및 대량의 데이터를 보존할 수 있는 데이터베이스와 객체지향언어인 자바서버를 활용하였으며, 센서가 측정하는 데이터를 데이터베이스에 실시간으로 업데이트하기 위해서 명령 딜레이를 1초에서 10초 사이로 설정하였다. 다음의 그림 3은 자바의 JSP를 이용해 웹사이트를 구축하고 데이터베이스로 업데이트된 데이터를 웹서버에서 요청하여 JSP화면에 그래프화 시켜 데이터를 삽입하고 있는 모습을 나타내고 있다.



그림 3. 모니터링 시스템

아래 그림 4는 식물공장의 식물용 LED 및 최적의 온도를 원격지에서 제어 할 수 있도록 웹서버와 JSP 페이지를 설계하였다. 식물에 따라 환경이 많이 다르기 때문에 LED를 24시간 가동하거나 일정시간을 무선으로 컨트롤 가능하도록 ON/OFF를 설계하였다. 또한 온도와 습도의 영향이 크게 작용하기 때문에 이를 대처하기 위해 온도를 컨트롤 할 수 있도록 쿨링팬을 설치하여 설계하였다.

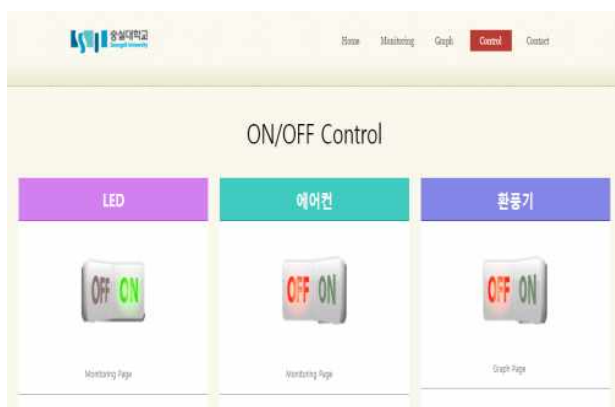


그림 4. 제어 시스템

LED와 쿨링팬을 제어하기 위해서는 아두이노와 자바 간 코드 설정이 필요하며, 즉, 서로 정의한 코드가 공통적으로 일치해야 한다. 다음의 표1은 아두이노에서 On/Off 제어를 위한 명령어와 공통코드를 정의한 핵심코드(CODE.1)와 자바의 공통코드 및 데이터베이스와 아두이노로 송신할 메시지를 정의한 핵심코드(CODE.2)를 나타내고 있다.

표 1. 제어 시스템 핵심 코드

| (CODE.1) | (CODE.2) |
|--|---|
| <pre>String msg="###"; if(digitalRead(9)==LOW){ msg+="off"; } else{ msg+="on"; } sendMessage(msg); }</pre> | <pre>else if (message.indexOf("###") > -1) { String stat = message.substring(4); if (!ledStat.equals(stat)) { statUpdate("01", stat); ledStat = stat; } }</pre> |

웹서버에서 명령을 요청하면 코드에 의해 데이터베이스로 현재의 On/Off상태를 확인한 후에 Wi-Fi를 통해 아두이노로 명령을 보내고 사전에 정의한 서로의 코드가 일치하다면 해당 명령에 대해 아두이노가 동작한다. 또한 데이터베이스는 항상 요청한 명령에 대해 상태를 변경하고 다음 명령이 올 때까지 명령을 유지시켜 정보를 저장한다. 이와 같은 시스템을 통하여 향후 IoT 기반의 효율적인 식물 생육환경 관리가 가능한 시스템이 될 것으로 판단된다.

III. 결론

본 논문에서는 IoT기반의 모니터링 및 제어 시스템으로 수경재배기의 생육환경을 조절하기 위해 아두이노와 자바 및 데이터베이스를 활용하여 환경 모니터링 및 제어 시스템을 소개하였다. 이를 통하여 향후에 제안한 시스템을 이용하여 계절에 관계없이 가정 및 회사 내에서도 식물을 편리하게 재배하고 관리 할 수 있도록 도시농업을 활성화시켜 먹거리에 대한 즐거움과 심리적 요인, 식량자급률 향상, 이산화탄소 삭감 및 지구 온난화 방지 등에 대해 기대할 수 있을 것이다. 또한 IoT기반으로 성장하고 있는 다른 다양한 분야에도 여러 방면으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원 2016년도 문화기술 연구개발 지원사업으로 수행되었음

참 고 문 헌

- [1] 조우진, 강미란 "환경 센서 네트워크를 위한 M2M/IoT기반 스마트 데이터로거," 정보과학회논문지, vol, no.1, pp.1-5, 2014년.
- [2] 김재호, 윤재석, 최성찬, 류민우 "IoT 플랫폼 개발 동향 및 발전방향," 한국통신학회지, vol30, no.8, pp.29-39, 2013년.
- [3] 황기태, 김효수, "JAVA Programming", 2011년.
- [4] 남상용, 소창호, 조광현, "양액 재배의 모든 것", 2012년.
- [5] Ahmad Nizar Harun, Robiah Ahmad, Norliza Mohamed, "Plant Growth Optimization Using Variable Intensity and Far Red LED Treatment in Indoor Farming," International Conference on Smart Sensors and Application (ICSSA), pp.92-97, 2015.