

청소 관리자를 위한 IoT기반 스마트 쓰레기통

김유리⁰¹, 강지혜¹, 김지원¹, 박소현¹, 서동만⁰⁰¹

¹대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

kyuri0215@cu.ac.kr, jiyeah702@cu.ac.kr, sky0uth@cu.ac.kr, ashley2832@cu.ac.kr,
sarum@cu.ac.kr

IoT-based smart trash can for cleaning manager

Yuri Kim⁰¹, Jiyeah Kang¹, Jiwon Kim¹, Sohyeon Park¹, Dongmahn Seo⁰⁰¹

¹School of Computer Software Engineering

요 약

현대 사회에서 쓰레기 처리는 여러 사회 문제를 일으키고 있다. 넘쳐나는 쓰레기는 미관을 해치고 악취를 발생시킨다. 본 논문은 쓰레기 배출량이 쓰레기통의 수용 용량을 넘는 경우 웹과 앱을 통해 청소 관리자에게 알림을 제공하는 등의 편리한 쓰레기통 관리 시스템을 제안한다. 제공하는 앱과 웹은 데이터베이스와 아두이노 기반의 IoT 기술을 활용하여 쓰레기통 자동 개폐, 쓰레기 압축, 포화 용량 표시 등의 다양한 기능을 제공한다. 앱과 웹을 통하여 수집된 데이터는 추후 환경 관련 프로젝트에서 다방면으로 활용될 수 있다.

1. 서 론

사물인터넷, 정보통신기술, 빅데이터 분야의 발전으로 이와 관련한 기술이 빠르게 발전하고 있다[1]. 그중 사물인터넷은 유무선 네트워크로 연결된 모든 사물들의 통신 시스템으로 사물이 연결되어 정보(데이터) 공유와 함께 제공되는 서비스이며, 각 분야 데이터의 융합과 공유를 위해 빠질 수 없는 기술이다[2].

IT의 발전으로 인한 스마트 혁명과 함께 이용자가 생산하는 데이터양이 폭증하고 데이터 유형이 다양화되면서, 데이터를 수집, 축적, 분석, 활용하여 새로운 가치를 만들어 내는 빅데이터가 IT 분야의 이슈로 부상하고 있다[1]. 데이터는 현재 소프트웨어 시장에서 높은 가치를 지니고 있으며, 향후 본 프로젝트를 통해 수집된 데이터는 다양한 연구와 프로젝트에서 활용될 수 있다.

본 논문은 청소 관리자를 위한 편리한 시스템을 제공하기 위해 실시간 쓰레기 적재량을 확인할 수 있는 애플리케이션과 스마트 쓰레기통을 제안한다. 제안하는 스마트 쓰레기통은 초음파 센서를 이용한 쓰레기통 뚜껑 자동 개방 기능과 아두이노 기반의 쓰레기 압축 기능, 쓰레기 종류별 발생 빈도 데이터 수집 기능을 제공한다.

본 시스템은 쓰레기 종류별 발생 빈도 데이터 수집을 통해 쓰레기통의 종류별 용량과 재활용 방안 등의 친환경 연구 방향을 수립하는데 유용한 정보를 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존 연구와 시스템 구현을 위한 관련 연구, 3장에서 시스템에 대한 내용을 기술하며, 마지막으로 4장에서는 결론에 대하여 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 아두이노

아두이노란 사용하기 쉬운 하드웨어 및 소프트웨어를 기반으로 한 오픈 소스 전자 플랫폼이다. 보드의 마이크로 컨트롤러에 일련의 지침을 보내 보드에 수행할 작업을 기판에 알리는 방식이며, 이를 위해 아두이노 프로그래밍 언어와 아두이노 소프트웨어(IDE)가 사용된다[3].

본 연구에서는 초음파 센서와 블루투스 모듈과 같은 아두이노 전용 센서를 이용하여 IoT 기반 스마트 압축 쓰레기통 시스템을 구현한다.

2.2 블루투스(Bluetooth)

블루투스란 근거리에서 놓여 있는 컴퓨터와 가전제품, 이동단말기 등을 무선으로 연결하여 쌍방향으로 실시간 통신을 가능하게 하는 규격 또는 그 규격에 맞는 제품을 이르는 말이다[4]. 블루투스는 휴대기기를 서로 연결해 정보를 교환하는 근거리 무선 기술 표준을 뜻한다. 전력을 많이 소비하지 않기에 10미터 안팎의 초단거리에서 저전력 무선 연결이 필요할 때 쓰인다[5].

본 연구에서는 관리자가 애플리케이션의 압축 버튼을 누르면 쓰레기통에 부착되어 있는 압축 기기가 작동하도록 하는 통신 모듈로 활용하였다.

3. 제안 시스템

본 논문의 제안 시스템의 구성도는 아래 그림 1과 같다. 제안하는 시스템은 아두이노 기반의 스마트 쓰레기통과 애플리케이션으로 구성되어 있으며, 각각의 모듈은

네트워크로 서로 연결되는 구조를 가진다. 스마트 쓰레기통의 구성은 아두이노로 구성하였으며, 앱은 안드로이드 기반의 앱과 쓰레기 수집 정보 및 웹은 Django 기반으로 구성한다.

3.1 스마트 쓰레기통

아두이노 기반의 스마트 쓰레기통은 쓰레기통 뚜껑 자동 개방과 쓰레기양 측정, 쓰레기 압축 등의 기능을 가진다.

쓰레기통 뚜껑 자동 개방 기능은 쓰레기통 입구에 부착된 초음파 센서를 통해 20cm 이내에 사용자의 움직임을 감지하고, 서보 모터를 통해 쓰레기통 뚜껑을 6초 간격으로 자동 개방한다.

쓰레기양 측정 기능은 쓰레기통 내부 상단에 부착한 초음파 센서 2개를 이용하여 측정한다. 이때 순번, 쓰레기 종류, 쓰레기통 ID, 적재량, 날짜와 시간 등의 정보를 데이터베이스에 저장하여, 각 쓰레기통의 쓰레기양을 시간별로 정확하게 파악할 수 있도록 한다.

쓰레기 압축 기능은 별도의 애플리케이션의 명령을 블루투스 모듈로 전달받아 쓰레기 압축기를 동작한다. 블루투스 모듈은 쓰레기통과 애플리케이션의 통신 모듈로 사용되었다. 쓰레기통의 쓰레기 포화도가 80% 이상인 경우 사용자의 애플리케이션을 통해 알림이 전달되고, 사용자가 애플리케이션에서 압축 버튼을 누르면, 스마트 쓰레기통 내부의 피니언 기어와 연결되어 있는 스텝 모터 2개가 동시에 동작하여 쓰레기 압축이 진행된다. 블루투스는 앱의 포화도 확인 페이지로 이동 시 자동 연결되며 앱 종료 시 블루투스 연결은 해제된다.

그림 2는 제안하는 아두이노 기반 스마트 쓰레기통의 회로도이다. 스마트 쓰레기통의 아두이노 하드웨어와 소프트웨어의 개발 환경은 표1과 같다. 개발을 위한 하드웨어 부품은 아두이노 우노 보드, 초음파센서, 서보 모터, 스텝 모터, 스텝 모터 드라이버 모듈, 블루투스 모듈이다. 아두이노 우노 R3 보드는 초음파센서로부터 측정된 값에 따른 서보 모터 제어 및 스텝 모터 제어를 담당한다. 또한 블루투스 모듈을 아두이노 우노와 연결하여 앱과 통신이 가능하다.

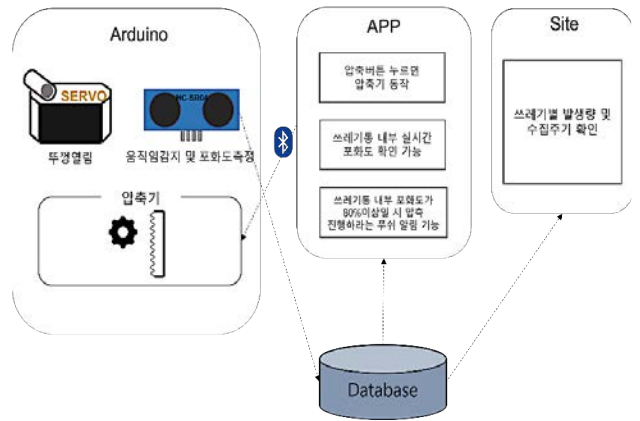
쓰레기 압축 방법은 스텝 모터에 피니언 기어의 중심을 연결 후 애플리케이션의 압축 버튼을 누르면 피니언 기어가 회전하면서 맞닿아 있는 래크 기어가 직선 왕복운동을 한다. 래크 기어를 세로로 부착하여 래크 기어에 부착된 압축 판이 피니언 기어가 회전하면서 압축을 하는 방식이다.

본 연구에서 쓰레기통 내부 양쪽 옆면에 3D 모델링 부품인 래크 기어와 피니언 기어를 이용하여 압축이 진행된다.

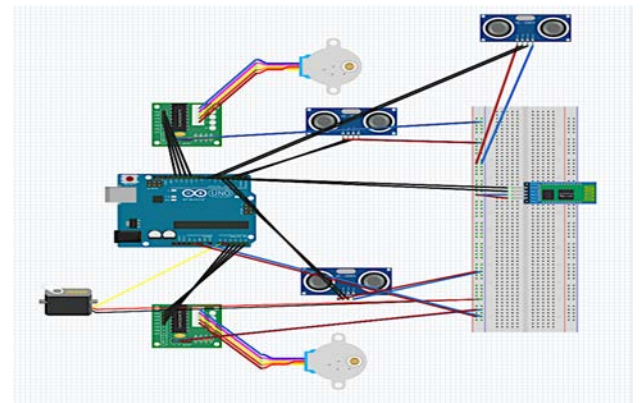
아두이노로 피니언 기어와 연결된 스텝 모터를 제어하기 위한 방법은 스텝 모터를 스텝 모터 드라이버와 연결 후 스텝 모터 드라이버는 아두이노 우노와 연결한다.

3.2 애플리케이션

전체 애플리케이션의 구조와 동작 흐름도, UI는 각각 그림 3, 4, 5이다. 애플리케이션이 실행되면 로그인 화면을 로딩 한다. 로그인 화면은 그림 5의 첫 번째 그림과 같다.



<그림1> 시스템 구성도

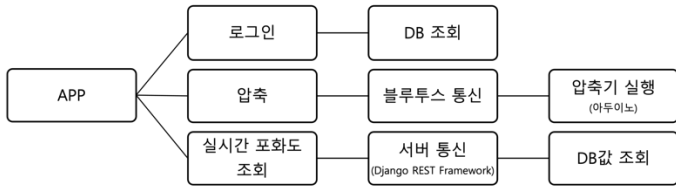


<그림2> 아두이노 회로도

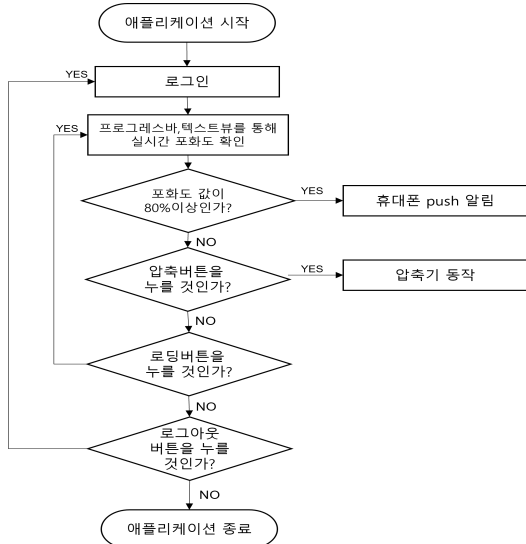
<표 1> 아두이노 하드웨어 및 소프트웨어 개발 환경

| Hardware | Software |
|-----------------------|-------------|
| Arduino UNO R3 | Arduino IDE |
| 초음파센서 HC-SR04 | |
| 서보 모터 SG-5010 | |
| 스텝 모터 28BYJ-48 | |
| 스텝 모터 드라이버 모듈 ULN2003 | |
| 블루투스 모듈 HC-06 | |

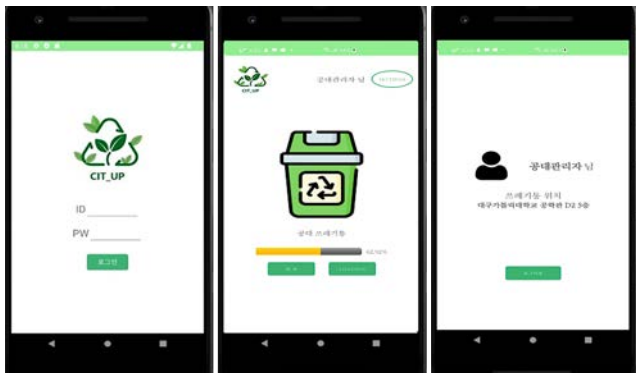
관리자가 ID와 패스워드를 입력 후 로그인 버튼을 누르면 메인 화면으로 이동한다. 메인 화면은 그림 5의 두 번째 그림과 같다. 메인 화면의 ‘압축’ 버튼을 클릭하게 되면 쓰레기통 압축이 진행되며, 메인 화면 실행 시 실시간 포화도 값이 자동으로 프로그레스 바와 텍스트 뷰에 표시한다. ‘로딩’ 버튼 클릭 시 쓰레기통의 실시간 포화도를 프로그레스 바와 텍스트 뷰에 표시하며, 쓰레기 포화도 값이 80% 이상이면 안드로이드 스튜디오의 파이어 베이스 tool을 이용하여 휴대폰에 푸시 알림이 전송된다. 그림 5의 세 번째 그림은 앱 설정 화면으로 앱 설정 화면에서는 로그아웃 버튼을 통해 로그아웃 후 초기화면으로 되돌아간다.



<그림 3> 애플리케이션 구조



<그림 4> 애플리케이션의 동작 흐름도



<그림 5> 애플리케이션 UI



<그림 6> 웹 UI

애플리케이션의 개발 환경은 Android Studio 4.1이며 애플리케이션에서 표시하는 쓰레기통의 정보는 Django의 기록된 API 정보를 이용하여 화면에 표시한다.

3.3 웹

웹은 Django REST API를 기반으로 구축하였으며, 웹을 통해 수집된 쓰레기통의 id 값, 쓰레기 포화도, 쓰레기통 포화도 데이터 수집 날짜 및 시간 정보를 상세히 확인할 수 있다. 웹 페이지 UI는 그림 6과 같다.

웹 페이지는 크게 3페이지로 구성되었으며, 홈페이지, 프로젝트 안내 페이지, 쓰레기통 데이터 수집 페이지로 구성한다. 쓰레기통 데이터 수집 페이지는 연결된 스마트 쓰레기통의 정보를 확인할 수 있다. 쓰레기통 데이터 수집 페이지의 오른쪽 상단에 'import as Excel' 버튼을 클릭 시 쓰레기통에서 수집된 값들을 엑셀 파일로 확인할 수 있다. 이 데이터를 통해 쓰레기 종류별 데이터를 수집하여 어떠한 종류의 쓰레기가 많이 발생하였는지 쓰레기 발생 추이 현황을 분석할 수 있다.

4. 결론

제안 시스템은 청소 관리자를 위해 쓰레기통 내부의 적재량을 확인하고, 쓰레기통을 압축하며, 쓰레기 발생량을 추적 관찰할 수 있다. 제안 시스템은 아두이노 기반 스마트 쓰레기통과 애플리케이션, 웹 서비스로 구성되어 청소 관리자가 보다 편리하게 쓰레기통을 관리할 수 있도록 한다.

대표 기능으로는 쓰레기를 버리는 사용자가 접근하는 경우 자동으로 뚜껑을 개방하며, 쓰레기의 양이 최대 용량의 80%를 초과하는 경우 쓰레기 압축을 시행하는 등의 기능을 제공한다. 청소 관리자는 실시간으로 쓰레기통을 모니터링하며, 쓰레기 압축을 실시하여 보다 효율적으로 쓰레기통을 관리할 수 있다. 다수의 쓰레기통에서 발생한 데이터는 각 쓰레기통 별, 시간대별 관리되어 청소 관리자에게 시각화 된 정보를 제공된다. 이를 기반으로 각 쓰레기 발생 추이 현황을 분석할 수 있어 큰 규모의 환경 관련 프로젝트에서 다방면으로 활용될 수 있을 것이다.

Acknowledgement 본 논문은 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원에서 주관하여 진행하는 'SW중심대학사업'의 결과물입니다. (2019-0-01056)

참고문헌

- [1] 인리, 사물인터넷 기반의 스마트 주얼리 시스템을 활용한 빅데이터 처리 방법론, 국내박사학위논문, 2016.
- [2] 사물인터넷 기술 동향, 사물인터넷표준연구실, 2020.
- [3] "What is Arduino?", Arduino, 2018, <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [4] SONY, "블루투스 기술이란?", 2007, <https://www.sony.co.kr/electronics/support/articles/S500078908>
- [5] 이기영, 이명구, 임명재, 2013, 『블루투스 및 NFC 기반 사회약자 사고방지 시스템 설계 및 구현』, 한국인터넷방송통신학회 논문지 VOL. 13, No. 6