



초음파 센서를 이용한 화장실 휴지 관리 시스템의 구현

The Implementation of Toilet Paper Management System Using Ultrasonic Sensor

저자 (Authors)	김성제, 주도현, 김준성, 이동준, 이지형, 홍지후, 정민호, 김자희 Seong-Je Kim, Do-Hyeon Ju, Jun-Sung Kim, Dong-Jun Lee, Ji-Hyeong Lee, Ji-Hu Hong, Min-Ho Jung, Ja-Hee Kim
출처 (Source)	한국정보과학회 학술발표논문집 , 2016.12, 80-82 (3 pages)
발행처 (Publisher)	한국정보과학회 KOREA INFORMATION SCIENCE SOCIETY
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07116432
APA Style	김성제, 주도현, 김준성, 이동준, 이지형, 홍지후, 정민호, 김자희 (2016). 초음파 센서를 이용한 화장실 휴지 관리 시스템의 구현. 한국정보과학회 학술발표논문집, 80-82.
이용정보 (Accessed)	한국산업기술대학교 59.14.248.*** 2018/07/03 20:44 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

초음파 센서를 이용한 화장실 휴지 관리 시스템의 구현

김성제[○], 주도현, 김준성, 이동준, 이지형, 홍지후*, 정민호**, 김자희***

서울과학기술대학교 ITM 전공,

KT*,

서울과학기술대학교 대학원 SW분석설계학과**,

서울과학기술대학교 IT정책대학원***

jahee@seoultech.ac.kr***

The Implementation of Toilet Paper Management System Using Ultrasonic Sensor

Seong-Je Kim[○], Do-Hyeon Ju, Jun-Sung Kim, Dong-Jun Lee, Ji-Hyeong Lee, Ji-Hu Hong*, Min-Ho Jung**, Ja-Hee Kim***

Dept. of ITM Major, SeoulTech,

KT*,

Dept. of Software Analysis and Design Major, SeoulTech**,

Graduate School of Public Policy and Information Technology, SeoulTech***

요 약

본 논문에서는 초음파 센서를 이용해 휴지 잔량을 측정할 수 있는 디스펜서 개발과 이를 통한 화장실 관리 시스템 개발을 기술한다. 기존의 경우, 미화원(관리자)이 모든 칸을 일일이 확인하며 휴지 잔량을 파악했다. 그 결과 미화원들은 청소할 때마다, 얼마만큼의 휴지가 필요한지 파악할 수 없었고 매번 휴지 디스펜서를 확인해야 하는 불편함을 겪었다. 본 연구의 결과물인 초음파 센서를 활용한 디스펜서로 휴지의 잔량을 미리 알 수 있다는 장점을 가진다. 또한, 어플리케이션을 통해 관리자에게 건물 전체 화장실의 잔량 정보를 한눈에 보여준다. 본 연구는 초음파 센서와 라즈베리 파이를 이용했고 어플리케이션은 Android Studio를 기반으로 개발했다.

1. 서론

화장실 용무를 급하게 해소하고 난 후에 디스펜서를 확인해봤을 때, 휴지가 없는 상황은 빈번하게 발생한다. 이러한 상황을 미연에 방지하기 위해 미화원들은 한 시간에 한 번꼴로 화장실에 비치된 휴지 디스펜서의 휴지 잔량을 확인하지만, 이는 화장실만 청소하는 것이 아닌 미화원들에겐 시간의 낭비이다. 또한, 미화원은 여자인 경우가 많으며 남자 화장실의 휴지를 교체할 시 미화원과 사용자 사이의 불편하고 민망한 상황은 항상 발생한다. 실제로 여자가 왜 남자 화장실에 들어오느냐며 남성에게 욕을 받은 사례에 대한 인터뷰도 있다. [1]

이와 같은 불편한 상황을 해소하고, 상대적으로 한산한 상황에 휴지를 관리하기 위해 본 논문은 초음파 센서를 이용해 디스펜서 내의 휴지 잔량을 측정하고 이를 분석하여 효과적으로 관리할 방법을 고안해 보았다. 본 논문에 사용된 HC-SR04 초음파 센서는 음파를 사용하여 디스펜서 내에서 휴지와의 거리를 결정하는 데 쓰인다. 거리를 탐지하는데 높은 정확성과 안정적인 값 읽기가 가능하다. 2cm부터 400cm까지 탐지할 수 있으며, 햇빛이나 검은 물질에 의한 방해를 받지 않는다. [2]

적외선 센서가 아닌 초음파 센서를 선택한 이유는 1) 초음파 센서

는 짧은 거리 측정이 쉽고, 2) 실내에서 주변 요인의 영향을 비교적 덜 받기 때문에 초음파 센서를 사용하기로 결정하였다. [3]

초음파 센서로 측정된 값은 어플리케이션으로 전송되고, 관리자는 어플리케이션을 통해 건물 전체의 휴지 잔량을 한눈에 파악할 수 있다. 이로 인해, 모든 칸의 휴지를 일일이 확인하며 잔량을 파악했던 기존의 방식에 비해 일의 효율이 높아질 수 있다고 생각하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 초음파 센서와 관련된 연구에 관해 기술하고, 제3장에서는 제안 시스템의 구조를 설명한다. 제4장에서는 제안 시스템의 구현 환경 및 방법에 관하여 기술한다. 제5장에서는 구현을 통해 얻은 결과와 평가, 그리고 향후 연구에 대한 방향에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

본 논문에서 구현되는 휴지 디스펜서의 초음파 센서는 일종의 물체 인식 기술을 이용한다고 할 수 있다. 그러나 있다, 없다는 이분법적으로 구분되는 결과를 갖는 일반적인 물체 인식 분야와는 다르게 본 논문에서는 휴지의 연속적인 변화량을 측정해야 한다. 따라서, 물체의 인식 여부보다는 물체와의 거리를 측정하는 관련 연구를 조사하였다.

2.1 초음파 센서를 이용한 차량 전·후방 감시 시스템

일반적으로 초음파 센서는 차량의 주차와 저속주행 시 차량과 물체 사이의 거리 감지를 위해 사용된다. 초음파 센서를 이용한 차량 전·후방 감시 시스템에서는 전방 차량 및 장애물과의 거리 데이터를 취

* 본 논문은 미래창조과학부의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 사업의 프로젝트 결과물입니다.

득하는 센서로 고지향각 초음파 센서를 사용했다. 후방 차량 및 장애 물과의 거리 데이터를 취득하는 센서로 광지향각 초음파 센서를 사용 했다. 이렇게 측정된 데이터를 이용해 운전자에게 차량 혹은 물체와 가까워질 때 소리로 알려주는 시스템을 구현하였다. [4]

2.2 거리 계측 기법

송신부 1개와 수신부 2개의 초음파 센서를 사용하여 물체와의 거리를 계측하여 물체의 x, y 좌표를 계산하였을 때, x 좌표의 이동에 따른 이론값이 늘어나고 줄어든 때 측정값 또한 같은 특성을 나타낸다. 수신부 2개의 거릿값을 사용하여 물체의 y 좌표 값을 구할 수 있으며 물체의 2차원 좌표를 인식할 수 있다. [4] 단순히 거리만 측정하는 것이 아닌, 실제 그 좌표를 인식할 수 있다는 부분은 휴지를 측정하는 데 효과적일 수 있다. 하지만, 본 논문에서 사용된 초음파 센서 HC-SR04는 송신부 1개와 수신부 1개만을 가지고 있는 초음파 센서이기 때문에 좌표 계측 기법은 배제하였다.

3. 제안 시스템

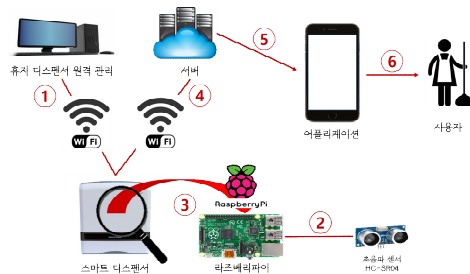


그림 1. 구성도

그림 1은 초음파 센서를 이용한 화장실 휴지 관리 시스템의 프로세스를 구성해본 구성도이다. ①은 WiFi 통신을 통해 모니터가 없는 라즈베리파이를 원격으로 제어하는 것을 나타낸다. 다음으로, ②와③은 디스펜서 내부의 모습을 도식화한 것이다. ②에서 초음파센서로 얻은 휴지와의 거릿값을 ③에서 라즈베리파이가 정밀한 값을 얻기 위한 알고리즘을 통해 가공한다. 가공된 값은 ④에서 라즈베리파이 자체의 WiFi 통신에 의해 서버로 전송이 된 후 저장된다. 저장의 목적은 추후 데이터 분석을 통한 부가가치 창출, 그리고 애플리케이션에 데이터 전달을 하는 데에 의의가 있다. 서버에 저장된 데이터는 ⑤의 애플리케이션 안에서 직관적인 UI를 통해 사용자에게 전달된다.

4. 구현

4.1 초음파 센서의 데이터 출력 알고리즘

초음파의 왕복 운동시간(초)과 초음파의 속도 초당 340m를 곱하고, 그 값을 반으로 나눔으로써 초음파 센서와 디스펜서 사이의 거리를 측정할 수 있다. 그리고 디스펜서에 부착된 센서와 롤 휴지 거치대 사이의 거리를 D, 롤 휴지의 현재 두께를 r로 두고 다음 방정식을 계산함으로써 휴지의 잔량 P를 측정할 수 있다.

$$P = \frac{r}{D-r} * 100 (\%)$$

값을 그대로 저장하고 출력할 경우 센서 자체의 특성상 $\pm 2\text{cm}$ 의 오차 범위로 매우 부정확한 출력을 볼 수 있었다. 따라서 초당 15회 측정, 측정값들의 평균을 출력 후 초기화하는 방식으로 알고리즘을 수정한 결과 오차 범위는 $\pm 0.1\text{cm}$ 이고, 정밀한 측정이 가능하므로 일정 비율 이하가 되면 교체 알람을 주는 등의 방법으로 실생활에도 적용이 가능하다

```
Rest: 99 %
x: 6.018 cm
Rest: 99 %
x: 6.07 cm
Rest: 99 %
x: 6.01533333333333 cm
Rest: 99 %
x: 6.01733333333333 cm
Rest: 99 %
x: 6.04133333333333 cm
Rest: 99 %
x: 6.02 cm
Rest: 99 %
x: 6.024 cm
Rest: 99 %
x: 6.012 cm
Rest: 99 %
x: 6.03533333333333 cm
Rest: 99 %
x: 6.04 cm
```

그림 2. 출력되는
거리데이터

4.2 구현 시나리오

구현을 위해 만든 프로토타입에 구성된 휴지 거치대와 휴지 두께의 물리적 길이는 다음과 같다.

- 센서-롤 휴지 거치대 : 14cm
- 사용된 새 휴지 두께 : 8cm

프로토타입의 물리적 거리를 토대로 4.1의 알고리즘을 사용하여 가공된 값을 라즈베리 파이가 WiFi를 통해 ④의 Apache 서버에 전송한다. 그 값은 MySQL에 저장된다. 이때, 전송된 값들은 MySQL 내에서 날짜, 위치, 잔량 수치 등 Column 별로 값이 채워진 상태로 저장된다. 이를 토대로 ⑤에서 애플리케이션과 Apache 서버 간의 통신을 통해 저장된 값들을 받아 사용자에게 시각적으로 보여주는 애플리케이션을 개발했다. 해당 애플리케이션 개발에는 Android Studio 툴이 사용되었다.

개발한 애플리케이션은 건물 내 화장실의 층별, 성별 별로 칸마다 남은 휴지의 잔량을 표시하고, 교체의 필요성을 색깔을 달리하여 단계적으로 구분한다. 그림 3은 잔량에 대한 UI가 구현된 화면이다. 잔량에 대한 시각화 기능 외에도 사용자가 팝업을 설정해 놓으면 휴지 잔량이 교체요망 상태(적색)일 때 알람을 받을 수 있는 기능이 있다.

그림 2의 출력창을 보면, x는 D-r을, Rest는 잔량을 뜻한다. 매 측정

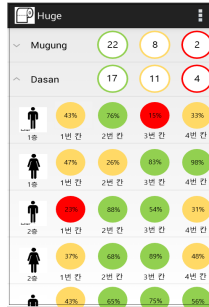


그림 3.
어플리케이션
화면

5. 결론 및 추후 연구

최근 세상이 신속하게 발전함에 따라 정보통신기술 또한 사용 범위가 더욱 넓어져 각종 서비스에도 영향을 미치고 있다. 그러나 인간의 기본적인 생리현상을 해결하기 위한 장소인 화장실에 대한 관리는 몇 년이 지나도록 변화가 없는 모습이다. 아직도 세면대 옆에 붙어있는, 직접 매직으로 관리자 이름과 각 점검 여부 체크(V)를 기재하는 아크릴판을 보아도 그렇다.

우리는 이 프로젝트를 통해 위와 같은 문제 중 하나를 개선하기 위한 효율적인 해결책을 고안해보았다.

그림 4는 실제 디스펜서와 비슷한 구조에서 센서들을 부착하고 측정하는 실험을 하기 위한 제작품으로, 위에 기술된 라즈베리파이와 초음파 센서를 부착하였다. 그 후 초음파 센서를 통해 얻은 값이 라즈베리파이를 통해 잘 가공이 되었는지 확인하고, 애플리케이션으로 잘 전달되는지 확인해 보았다. 이러한 관찰의 결과로 이 프로토타입의 디스펜서는 추후 최종 버전의 디스펜서 구축 시 센서 부착 위치, 내부 구성, 보완점 등을 참고할 수 있을 것으로 예상된다.

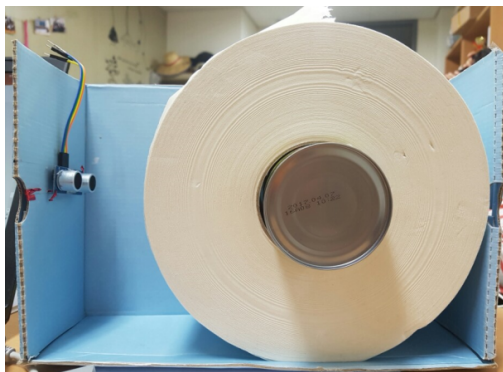


그림 4. 프로토타입

또한, 표 1과 표 2에서 확인할 수 있듯이, 초음파 센서는 화장실 환경에서의 건도와 습도에 영향을 받지 않음을 확인할 수 있었다. 실험 결과, 해당 데이터로 인한 본래의 목적인 효율성 충족은 물론, 데이터 분석을 통한 부가적인 가치 창출과 잔량이 급격하게 줄어드는 데이터를 이용해 휴지의 도난도 방지할 수 있다고 자체 평가하였다. 하지만, 디스펜서의 기능은 단순히 휴지를 걸고, 이물질이 묻는 것을

방지하는 것이다. 따라서, 디스펜서 하나하나에 디스펜서보다 비싼 라즈베리파이와 초음파 센서를 달아야 하는가에 대한 물음엔 쉽게 답하기 힘들다. 게다가, 휴지 디스펜서 자체의 도난 등에 대해서는 관리자에게 알림 기능을 추가하는 것 외에 직접적인 도난을 예방하기 힘들다.

이에 대하여, 휴지의 잔량을 원격으로 확인하려는 방법으로 보다 싸고 정확한 방법이 있는지, 그리고 직접 도난을 예방할 방법에 대하여 향후 연구 과제로 진행하겠다.

참고문헌

표 1 건조한 환경에서의 측정값

시간	1분	2분	3분	4분	5분	6분
값	6.012	6.033	6.132	6.02	6.23	6.12

[1] 남자화장실의 여성 청소원 '저희도 상처받아요' (2015, August

표 2 습한 환경에서의 측정값

시간	1분	2분	3분	4분	5분	6분
값	6.023	6.063	6.032	6.223	6.002	6.33

10), Retrieved from

http://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1003114688

[2] Product User's Manual - HC-SR04 Ultrasonic Sensor. (2013, May), Retrieved from

https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit

[3] Sungho Yoo, Janghee Yun, Je-Min Yoo, Jeongduk Ryeom, "A Study on Distance Measurement Using Ultrasonic Sensors", Proceedings of KIIEE Annual Conference, Vol.2011, No.5, pp. 7-8, May, 2011

[4] Hun Choi, Si-Woong Jang. "Front and Rear Vehicle Monitoring System using Ultrasonic Sensors." Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol.16, No.6, pp. 1125-1132, June2012