

안전성과 청결성을 높인 IoT 기반 스마트 화장실 구축 방법

윤상현 · 최한규 · 엄선오 · 박현식 · 박현기 · 박미화*

대진대학교 컴퓨터공학과, 투이컨설팅*

hainco@naver.com · hangyu0912@gmail.com · eso0609@naver.com · phs1116@gmail.com · tylenol@goopy.kr · maia.mhpark@gmail.com

An Implementation Method of IoT Based Smart Bathroom with Enhanced Hygiene and Security

Yun SangHyouun · Choi HanGyu · Eam SeonOh · Park HyoenSik · Park HyunKi · Park MeeHwa*
Department of Computer Engineering, Daejin University, Seoul, Korea, 2e Consulting*

요 약

2016년 강남역 화장실 살인사건 이후로 화장실 범죄에 대한 관심이 높아져 각종 장치들이 새로 마련되고 있지만 방지책이 아닌 대응책인 경우가 많다. 이 논문에서는 범죄 방지책으로써 비 개방 화장실의 출입을 비콘과 Application을 통해 관리하는 시스템과 화장실의 위치조회, 정보 조회등이 가능한 비 개방 화장실로 사용량을 감소시켜 안전성과 청결성을 높이고, Application에서 물품구매, 관리자에게 신고하기 기능을 통한 편의성향상, 센서와 신고를 통한 관리자의 관리 용이성 증대를 가져오는 스마트 화장실 마도에 대해 기술한다.

1. 서 론

경찰청에 따르면 2014년 기준 전국 지자체 등 공공기관에서 설치한 5만여 개의 공중화장실에서 발생한 범죄는 1795건에 달한다. 이중 살인·강도·강제추행 등 강력범죄는 462건으로 집계됐다[1]. 특히 얼마전 발생한 강남역 화장실 살인사건 이후로 화장실 범죄에 대한 관심이 높아져 각종 장치들이 새로 마련되고 있다. 화장실 내에 비명으로 판단되는 소리가 들리면 소리가 나며 주변에 알리거나 신고가 되는 시스템, 화장실 내에 비상 버튼을 설치하여 누르면 신고가 되는 시스템, 스마트폰을 흔들거나 전원 버튼을 4회이상 누르면 신고가 되는 시스템 등이 있다[2]. 그러나 해당 시스템들은 사건 발생 직후 빠른 신고는 가능하지만 사건의 예방책으로는 적절치 않다.

본 논문에서는 사건 발생 후의 대응책이 아닌, 사건 발생 전의 방지책으로 보안이 강화된 비 개방 화장실을 제안한다. 기존에도 비 개방 화장실들이 존재하지만 디지털 도어를 사용하여 출입문을 관리하는 시스템으로 비밀번호에 의지하기 때문에 사용자 불편사항과 안전성이 확보되지 않는다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하고자 블루투스 비콘 기술과 스마트폰 앱을 이용해 인증된 사용자만 문을 개방할 수 있는 스마트 화장실 시스템을 제안한다.

2. 관련연구

비콘은 무선통신장치로써 블루투스 4.0 기반의 프로토콜을 사용해 주변에 있는 기기들에게 신호를 전달하는 장치이다. 그러나 비콘은 방해요소가 많아 신호가 일정하지 않아 정확한 거리 감지가 힘든 단점이 있지만, 대략적인 거리 측정은 가능하다. [3]

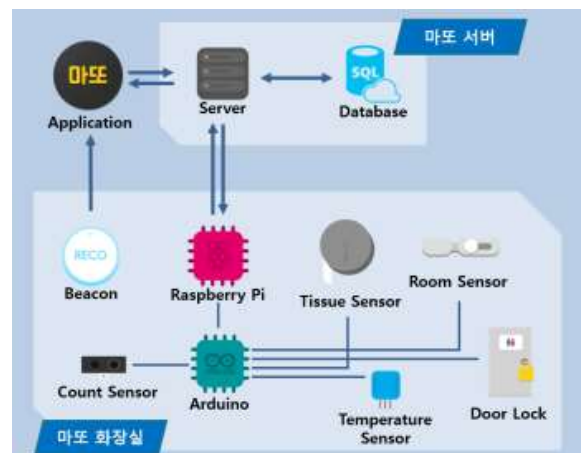
실제 이 프로젝트 실험에서도 그 값이 일정하지 않는 부분이 많이 발생하여 비콘을 1개가 아닌 2개를 설치하였고, 이 두 개의 신호가 동시에 잡히는 경우에만 화장실 근처에 있다고 판단하여 문을 열도록 구상하였다.

라즈베리파이는 싱글보드컴퓨터이다 GPIO핀이 있어 직접 하드웨어 제어가 가능하지만 한계가 있다. OS가 존재하기 때문에 서버의 역할도 할 수 있다.

3. 스마트 화장실

3.1 스마트 화장실 시스템 구성도

스마트 화장실은 [그림1]과 같이 클라우드 서버, 스마트 화장실 H/W 시스템(마도 화장실 시스템), 서버와 스마트폰 Application으로 구성된다.



[그림1] 스마트 화장실 시스템 구성도

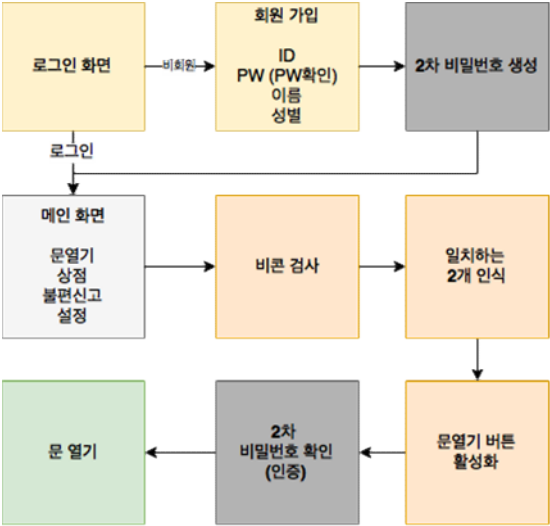
마또 Application은 클라우드 서버와 통신하며 클라우드 서버는 각 화장실의 하드웨어 컨트롤이 가능한 라즈베리파이와 통신한다. 라즈베리파이는 다시 아두이노와 통신하여 화장실 H/W들을 제어한다. H/W는 비콘, 적외선센서, 서보모터, 온습도센서가 연결되어 있다. 비콘은 사용자가 접근했음을 감지하는 용도이며, 적외선센서는 휴지 잔량 체크와 출입 인원 카운팅에 사용되고, 서보모터는 도어락의 역할을 한다.

스마트 화장실 관리 S/W는 마또 화장실 내 센서와 모터와 통신하면서 서비스를 제공하는 장치제어부와 사용자를 위한 스마트폰 Application, 화장실 관리자를 위한 마또 서버로 구성된다.

3.2 스마트 화장실의 주요 기능

기능명	내용
화장실 정보조회	화장실의 정보들을 조회한다.
비콘 인식 및 판별	사용자가 화장실에 접근했는지 판별한다.
화장실 찾기	화장실의 위치를 찾는다
화장실 문 열기	화장실의 문을 연다.
화장실 불편 신고	화장실 내 불편사항을 신고한다.
화장실 물품 구매	화장실 자판기 물품을 구매한다.

3.3 스마트 화장실 출입제어 흐름도



[그림2] 출입제어 흐름도

[그림2]는 스마트 화장실의 출입제어 흐름도이다. 가장 가까운 화장실과 일치하는 비콘이 2개가 인식되면 문열기 버튼을 활성화하고 2차 비밀번호를 입력받아 확인 후 해당 화장실에 있는 사용자의 성별과 일치하는 입구의 문을 개방한다.

4. 스마트 화장실 구축 결과

4.1 구축 환경

항목	구축 환경
Raspberry PI 3	Raspbian Jessie Lite 2016-05-27
Arduino Leronardo	Arduino IDE 1.6.12
Node.js	Express.js
Android	Android 4.2 이상

4.2 구축 모형



[그림3] 화장실 전체 모형

[그림3]은 스마트 화장실의 모형을 작성한 것이다. 좌측 2개의 검정색 문은 화장실 각 칸을 모형화 한 것이며, 우측 2개의 문은 여자, 남자 화장실의 입구를 모형화 한 것이다. 뒤에는 휴지 센서가 모형화 되어있고 온습도 센서가 있다.

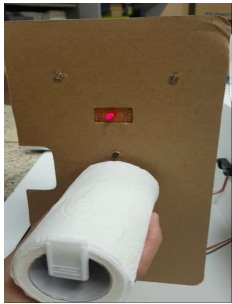
4.2 IoT 기반 스마트 화장실 장비



[그림4] (좌)출입 인원 카운팅 장치, (중) 화장실 칸 잠금 센서, (우) 출입문 도어락

출입 인원 카운팅 센서는 적외선 센서 2개로 이루어져 있으며 적외선 센서의 인식 순서에 따라 이동하는 사람의 방향을 체크 할 수 있어 인원수 카운팅이 가능하다. 화장실 칸 센서는 작은 적외선 센서를 사용하며, 화장실 칸 안에서 사람이 문을 잠그는 것을 감지한다.

[그림4]의 (우)는 서보모터를 이용한 도어락이다. 아두이노의 신호에 따라 구조적으로 문을 잠그고 열어준다.



[그림5] 휴지센서

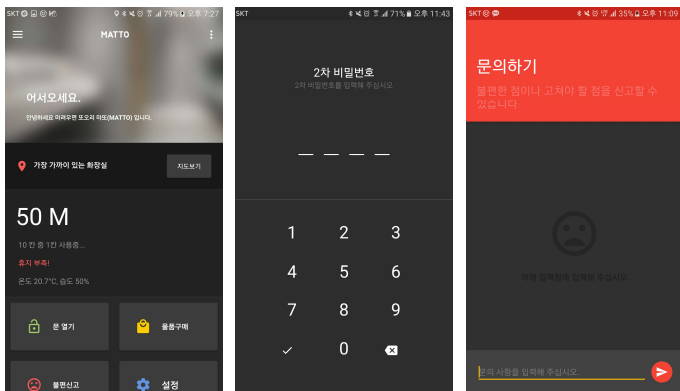
[그림5]의 휴지 센서는 소형 적외선 센서를 이용하여 휴지가 부족할 경우 센서에서 감지가 되지 않는 점을 이용하여 화장실 휴지 잔여량을 체크한다.



[그림6] 비콘

[그림6]의 에 있는 비콘 센서를 화장실안에 2개 설치하여 출입문 제어의 정확도를 높였으며, 해당 비콘의 UUID, Major, Minor 값을 통해 화장실과의 거리를 탐지한다. 비콘과 스마트폰과의 거리가 정확하게 탐지되고 근거리에 도달한 상황에서만 문 열기 버튼이 활성화된다.

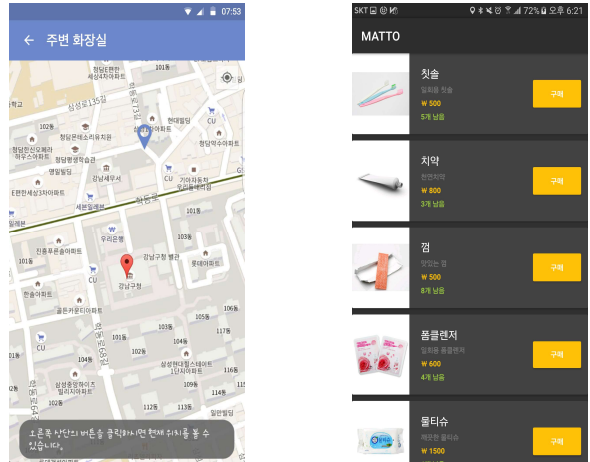
4.3 스마트 화장실 이용자 Application



[그림7] (좌)스마트폰 앱 메인화면, (중)2차 비밀번호 입력화면, (우)화장실 불편신고 화면

[그림7]의 (좌) 메인화면에서는 현 위치로부터 가장 가까운 화장실의 거리와 해당 화장실의 빈자리 수, 휴지 부족 여부, 온도와 습도 등이 표시된다. 안전성을 강화하기 위해 화장실 문을 열기 위해서는 [그림7]의 (중)과 같이 2차 비밀번호가 필요하다. 이는 혹시 발생할지도 모르는 휴대폰 도난에 의한 사고를 방지하기 위함이다. 올바른 2차 비밀번호가 입력되면 해당 화장실에 문을 개방하라는 신호가 전달된다. [그림8]의

(우)는 화장실 불편 신고 기능을 제공하는 화면이다.



[그림8] (좌)화장실 찾기 화면, (우)물품 구매 화면

[그림8]의 (우)와 같이 화장실 위치 찾기는 구글 맵 API를 사용하였으며 현재 위치와 가까운 화장실 정보를 DB에서 가져와 지도에 표시해준다.

[그림8]의 (좌)는 화장실별로 물건을 구매할 수 있도록 판매하는 물품을 표시하고 구매하는 기능이다.

5. 결론

본 논문에서 제안하는 IoT를 이용한 스마트 화장실은 비개방형 화장실로 안전성과 청결성을 강화했다.

비콘 기반 출입 제어를 통해 안전한 화장실 진입 방법을 제공함과 동시에 사용자는 처음 방문하는 화장실의 비밀번호를 알 필요 없이 문을 열 수 있어 편리하게 이용할 수 있다. 또한 본인인증을 통해 얻은 성별 데이터로 일치하는 성별의 화장실 문만 개방할 수 있어 여성을 대상으로 한 범죄에 대한 예방도 가능하다.

추가적으로 제공하는 불편사항 신고 기능을 통해 사용자는 쉽게 화장실의 불편 사항을 신고 할 수 있고 관리자는 화장실의 기물 파손이나 소모품 부족 등 화장실 현황을 효율적으로 인지 할 수 있어 사용자와 관리자간의 소통을 돕는 창구 역할을 할 수 있다.

본 논문에서 제안한 비콘 기반 도어락 기능, 화장지 잔여량 체크 기능, 물품 판매 기능, 화장실 상태 및 위치 관리 기능들은 각기 독립적으로 구동될 수 있어 기존 화장실의 경우 선택적으로 적용할 수 있으며 다양한 화장실에 널리 활용될 수 있다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 경찰청 통계, <http://www.police.go.kr/>
- [2] (연합뉴스) 비상벨 달고 안심거울 세우고...'화장실 대책' 여성안전 지킬까, <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/07/27/020000000AKR20160727157200064.HTML>
- [3] 변태우, 비콘 기반 실내측위 측정 오차 요인 심층 분석, 학위논문(석사), 2016년