



## 스마트 도어록 시스템을 위한 IoT 기반의 실시간 스트리밍 및 원격 제어

### Real-time Streaming and Remote Control for the Smart Door-Lock System based on Internet of Things

이성원 · 유제훈 · 심귀보<sup>†</sup>  
Sung-Won Lee, Je-Hun Yu and Kwee-Bo Sim<sup>†</sup>

중앙대학교 전자전기공학과  
Department of Electrical and Electronics Engineering, Chung-Ang University

#### 요약

본 논문은 사물인터넷을 사용하여 원격으로 도어록과 주변 디바이스를 제어하는 스마트 도어록 시스템을 개발하였다. 사물인터넷은 인터넷망을 사용하여 사람과 사물, 사물과 사물 간에 상호 소통을 돕는 지능형 시스템으로 최근 하드웨어 기술의 발전과 빅데이터 등으로 인하여 주목받고 있는 기술이다. 이러한 사물인터넷 기반인 스마트 홈 시스템을 응용하여 구현한 스마트 도어록 시스템은 서버인 라즈베리 파이와 도어록, 센서를 사용하여 구현하였다. 이 스마트 도어록 시스템은 스마트폰으로 라즈베리 파이 서버에 접속하여 도어록을 제어할 수 있도록 하였다. 또한 스마트폰으로 센서를 통해 사람의 접근을 확인하고, 도어록 주변을 카메라로 촬영하여 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다.

**키워드** : 도어록, IoT, TCP / IP 프로토콜, GCM(Google Cloud Message), 라즈베리 파이

#### Abstract

In this paper, we implemented the smart door lock system that control remotely devices using the concept of internet of things. Internet of things is intelligent system that can help devices to communicate with people and devices. And recently internet of things is getting attention because of advance of hardware technology and big data. The smart doorlock system based on internet of things used raspberry pi, sensor and doorlock. Using the smart phone, doorlock can be controlled from the raspberry pi server. And the user can identify some people that is in front of doorlock, also user can check around of doorlock in realtime using the raspberry pi camera.

**Key Words** : Door Lock, IoT, TCP / IP protocol, GCM(Google Cloud Message), Raspberry Pi

Received: Nov. 16, 2015  
Revised : Dec. 8, 2015  
Accepted: Dec. 8, 2015  
<sup>†</sup>Corresponding author  
kbsim@cau.ac.kr

## 1. 서론

본 논문은 본 학회 2015 추계학술대회에서 선정된 우수논문입니다.

본 논문은 한국연구재단 중견연구자지원사업 (No. 2012-000872)에서 지원하여 연구하였으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

사물인터넷(IoT)은 인터넷망을 사용하여 사람과 사물, 사물과 사물 간에 상호 소통을 돕는 지능형 시스템으로 최근 네트워크의 고속화, 멀티미디어, 대용량, 유, 무선 센서 네트워크 등 다양한 기술이 발달함에 따라 사물인터넷의 연구가 활발히 진행되고 있다[1][2]. 사물인터넷이 주로 산업단지나 자동화 시스템, 관리 체계, 스마트 웨어러블, 홈 네트워크 등 다양한 분야에 접목될 수 있어 신산업 창출, 생산성·효율성 제고, 사회현안 해결 및 삶의 질 향상 등에 크게 기여할 것으로 전망하고 있다 [3].

다양한 사물인터넷 연구 분야 중 홈 네트워크는 실생활과 밀접한 관련이 있어 다른 사물인터넷 분야 보다 다양한 연구들이 나오고 있다[4]. 이전의 홈 네트워크 관련 연구로는 Tiny OS 등을 이용해서 홈 네트워크의 무선 센서 네트워크를 구현한 연구[5]와 베이지안 네트워크를 기반한 센서 네트워크로부터 상황인식을 할 수 있는 홈 네트워크 시스템[6], 홈 네트워크 환경에서 비디오 영상 등과 같은 멀티미디어 신호처리를 기반으로 음성대화형

시스템을 구현한 연구[7] 등이 있다. 이러한 홈 네트워크의 연구는 지속적으로 발전되어 왔으며, 현재는 컴퓨터나 스마트폰을 통해 정보를 파악할 수 있고, 가전제품을 쉽게 제어할 수 있다.

하지만 실생활과 밀접한 연관이 있는 홈 네트워크는 보안에 취약점이 있어 다양한 범죄를 야기할 수 있다. 이러한 문제점의 원인으로는 현재 해킹에 대응할 수 있는 완벽한 보안 알고리즘 기술이 없다는 것이다. 다른 원인으로는 전자기기의 바이러스 감염으로 인해 기기 오작동 등 인명피해나 재산피해가 있을 수 있다[8]. 해킹이나 보안의 취약점을 개선하지 않는다면 사물인터넷은 무용지물이나 다름없을 것이며, 사람들이 사용하기 꺼려할 것이다. 이러한 보안 문제가 필요한 부분은 홈 네트워크 시스템 중 스마트 도어록이다. 특히 스마트 경찰 통계에 따르면 가정집을 대상으로 한 범죄율이 매년 끊임없이 증가하고 있으며 이러한 범죄의 50%가 현관문을 통해 일어나고 있다[9]. 만약 위에서 언급한 취약점을 개선하지 않고 스마트 도어록을 설치하였을 경우, 가정집 내에서 이뤄지는 범죄가 증가할 것이다. 현재 위와 같은 문제점들을 예방하기 위해 다양한 개발자들이 안전성과 보안성을 높인 다양한 방법의 스마트 도어록을 연구하고 있다[10]. 보안성 및 안전성을 높인 도어록 시스템으로 NFC(근거리 무선통신), RFID, 생체 인식, 블루투스, Wi-Fi 등을 이용한 제품들이 출시되고 있다. 그럼에도 불구하고 교통카드와 끈, 드라이버 등으로 도어록을 강제로 개폐할 수 있어 문제가 되고 있다[11][12][13]. 또한 최첨단 기술인 생체 인식을 사용했다더라도, 정확성과 오작동으로 인해 실효성이 없어 주목을 받지 못하고 있는 상황이다. 이러한 이유로 보안의 안전성이 확보되지 않는 이상, 스마트 도어록 및 스마트홈에 대한 지금의 관심은 상당히 줄어들 것이라 생각된다.

본 연구에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 스마트폰을 이용하여 보안성과 안전성을 높여 도어록을 제어하는 무선 스마트 도어록 시스템을 개발하였다. 스마트 도어록은 현관에 사람이 접근하면 센서의 조건 값에 따라 사용자에게 경고 푸시 알림을 전송하도록 하였다. 그리고 만약 사용자는 경고 메시지가 전송되지 않더라도 임의로 현관 앞을 모니터링할 수 있도록 하였다. 이러한 기능은 외부로부터 강제로 가정 내로 침입을 시도하려는 범죄자를 사전에 파악해 피해 규모를 줄이고 예방할 수 있을 것이다.

## 2. 관련 연구

범죄의 표적이 되고 있는 도어록의 보안성이 중요시되고 있다. 하지만 보안에 대한 도어록의 신뢰성이 점점 낮아짐에 따라 현재 보안을 향상시킨 도어록이 개발이 많은 연구자들에 의해 개발되고 있다.

Sahani 외 3인은 GSM 네트워크 기반으로 현관문을 개폐하는 방법을 제안하였다[11]. 라즈베리 파이로 현관문을 제어하였으며 통신은 ZigBee를 사용하였다. 방문자가 있으면 방문자를 캡처하여 얼굴을 식별 한 후 사용자의 스마트폰으로 이메일이나

SMS로 이미지를 전송한다. Web 서버를 통해 카메라를 확인할 수 있으며, 도어록을 제어할 수 있도록 하였다.

임지민 외 6인은 얼굴 인식을 통하여 도어록 시스템을 제어하도록 하였다[12]. 도어록의 비밀번호 입력 시 PCA(Principal Component Analysis) 알고리즘을 통해 얼굴을 인식하였다. 방문자가 비밀번호 입력 시 입력한 키 정보와 얼굴을 캡처하여 사용자에게 알려 현관문의 개폐 여부를 판단하도록 구현하였다. 침입자인 경우 신고가 가능하도록 하였다.

Eize 외 4인은 얼굴 인식을 하여 방문자를 인증하고, GSM 네트워크를 통해 SMS 보안 문자를 보내도록 하였다[13]. 카메라를 통해 방문자의 얼굴 인식을 인식하여 출입 여부를 판단하였고, 마이크로 컨트롤러로 도어록을 제어할 수 있도록 하였고, GSM 모뎀에 접속하여 스마트폰으로 SMS를 보낼 수 있도록 하였다. 또한 PC의 마이크와 스피커는 방문자의 음성이나 메시지를 녹음하기 위해 사용하였다.

얼굴 인식을 통해 도어록[11][12][13]은 개폐하는 방법으로 보안성이 증대될 수 있지만 사용자의 얼굴을 학습해야 하는 번거로움이 있으며 날씨에 따라 습기나 빛의 밝기에 따라 오차율이 생겨 인식률이 감소할 수 있다.

권순량은 휴대폰을 이용해 원격으로 도어록을 제어하고 방문자를 판단할 수 있도록 하였다[14]. 휴대폰은 자동 호출 서비스로 방문자가 누구인지 파악할 수 있도록 하였고, 도어록은 홈 서버를 통해 DTMF 신호를 이용하여 도어록을 제어하였다. 또한 도어록 제어 시 패스워드 및 화자 인증으로 혼합하여 보안을 증대시키도록 하였다. 화자인식은 DTW 알고리즘을 사용하여 구현하였다. 초인종을 누르면 사용자가 외출 여부를 센서로 판단하고, 자동으로 가정 내의 인터폰이나 휴대폰으로 연결될지 판단하여 알린다. 사용자와 연락이 되지 않는다면 방문자는 녹화 유무를 선택할 수 있다. 휴대폰에서 스마트폰으로 변하면서 [14]에서 제안된 논문의 적용이 어려우나 본 연구의 참고가 되었다.

박용태 외 2인은 ZigBee를 통해 스마트 디지털 도어록 시스템을 제안하였다[15]. 이 시스템은 도난, 화재 방지, 가스 누출과 같이 홈오토메이션 기반으로 구현하였다. 출입문 개폐는 TFT LCD 비밀번호 다이얼 패드와 RFID 판독기로 출입문을 개폐하였다. 또한 현관문이 강제로 개방되거나 센서가 감지되면 CDMA를 통해 단일 메시지나 MMS로 통지한다. 카메라는 도어록과 연동되어 방문자를 확인할 수 있다. 하지만 현관문이 강제로 개폐되고 메시지가 전송되기 때문에 범죄를 사전에 파악할 수 없다.

Ahmad 외 3인은 ZigBee와 GSM을 사용하여 센서와 가전제품을 제어할 수 있도록 하였다[16]. 휴대전화와 마이크로 컨트롤러를 시리얼 포트에 연결하였다. PIR 센서와 진동 센서, 자기 접촉 감지 센서를 사용하여 침입을 검출하도록 하였다. 이 센서가 작동하면 사용자로 메시지를 보내도록 하였다. 센서는 ZigBee와 연결되어 측정된 값을 휴대전화로 전송하도록 하였다. 이러한 시스템으로 보안성을 증가시키도록 하였다. 침입의 여부는 판단할 수 있지만 침입자의 신원을 확인할 수 없다.

Yuksekkaya 외 4인은 GSM과 음성 인식을 통해 홈오토메이

선 시스템을 구현하였다[17]. 사용자는 휴대 전화, 음성을 통해 시스템을 제어할 수 있도록 하였다. 휴대전화로는 GSM 네트워크를 사용하여 원격으로 도어락을 제어할 수 있도록 하였다. 웹서버는 클라이언트인 휴대 전화로부터의 명령을 처리하고 사용자 계정으로 접속하여 시스템을 설정 및 제어할 수 있도록 제작되었다. 음성 인식은 DTW 알고리즘을 사용하여 도어락을 제어하였다. 또한 움직임이 감지되면 카메라를 통해 캡처하여 서버로 전송한다. 기존의 GSM에 음성 인식으로 편리성을 증가시키도록 하였고, 서버를 통해 시스템을 제어할 수 있도록 하여 편리성을 높였다.

Giacobbe 외 3인은 원격으로 도어락을 제어하고 도어락이 물리적으로 손상된 경우 스마트폰으로 알람 정보를 알리는 시스템을 제안하였다[18]. 충돌 검출을 감지해 알람 기능을 제공한다. 또한 화상 전송 기능을 갖는다. 또한 비밀번호 입력 횟수를 초과하면 사용자에게 방문자의 캡처한 이미지를 전송한다. 이때 비밀번호의 기록을 조회할 수 있다. 아두이노 마이크로 컨트롤러는 도어락과 블루투스 모듈은 스마트폰과 블루투스로 통신으로 제어하였다. 기존의 인체감지센서가 아닌 이러한 시스템으로 사전에 범죄를 예방하기 효율적인 것이다.

Chowdhury 외 2인은 트위터를 이용하여 사용자 인증을 통해 도어락을 개폐하도록 하였다[19]. 인체감지 센서를 통해 가정 내에 침입을 시도하면 라즈베리 파이에 알람을 전송하고 카메라는 침입자를 캡처하여 트위터를 통해 사용자에게 메일을 보낸다. 또한 트위터를 통해 도어락을 제어한다. 사용자의 편리성이 높아졌지만 외부로부터의 해킹의 우려가 있다. 이를 보완하면 도어락 보안성이 높아질 것이다.

본 논문에서는 위에서 언급한 단점들을 보완하고, 편리성과 보안성을 향상시킨 스마트 도어락 시스템을 제안한다. 사람의 접근을 판단하고 원격으로 도어락을 제어할 수 있도록 하였다.

### 3. 배경 지식

그림 1은 GCM(Google Cloud Messaging)을 나타내는 구조이다. 구글에서 제공하는 GCM 서버를 통해 스마트폰으로 푸시 알람을 전송하는 서비스이다.

GCM 서비스를 이용하려면 구글의 Cloud API에서 프로젝트를 생성하여야 한다. 프로젝트를 생성하면 API key와 Project Number가 생성된다. 이 API key로 구글 서버에 등록하여 다른 사용자에게 알람을 전송할 수 있도록 해준다. 만약 GCM 서비스를 사용하지 않고 기존의 방법을 사용할 경우 알람을 전송하려면 해당 스마트폰과 서버가 항상 연결되어 있어야 하고 배터리의 소모량이 많은 단점이 있다. 하지만 GCM 서비스는 단말기가 종료되어 있거나 수신할 수 없는 상태가 되면 대기 상태로 유지되고 있다가 상대방의 스마트폰이 수신될 수 있는 상태가 되면 푸시 알람을 전송한다.

본 연구에서는 센서로부터 측정된 데이터 값이 조건에 따라 사용자의 스마트폰으로 경고 알람을 전송하기 위해 사용하였다. 초음파 센서가 거리를 측정하여 50cm 이내에 5초 이상 사람이

접근해 있으면 서버는 자동으로 GCM에 메시지를 전송되며 GCM은 사용자에게 실시간으로 경고 알람을 전송하여 상황을 인지할 수 있도록 하였다.



그림 1. GCM 구조  
Fig. 1. GCM Structure

그림 2는 Gstreamer의 API 구조이다. 라즈베리 파이에 연결된 카메라 모듈은 Gstreamer 애플리케이션을 통해 영상을 업로드하였다.

Gstreamer는 실시간 영상을 쉽게 처리할 수 있도록 파이프라인 기반 멀티미디어 프레임 워크이다. Gstreamer는 HTTP와 RTSP protocol을 이용하여 영상을 전송할 수 있으며 파일로도 만들 수 있다. 또한 필터와 싱크, 코덱 등 다양한 플러그인을 애플리케이션에 적용할 수 있는 API도 제공한다.

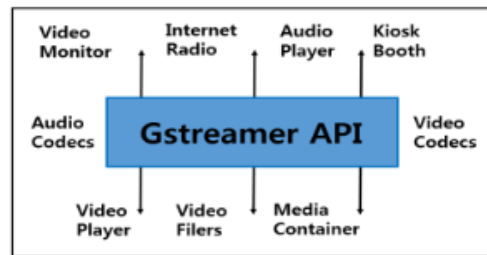


그림 2. Gstreamer API 구조  
Fig. 2. Gstreamer API Structure

### 4. 스마트 도어락 시스템

그림 3은 스마트 도어락 시스템을 제안한 구성도이다. 서버로 구현된 라즈베리 파이어 도어락 그리고 카메라를 연결하였고, 서버는 가정 내의 Wi-Fi 연결하여 데이터 값을 업로드하였다. 인체감지 센서는 사람의 여부를 판단하고, 초음파 센서는 인체감지 센서가 작동할 경우 도어락과 사람의 거리를 측정하였다. 이때 초음파 센서는 도어락과 거리를 측정하여 일정거리 안에 접근하였을 경우에만 사용자에게 경고 알람을 전송하도록 하였다.

스마트폰은 스마트 도어락 애플리케이션을 통해 TCP / IP 프로토콜을 사용하여 서버와 통신하도록 하였다. 애플리케이션은 서버의 IP 주소에 접속하여 도어락을 제어할 수 있으며 카메라를 통해 실시간 영상을 볼 수 있도록 하였다.



본 논문에서는 이러한 내용을 포함하고 스마트폰으로 먼 거리에서도 도어락을 제어할 수 있는 스마트 도어록 시스템을 구현하고자 한다.

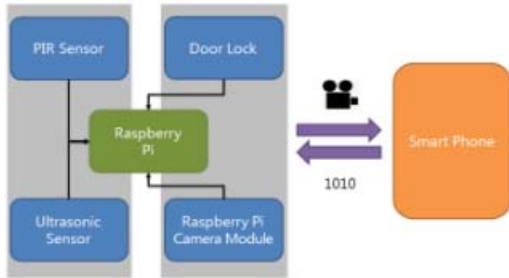


그림 3. 스마트 도어록 시스템 구성도  
Fig. 3. Smart door lock system block diagram

### 5. 실험 방법

센서로부터 측정된 데이터 값은 라즈베리 파이의 서버에서 확인할 수 있도록 하였으며, 측정된 데이터 값은 조건에 따라 스마트폰으로 푸시 알람을 전송하도록 하였다. 또한 스마트폰은 라즈베리 파이의 해당 IP 주소로 접속하여 도어락을 제어하도록 하였고 카메라를 통해 실시간 영상을 볼 수 있도록 하였다.

위의 내용을 구현하기 위해 라즈베리 파이의 GPIO port를 사용하여 센서와 도어락을 제어하였고, GCM을 이용해서 스마트폰 푸시 알람을 전송하도록 하였다. 그리고 카메라 센서는 라즈베리 파이 카메라 모듈을 사용하였고, RTSP 프로토콜을 사용하는 GStreamer 애플리케이션을 사용하여 라즈베리 파이에서 카메라 영상을 업로드하였다. 그림 4는 도어록의 구성도이다. 구성한 스마트 도어록 시스템은 서버인 라즈베리 파이가 서버 환경을 계속 유지할 수 있도록 시스템이 재부팅 되더라도 프로그램이 자동으로 실행되는 daemon을 설정하였다.



그림 4. 스마트 도어록 구성도  
Fig. 4. Smart Door lock system configuration with raspberry pi

그림 5는 도어록 개폐 스위치와 라즈베리 파이의 GPIO 포트를 연결한 회로 구성도이다. 도어록의 잠금장치를 on/off 하는

스위치와 GPIO 포트 사이에 포토커플러를 연결하였다. 포토커플러는 GPIO 포트의 신호가 지속적으로 출력되는 것을 방지하기 위해 사용하였다. 발광부는 라즈베리 파이의 GPIO 포트와 연결하였고 수광부는 도어록 스위치와 연결하였다.

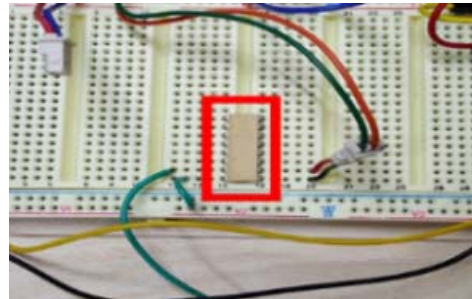


그림 5. 도어록 회로 구성도  
Fig. 5. Door lock circuit block diagram

그림 6은 스마트 도어록 시스템에 사용된 센서이다. 스마트 도어록의 센서로는 인체감지센서와 초음파센서를 사용하였다. 인체감지센서에서 사람이 감지되면 초음파센서를 작동하도록 하였다. 이 초음파센서는 사람과 센서의 거리가 50cm 이내로 5초 동안 유지되면 스마트폰으로 경고 푸시 알람을 전송하도록 하였다. 또한 사용자의 스마트폰으로 푸시 알람이 반복되어 전송되는 경우를 방지하기 위해 delay() 함수를 사용하여 알람이 전송된 후 3분 동안은 다시 전송되지 않도록 하였다.



그림 6. 사람을 감지하기 위한 초음파 센서와 인체감지 센서  
Fig. 6. PIR sensor and ultrasonic sensor for detecting people

### 6. 실험 결과

라즈베리 파이에 서버를 개설하고 스마트폰의 스마트 도어록 애플리케이션을 실행하면 자동으로 라즈베리 파이의 서버 IP로 접속을 하도록 하였다.

그림 7은 스마트 도어록의 애플리케이션 사용자 인터페이스와 스트리밍 버튼을 클릭 시, 네트워크 스트림을 지원하는 애플리케이션들을 나타낸 화면이다.

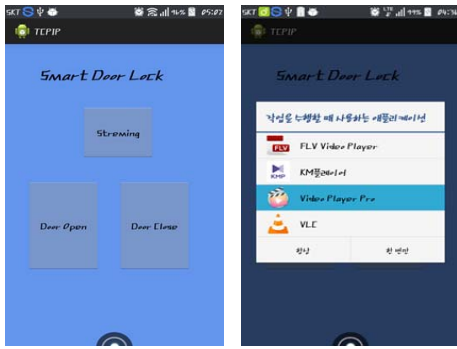


그림 7. (좌) 스마트 도어록 애플리케이션 UI  
(우) 동영상 애플리케이션 팝업 창  
Fig. 7. (left) Smart door lock application UI  
(right) Pop-up of video application

그림 8은 네트워크 스트림을 지원하는 Video Player Pro 애플리케이션에 업로드되는 영상을 실시간으로 확인 한 결과이다.



그림 8. 동영상 애플리케이션을 이용한 실시간 영상  
Fig. 8. Real-Time Video using the applications

그림 9의 (좌)는 초음파 센서를 통해 1초마다 측정된 거리를 표시한 결과이며, (우)는 GCM을 사용하여 스마트폰으로 경고 푸시 알림이 보내는 내용을 스마트폰으로 캡처한 이미지이다. 라즈베리 파이와 연결된 센서를 통해 사람이 감지되면 거리를 측정한다. 측정된 거리로 50cm 이내로 5초간 접근해 있다면 사용자의 스마트폰으로 경고 알림을 보내준다.



그림 9. (좌) 초음파 센서에서 측정된 값  
(우) 사용자에게 경고 푸시 알림  
Fig. 9. (left) Measured value of the ultrasonic sensor  
(right) Warning push notification for user

## 7. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 실시간으로 도어록 주변의 상황을 확인하고 센서를 통해 사람의 유무와 머물러 있는 시간을 판단하여 사용자의 스마트폰으로 경고 알림을 전송하는 스마트 도어록 시스템을 구현하였다. 또한 출입문을 급하게 열어야 할 때나 지인의 방문이 있을 경우 도어록을 원격으로 제어할 수 있도록 하였다. 이러한 기능은 사용자의 편리성과 안전성이 있어 기존의 도어록 보다 효율적인 것이다. 하지만 이 스마트 도어록은 크래킹이나 데이터 가로채기 등과 같은 해킹에 취약점을 가지고 있다. 만약 크래킹이나 데이터 가로채기 등이 일어나게 되면, 도어록 서버의 IP 주소를 통해 도어록을 쉽게 제어할 수 있게 된다. 또 다른 문제로는 스마트폰을 잃어버리거나 배터리로 인해 종료되었을 경우 도어록을 제어할 수 없게 된다.

앞으로의 연구는 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 도어록 애플리케이션에 로그인 서비스와 도어록에 키패드를 추가할 것이며 해킹의 우려를 최소화하기 위해 스마트 도어록 내부에 암호화를 위한 기술을 추가할 계획이다. 또한 스마트 도어록은 가정의 인터폰과 연결하여 홈 네트워크 시스템을 구현하는 연구를 진행할 예정이다.

## References

- [1] E. A. Kim, K. S. Kim, C. S. Leem, and C. H. Lee, "A Study on Development and Application of Taxonomy of Internet of Things Service", *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol. 20, pp. 107-123, 2015.
- [2] J. H. Kang, H. J. Kim and M. S. Jun, "Market and Technical Trends of internet of things", *The Korea Contents Association*, Vol. 13, pp. 14-17, 2015.
- [3] naver, Available: <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2851164&cid=56756&categoryId=56756>, [Accessed : September 28, 2015]
- [4] lgnc, Available: <http://blog.lgcns.com/731>, [Accessed : September 28, 2015]
- [5] S. H. Whang, I. H. Jang and K. B. Sim, "Construction of Wireless Sensor Network for Intelligent Home", *Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 15, pp. 695-700, 2005
- [6] W. Y. Chung and E. T. Kim, "Context-aware application for smart home based on Bayesian network", *Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 17, pp. 179-184, 2007.
- [7] S. I. Kim and S. J. Oh, "Virtual Dialog System Based on Multimedia Signal Processing for Smart Home Environments", Vol. 15, pp. 173-178, 2005.
- [8] navercast, Available: <http://navercast.naver.com/mag>

azine\_con-tents.nhn?rid=2864&contents\_id=74495  
 [Accessed : October 2, 2015]

- [9] spo, Available: <http://www.spo.go.kr> [Accessed : October 2, 2015]
- [10] O. Doh, and I. Ha, "A digital Door Lock System for the Internet of Things with Improved Security and Usability", *Advanced Science and Technology Letters*, Vol. 109, pp. 33-38, 2015.
- [11] J. Lim, C. Kim, W cha, T. Han, G. Huh, S. Song and S. Lee, "Reliable Digital Door Lock Control System using Face Recognition", *Journal of IKEEE*, Vol. 17, pp. 499-504, 2013.
- [12] M. Sahinani, C. Nanda, A. K. Sahu and B. Pattnaik, "Web-based online embedded door access control and home security system based on face recognition", *International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies*, pp. 19-20, 2015.
- [13] S. Ejaz, R. S. Satti, M. Khalid, M. Arshad and S. Majeed, "A Smart Visitors' Notification System with Automatic Secure Door Lock using Mobile Communication Technology", *International Journal of Computer and Communication System Engineering*, Vol. 2, pp. 39-44, 2015.
- [14] S. R. Kwon, "Study on development of the remote control door lock system including speaker verification function in real time", *Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 15 pp. 714-719, 2005.
- [15] Y. T. Park, P. Sthapit and J. Y. Pyun, "Smart digital door lock for the home automation", *TENCON 2009 - 2009 IEEE Region 10 Conferen*, pp. 1-6, 2009
- [16] A. W. Ahmad, N. Jan, S. Iqbal and C. Lee, "Implementation of ZigBee-GSM based home security monitoring and remote control system", *International Midwest Symposium on Circuits and System*, pp. 1-4, 2011.
- [17] B. Yuksekkaya, A. A. Kayalar, M. B. Tosun, M. K. Ozcan and A. Z. Alkar, "A GSM, internet and speech controlled wireless interactive home automation system", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 52, pp. 837-843, 2006
- [18] M. Giacobbe, M. Coco, A. Puliafito and M. Scarpa, "A Cloud-based Access Control Solution for Advanced Multi-purpose Management in Smart City Scenario", *Smart Computing Workshops*, pp. 35-40, 2014.
- [19] N. Chowdhury, S. Nooman and S. Sarker, "Access Control of Door and Home Security by Raspberry Pi Through Internet", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol. 4, 2013.

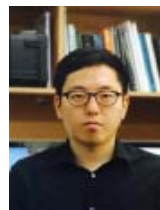
## 저 자 소 개



### 이성원(Sung-Won Lee)

2015년 : 서경대학교 전자공학과 공학사  
 2015년~현재 : 중앙대학교 대학원  
 전자전기공학과 석사과정.

관심분야 : 사물인터넷(IoT), 센서 네트워크, 임베디드 등.  
 Phone : +82-2-0820-5319  
 E-mail : sungwon8912@cau.ac.kr



### 유제훈(Je-Hun Yu)

2015년 : 중앙대학교 전자전기공학부  
 공학사  
 2015년~현재 : 중앙대학교 대학원  
 전자전기공학과  
 석박사통합과정,

관심분야 : 뇌-컴퓨터 인터페이스, 의도인식, 감성인식, 지능  
 로봇, 지능시스템, 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등.  
 Phone : +82-2-820-5319  
 E-mail : yjhoon651@cau.ac.kr



### 심귀보(Kwee-Bo Sim)

1990년 : The University of Tokyo  
 전자공학과 공학박사  
 1991년~현재 : 중앙대학교 전자전기공학부  
 교수  
 2006년~2007년 : 한국지능시스템학회 회장

관심분야 : 인공생명, 뇌-컴퓨터 인터페이스, 감정인식, 의도  
 인식, 유비쿼터스 지능형로봇, 지능시스템, 컴퓨  
 테이셔널 인텔리전스, 지능형 홈 및 홈 네트워크,  
 유비쿼터스 컴퓨팅 및 센서 네트워크, 소프트 컴  
 퓨팅(신경망, 퍼지, 진화연산), 다개체 및 자율분  
 산로봇시스템, 인공지능시스템, 지능형 감시시스  
 템, 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등.  
 Phone : +82-2-820-5319  
 E-mail : kbsim@cau.ac.kr  
 Homepage URL : <http://alife.cau.ac.kr>