JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 18, No. 5, pp. 895-904, Aug. 2017

사물 인터넷 기반의 1인 가구를 위한 스마트 콘센트 시스템

김 희 숙[1] · 박 병 주[2] · 조 영 주[3*]
[1,2]전남대학교 공과대학 전자컴퓨터공학부
[3*]조선대학교 IT융합대학 컴퓨터공학과

Smart Outlet System for Single-person Household based on IoT (Internet of Things)

Hye-Suk Kim[1] · Byeong-Ju Park[2] · Young-Ju Cho[3*]

[1,2]Department of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, Republic of Korea

[3*]Department of Computer Engineering, Chosun University, 309 Pilmun-Daero, Dong-Gu, Gwang-ju, Republic of Korea

[요 약]

본 논문에서는 1인 가구를 대상으로 전기 안전, 전기 에너지 소비 관리 그리고 비상시 네트워크를 연결하여 예약된 연락처에 메시지를 전송하는 사물인터넷 기반의 스마트 콘센트 시스템 구축 방식을 제안한다. 제안된 스마트 콘센트 시스템은 서버와 모듈, 어플리케이션, WiFi AP 수신기 사이에 패킷 데이터와 프로토콜을 파싱하여 구현된다. 통신을 위해 구축된 WiFi AP는 콘센트 뿐 만 아니라 가스 차단, 도어락 등에 연결하여 사용하는 것이 가능하다. 또한 제안된 방식은 AC 전류센서(SCT-013)를 통해 받아온 해당 콘센트의 전력량을 실시간으로 수신하여 원격 모니터링 기능을 제공할 수 있다. 스마트 콘센트 시스템은 대기 전력 차단 기능과 더불어 전력 사용 자동 분석을 통해 비상시 전력 자동 차단 기능까지 할 수 있을 것으로 기대한다.

[Abstract]

In this paper, we propose an IoT based smart outlet system for one-person household with electric safety, electric energy consumption management and transmission of messages to the reserved contacts by connecting the emergency network. The proposed smart outlet system is implemented by parsing packet data and protocol between server, module, application and WiFi AP receiver. The WiFi AP built for communication can be used not only for the outlet but also for the gas barrier, the door lock and the like. In addition, the proposed method can provide the remote monitoring function by receiving the amount of power of the receptacle received through the AC current sensor (SCT-013) in real time. The smart outlet system is expected to be capable of automatically shutting off the power in case of emergency through automatic power use analysis in addition to the standby power cutoff function.

색인어 : 게이트웨이, 사물인터넷, 패킷, 프로토콜, 와이파이 액세스 포인트

Key word : Gateway, IOT(Internet of Things), Packet, Protocol, WiFi Access Point

http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2017.18.5.895

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(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.

Received 08 August 2017; **Revised** 27 August 2017
Accepted 31 August 2017

***Corresponding Author; Young-Ju Cho**

Tel: +82-62-230-7754
E-mail: csjyj@chosun.ac.kr

Ⅰ. 서 론

최근 1인 가구의 고독사 또는 무연고 사망 등이 사회적 문제로 등장하고 있으며 이들에 대한 안전장치 마련이 시급하게 되었다. 2011년 무연고 사망자 수는 682명으로 기록되었고 2014년에는 1,000명을 돌파하였으며 2015년에는 1,245명을 기록하였다. 이러한 추세를 기반으로 하면 2017년도 무연고 사망자 수는 1,800명이 넘는 수를 예상할 수 있다[1]. 누전, 합선, 전열기로 인한 사고 등으로 전기안전장치에 문제가 생겼을 경우 1인 가구에 거주하는 사람일수록 돌이킬 수 없는 불상사를 가져온다. 뿐만 아니라 전기 사용 후 플러그를 뽑지 않고 그대로 방치하는 경우 대기전력 소모로 인해 전력 낭비의 원인이 된다. 2011년 조사 결과 국내 일반 가정의 경우 전체 전기사용량의 6% 이상이 대기전력으로 소모되고 있었으며 이는 약 4,200억원에 해당하는 비용이다[2].

사람들의 외로움을 덜어주고 안전을 보호해주기 위해 사람과 사물 그리고 공간을 인터넷으로 연결하여 정보를 생성하고 수집하며 다시 공유하고 활용할 수 있도록 하는 사물인터넷(IoT; Internet of Things)기반의 제품들이 출시되고 있다. 더불어 1인 가구가 늘어가고 있는 추세에 따라 사물 인터넷이 장착된 전자 제품이나 물건에 관심 또한 높아지고 있다. 국내에서도 대기전력의 소비를 줄이기 위하여 사물인터넷 기반의 여러 가지 연구가 시도되었다. J. S. Oh 와 H. S. Lee의 연구에서는 스마트폰을 이용하여 전기 사용자의 위치를 판단하고, 전기 사용자의 위치에 따라 능동적으로 스마트 플러그에서 각 전자제품의 대기전력을 차단함으로 소비되는 전력을 줄이고자 했다[3]. K. K. Jung 와 C. W. Seo의 연구에서는 첨단 주택에서 방이나 문에 설치한 재실 감지 센서를 이용하여 거주자의 재실 유무를 확인하고 부재 시 불필요한 전기 에너지 사용량을 차단시켜 대기 전력을 절약할 수 있도록 했다[4]. 하지만 가정에서 사람의 움직임에 의존하여 전원 관리를 할 경우 손님이 방문하거나 가족 수에 변화가 생길 경우 시스템을 다시 셋팅해야 하거나 전기밥통의 경우 보온 상태를 장시간 유지해야 하므로 제외시키는 등의 예외 상황이 존재하고 있다. 1인 가구는 2인 이상의 가구보다 사회적 관계가 결핍되어 불안감이나 외로움을 많이 느끼며 안전의 위협까지 받고 있는 실정이다[5]. 이러한 1인 가구를 대상으로 사회적 네트워크를 보조해 주고 전기안전사고로 부터 보호해주기 위해 본 논문에서는 사물인터넷을 기반으로 스마트폰을 이용하여 소비되는 전력량을 체크하고 타이머 기능을 이용한 저비용의 스마트 콘센트를 구현하여 1인 가구의 무연고 사망이나 사고를 예방하는데 도움을 주고자 한다. 본 논문에서 제안된 스마트 콘센트 시스템을 설명하기 위하여 2장에서 관련 연구에 대해 설명한다. 그리고 3장에서는 본 논문에서 제안된 스마트 콘센트 시스템 방식을 소개하고 4장에서는 제안된 스마트 콘센트를 테스트하고 평가하며 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 서술한다.

Ⅱ. 관련 연구

2-1 사물인터넷 플랫폼 동향

1) 사물 인터넷 디바이스

ARM Cortex-M계열의 저전력 MCU(Micro Controller Unit)를 이용한 사용자 친화형 개발환경을 ARM Mbed 프로젝트에서 제공한다. 클라우드 기반의 서버에 컴파일러, 디버거 등의 개발 소프트웨어를 제공하여 사용자는 응용 프로그램을 설치하지 않고 웹 기반에서 구현하고 실행할 수 있는 HDK(Hardware Development Kit)와 SDK(Software Development Kit)가 제공되고 있다. 오픈소스 기반의 마이크로 컨트롤러와 소프트웨어 통합 개발 환경(IDE; Integrated Development Environment)을 제공하고 있는 아두이노 플랫폼(Arduino Platform)이 있다. 기본적으론 아트멜(Atmel)사의 AVR(Alf Vergard Risc)을 제공하고 있지만 Cortex-M을 이용한 제품도 출시하고 있으며 IDE를 통해 누구나 쉽게 개발 및 실행이 가능하다[6].

2) 사물인터넷 게이트웨이 프레임워크

퀄컴(Qualcomm)에 의해 시작된 AllJoyn은 AllSeen 얼라이언스(Alliance)를 중심으로 오픈소스로 공개되어있다. Ad-hoc 기반의 P2P(Peer-to-Peer)기술로 개발자 누구나 별도의 중계 서버 없이 피어 장치들 간의 자율적인 상호연결이 가능하도록 지원하고 있으며 리눅스(Linux), 아두이노, RTOS(Real Time Operating System) 등의 다양한 운영체제에 적용이 가능하다. 더불어 블루투스(Bluetooth)나 와이파이(Wi-Fi) 기반 위의 기술을 활용할 수 있는 모바일 기기에 적합하다.

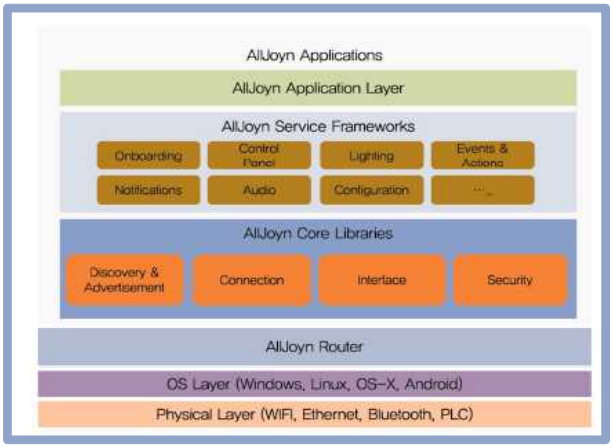


그림 1. AllJoyn 소프트웨어 프레임워크
Fig. 1. AllJoyn Software Framework

OIC/IoTivity는 사물인터넷 표준 단체인 OIC(Open Interconnect Consortium)의 IoT 네트워크 상에서 이종 운영체제 및 플랫폼을 사용할 수 있도록 경량형 장치의 필요한

요구사항을 정의하고 상호간 상호 운용성을 보장하는 목적으로 시작되었다. 이것은 CoAP기반의 end-point discovery, resource 기반 탐색 등의 기능을 정의하고 있다. oneM2M은 상호 운용성을 보장하는 M2M/IoT 서비스 표준 플랫폼 개발을 위해 설립되었으며 수직적 서비스 구조 탈피를 위해 수평적 서비스 플랫폼을 지향하고 있다. 응용 계층(Application Layer), 공통 서비스 계층 (Common Services Layer), 네트워크 서비스 계층 (Network Services Layer)의 end-to-end M2M 서비스를 위한 3계층 모델로 구성되어 있다[7].

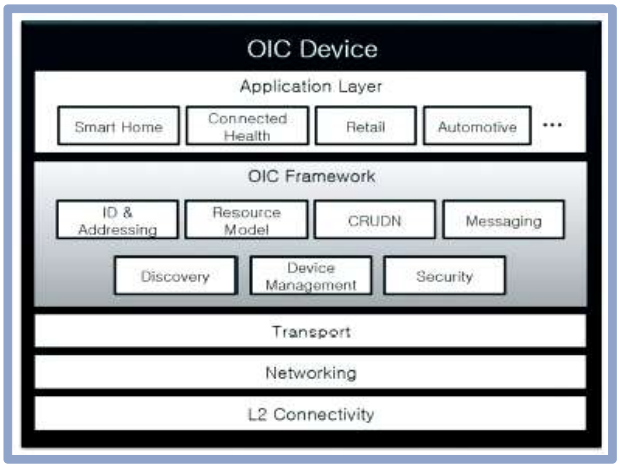


그림 2. OIC Core 프레임워크
Fig. 2. OIC Core Framework

2-2 1인 가구에 대한 고찰

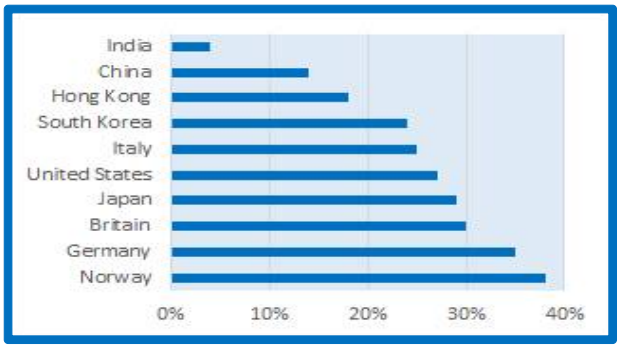


그림 3. 2011년 ~ 2015년 1인 가구 비율
Fig. 3. Ratio of Single-person Households from 2011 to 2015

그림 4에서 제시한 것과 같이 국내에서 1인 가구 비율이 가파르게 증가하고 있으며 2015년에는 전체 가구의 27.2%로 나타났다. 이것은 2010년(23.9%)과 비교해 볼 때 3.3%포인트 비율의 증가로써 1인 가구 비율이 전체의 9%에 불과했던 1990년에 비교하여 1인 가구 비율이 18.2%포인트나 상승한 것으로 분석된다[8].

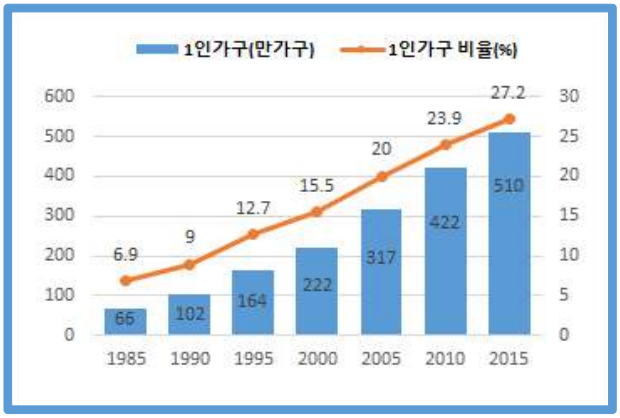


그림 4. 국내 1인 가구 증가 추세
Fig. 4. Domestic Single-person Household Growth Trend

이와 같이 1인 가구는 급격히 증가할 것으로 예측되기에 사물인터넷 기반의 1인 가구를 위한 제품이나 안전장치가 더욱 필요한 상황이고 이에 따라 최근 다양한 관련 제품들이 출시되고 있는 상황이다[9][10][11].

2-3 사물인터넷 기반의 전기 안전장치 현황

현재 1인 가구는 물론 2인 이상의 가구에서도 전기안전장치로 인한 사고가 빈번하게 발생하고 있음에도 불구하고 가정 내에 전기안전장치 제어 시스템이 완벽하게 구현되어 있지 않는 실정이다. 전기 설비에 대한 모니터링을 위해서 스마트 그리드 분야에서 사용되는 SEP 2.0(Smart Energy Profile Version 2.0)을 사용할 수 있다. SEP 2.0은 가정 내의 전력 정보를 상호 교환하기 위해 HEMS(Home Energy Management System), 홈 게이트웨이 등에 사용되고 있으며 스마트 미터, 스마트 가전 외에도 전기 자동차나 분산 전원 등에도 적용되고 있다. 하지만 SEP 2.0에서 전기 안전관리를 위한 정보나 수집 절차 등은 정의되어 있지는 않다. 현재 공동주택에 대한 전기안전관리를 위해 홈 분전반과 아파트용 전기안전관리 시스템 간에 SEP 2.0을 이용하여, 부하별, 배선별 전기 안전 정보를 수집하고 관리하는 전기안전서비스 기술을 개발 중에 있는 시점이다[12].

H. J. Kang, Y. Y. An 그리고 S. J. Jeong 는 고압전기설비에 정보 통신 기술(ICT; Information & Communication Technology)을 적용시켜 실시간으로 전기 사용량을 정확히 측정하기 위한 분야와 전력 효율 향상에 관한 분야를 연구하였다[13]. 또한 사물인터넷 기술을 기반으로 전기설비 안전관리 플랫폼을 실현하기 위한 참조 구조와 참조 인터페이스, 서비스, 데이터 프로파일을 소개하고, 자가용 전기설비의 전기 안전 플랫폼은 OCF(Open Connectivity Foundation)에서 개발 중인 범용 IoT 오픈소스 IoTivity 플랫폼을 이용하여 온도 및 습도 정보를 전달하는 시험을 통해 구현 가능성을 제시하였다.

Ⅲ. 1인 가구를 위한 스마트 콘센트 시스템

전력 수요가 급증하면서 기존 공급 위주의 전력에너지 정책 패러다임이 변화하고 있으며 기존 전력망에 ICT를 융합시켜 전력 디바이스 및 운영 시스템의 지능화를 가속화시키고 있다[14]. 본 논문에서는 1인 가구의 전력으로 인한 사고 예방과 전력 소비의 부담을 줄이기 위하여 사물인터넷 기반의 스마트 콘센트 시스템을 설계하고 구현한다.

3-1 스마트 콘센트 시스템 설계

지능을 가진 사물이 인터넷을 통해 연결됨으로써 사용자에게 유용한 서비스를 제공하는 거대한 망을 사물인터넷이라고 해석할 수 있다[15]. 본 논문에서 제안된 사물인터넷 기반의 스마트 콘센트 시스템은 사용자가 직접 사용하는 스마트폰 어플리케이션(application)은 물론 스마트 콘센트에 해당하는 모듈과 허브로 사용되는 WiFi AP(Access Point)수신기, IoT 플랫폼에 해당하는 서버를 모두 포함한다.

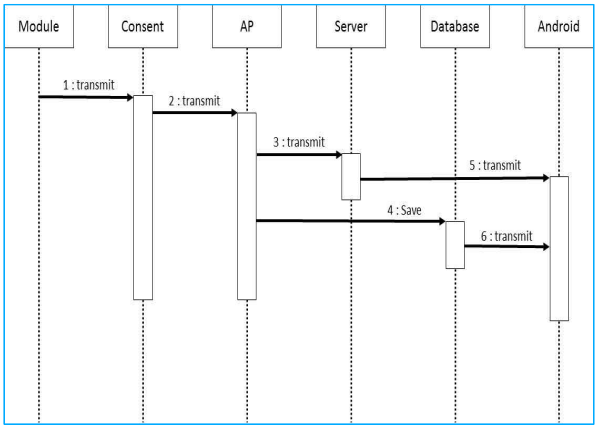


그림 5. 스마트 콘센트 시스템의 시퀀스 다이어그램
Fig. 5. Sequence Diagram of Smart Outlet System

제안된 스마트 콘센트 시스템의 개략적인 시퀀스 다이어그램은 그림 5에서 보여주고 있으며, 사용자가 사용하게 될 어플리케이션은 다음과 같은 기능을 실행하도록 설계한다.

- 전력 제어를 위해서 사용자가 시간과 장소에 구애받지 않고 집이나 회사의 전자기기 전력을 ON/OFF 할 수 있도록 원격 제어 기능을 실행하도록 한다.
- 전력량 확인을 위해서 스마트 콘센트 모듈에 부착된 AC 전류센서 (SCT-013)를 통해 전력 사용량을 실시간으로 전송하여 원격으로 간편하게 전력량을 모니터링 할 수 있게 설계하여 전력 사용량을 분석할 수 있도록 한다.
- 어플리케이션에 타이머 기능을 추가하여 사용자가 시간과 장소에 구애받지 않고 스마트 콘센트에 연결된 전자기기의 전력을 제어할 수 있도록 한다.
- 푸시 알림 기능을 설계하여 스마트 콘센트 모듈에 부착된 AC 전류센서(SCT-013)를 통해 들어오는 전력 사용량이 이상 수치를 보이면 연결된 가족이나 보호자의 스마트폰에 푸시 알림을 띄울 수 있도록 한다.

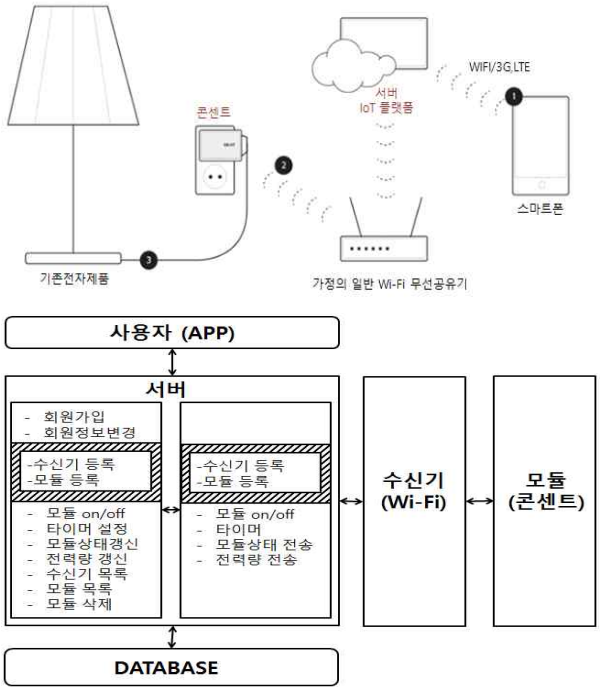


그림 6. 스마트 콘센트 시스템의 설계 구성도
Fig. 6. Design Diagram of Smart Outlet System

스마트 콘센트 시스템의 구체적인 설계 구성도는 그림 6과 같다. 먼저 회원 가입된 스마트 콘센트 사용자는 자신의 아이디와 패스워드를 이용하여 로그인함으로 스마트콘센트를 사용할 수 있게 된다. 사용자는 WiFi AP 수신기를 등록할 수 있고 사용자가 WiFi AP 수신기를 등록하기 위해서는 로그인이 되어있어야 하며 WiFi AP 수신기가 동작하고 있어야 한다. WiFi AP 수신기를 추가할 경우 버튼 기능을 이용하여 추가할 수 있도록 한다. 사용자는 콘센트 모듈을 등록할 수 있다. 모듈을 추가하기 위해서 WiFi AP 수신기가 등록되어 있어야하며 사용방식에 맞는 모듈을 추가하고 등록하여 사용하도록 한다. 사용자는 모듈의 ON/OFF 기능을 사용할 수 있으며 등록된 WiFi AP 수신기와 콘센트 모듈이 정상적으로 작동하여야 하고 ON/OFF버튼을 통해 콘센트 모듈이 ON/OFF를 번갈아가면서 실행할 수 있다. 사용자는 모듈의 전력량을 확인할 수 있고 사용된 전력량이 화면에 표시되며 이 때 해당 모듈과 WiFi AP 수신기가 정상적으로 작동해야한다. 또한 사용자는 모듈의 타이머기능을 사용할 수 있으며 적절한 시간을 설정한 후 그에 따라 모듈을 OFF할 수 있어야 한다. 이 시스템은 Server/Client 기반의 어플리케이션으로 설계되고 데이터베이스 구축은 데이터의 일관성과 무결성 그리고 보안성을 고려한 MySQL을 이용한다.

3-2 스마트 콘센트 시스템 구현

1) 스마트 콘센트 모듈

제안된 스마트 콘센트 시스템은 MCU로 Galileo gen 2 board를 사용하고 Intel Arduino CC를 기반으로 통신 및 제어를 수행하도록 한다. WiFi AP수신기로부터 패킷 신호를 받고 이 신호를 protocol과 string으로 분리하고 protocol의 case를 통해 작동이 되도록 구성된다. Wife Shield(N-135)을 이용하여 서버에 접속하여 접속자가 connect된 것을 확인할 수 있고 위의 신호를 받아 현재 turn on/off 의 현황을 보내도록 한다. 온도와 습도 센서(DHT11)를 이용하여 경고 및 위험 온도를 설정하여 경고 위험 수위에 따라 메시지 및 작동에 제한이 설정된다. 블루투스 모듈(HC-06)을 이용하여 콘센트 별로 이름을 설정하여 콘센트를 구분하도록 하고, AC 전류 센서(SCT-013)를 이용하여 콘센트의 전력사용량을 실시간으로 관리하는데 사용한다.

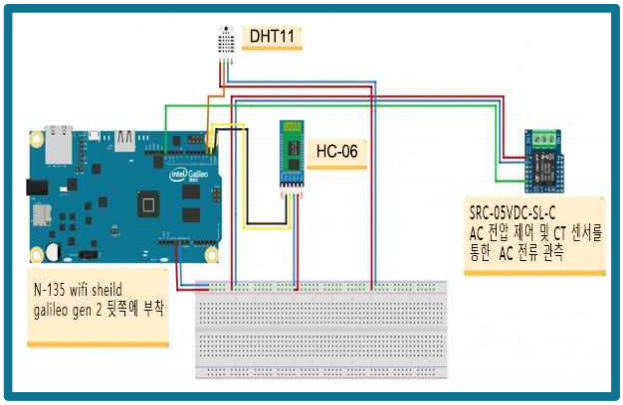


그림 7. 스마트 콘센트의 모듈
Fig. 7. Module of Smart Outlet

2) 서버

서버는 C# 기반으로 구축하고 WiFi AP 수신기와 사용자 사이에서 소켓 통신을 한다. 서버의 주요 기능은 다음과 같은 class로 정의된다.

- Protocol class : 프로토콜을 정의하여 WiFi AP 수신기 및 안드로이드와의 통신을 할 때 프로토콜 값을 보내어 각각의 프로토콜에 맞는 기능을 수행한다. 가령 프로토콜 '1'이 안드로이드와 서버 사이에서 로그인을 요청하는 프로토콜일 경우 서버에서는 안드로이드에서 온 패킷의 프로토콜이 '1'일 경우 로그인의 가능 여부를 판단하고 가능하면 안드로이드에게 로그인 성공의 프로토콜인 '2'를 보내고 실패 할 경우 실패의 이유와 함께 '3'의 프로토콜을 보낸다. 이와 같은 프로토콜을 정의하여 서버는 WiFi AP 수신기 및 안드로이드와 통신할 수 있는 역할을 수행한다.
- AP class, User class : WiFi AP 수신기와 안드로이드는 각각의 객체로 구분되어 있다. 각각의 객체는 서버에 접속을 하면 새로운 객체가 생성이 되며 접속을 끊으면 객체가 소멸된다. 클래스에는 객체로부터 받은 메시지의 프로토콜에 따른 작동이 정의된다.
- DB class : 서버에서는 총 4개의 테이블을 가진 데이터베이스가 구축된다. 이 데이터베이스는 사용자들의 정보를 갖고 있는 테이블(s_member), WiFi AP 수신기의 목록을 갖고 있는 테이블(ap_member), 콘센트의 목록을 갖는 테이블(module_member)과 WiFi AP 수신기와 회원을 이어주는 테이블(ap_manager)로 구성된다.
- Timer class : 타이머 기능을 하는 클래스이다. C#의 Timer 클래스를 이용하여 안드로이드에서 요청한 시간에 맞게 메소드를 실행시킨다. 요청한 시간이 되면 on/off 메소드를 실행하여 모듈을 작동시킨다.
- Pin_Number class : 핀 번호 알고리즘 클래스이다. 정의된 알고리즘에 따라 모듈 및 WiFi AP 수신기의 핀 번호를 생성하고 핀 번호를 주고받을 때 서버에서 검사를 한다. 이를 통해 패킷의 손상 및 변경을 대비할 수 있다.

3) WiFi AP 수신기

MCU는 스마트 콘센트 모듈과 동일하게 galileo gen 2 board를 사용하고, Intel Arduino CC 를 기반으로 통신 및 제어를 수행한다. WiFi AP 수신기는 서버와 모듈 사이에서 허브 역할을 수행하며 통신으로는 TCP 프로토콜을 기본적으로 사용한다. Wife Shield(N-135)을 이용하여 모듈에 접속하고 서버의 패킷을 모듈에게 전달하는 기능을 수행한다. Ethernet을 이용하여 서버에 접속하여 WiFi AP 수신기의 고유번호 등록 및 해당 WiFi AP 수신기와 사용자간의 인증을 가능하게 한다. 인증이 끝난 뒤에는 서버의 요청 또는 모듈의 요청을 기다리게 된다.

```
AP
- Packet ::get_protocol()
          ::get_string()
          ::data_push(byte *recv_data)
          ::clear_packet()
          ::make_packet(short Protocol)
          ::push_string(String Content)

- MainServer ::connect_server()
             ::disconnect_check()
             ::receive_check()
             ::Send_Data(Packet packet)
```

그림 8. WiFi AP 수신기의 기능
Fig. 8. Function of WiFi AP Receiver

4) 데이터베이스

회원들을 관리하고자하는 목적으로 회원들의 정보가 담겨 있는 테이블 s_number를 생성하고, 회원테이블을 참조하여

각 회원의 WiFi AP 수신기를 관리하고자 하는 목적으로 WiFi AP 수신기 핀번호가 담긴 테이블 ap_manager를 생성한다. WiFi AP 수신기 핀번호 목록 테이블 ap_member를 생성하고, 각 WiFi AP 수신기에 연결된 모듈을 관리하고자 하는 목적으로 모듈의 핀번호와 상태를 저장하는 테이블 module_member를 생성한다.

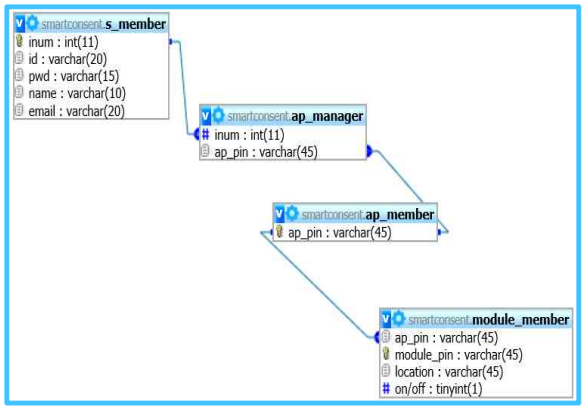


그림 9. 데이터베이스 구조
Fig. 9. Structure of Database

5) 안드로이드

안드로이드에서 통신을 담당하는 Server_Socket 클래스는 AsyncTask 클래스를 상속받아 서버와 비동기 소켓 통신을 한다. Server_Socket 클래스는 인터페이스에서 유저가 요구사항을 서버에게 요청을 하면 OutputStream으로 서버에게 정의된 프로토콜과 함께 패킷을 보낸다. 수신시에는 InputStream을 이용하여 서버와 패킷 수신을 항상 유지하며 서버에서 보낸 패킷의 프로토콜에 맞는 기능에 적합하게 각각의 activity에 출력한다. 구성된 activity는 로그인, 회원가입, AP등록 및 선택, 회원정보수정, 모듈 선택, 모듈 제어의 기능을 가진 activity로 구성된다.

- login activity : 어플리케이션의 처음 화면이며 로그인 기능을 수행한다. 사용자들은 아이디와 비밀번호를 입력하여 로그인을 할 수 있으며 회원가입 버튼을 통해서 회원가입을 할 수 있다. 서버 데이터베이스에 등록된 아이디와 패스워드를 입력하여 성공적으로 로그인을 하면 WiFi AP 수신기 메뉴 화면이 나타난다.
- sign_up activity : 회원가입 요청을 하는 화면이다. 기본적으로 아이디, 비밀번호, 이름, E-Mail을 이용하여 회원가입을 할 수 있게 구성된다. 안드로이드에서 비밀번호 예외처리를 하며 서버에서 아이디 중복검사를 한다.
- select activity : 로그인 후 회원 초기화면이다. WiFi AP 수신기 등록 및 선택을 할 수 있으며 Fragment를 통해서 시스템 공지 및 소개를 한다. 좌측 상단의 버튼을 통해서 회원 정보 수정과 로그아웃을 할 수 있으며 Dialog를 사용하여 WiFi AP 수신기를 등록할 수 있다. 서버와 WiFi AP 수신기 등록을 성공한 WiFi AP 수신기는 Grid View에 객체가 생성된다. 생성된 WiFi AP 수신기 객체를 클릭하면 그 객체의 모듈의 목록을 가져온다.
- ap_menu activity : 선택된 WiFi AP 수신기의 모듈 목록을 나타낸다. 모듈 등록은 간편한 블루투스 등록과 수동 등록으로 할 수 있다. 이 때 블루투스 등록은 현재 안드로이드 주위의 모듈들을 탐색하여 등록 가능한 모듈들을 나열하며 자동으로 등록하게 구성되어 있다. WiFi AP 수신기에 맞지 않는 모듈을 등록 할 경우 경고창이 뜨며 등록을 실패하게 되며 각 모듈을 클릭하면 해당 모듈을 조작할 수 있는 메뉴가 나온다.
- module_function activity : 모듈을 조작하는 화면이다. 전원 ON/OFF, 타이머와 같은 작업을 할 수 있다.
- information activity : select activity에서 좌측 상단 메뉴 중 회원정보수정 버튼을 누르면 나타나는 화면이다. 기본적인 아이디, 이름, E-Mail을 확인할 수 있으며 비밀번호 변경이 가능하다.

표 1. 스마트 콘센트 시스템의 구현 환경
Table. 1. Implementation Environment of Smart Outlet System

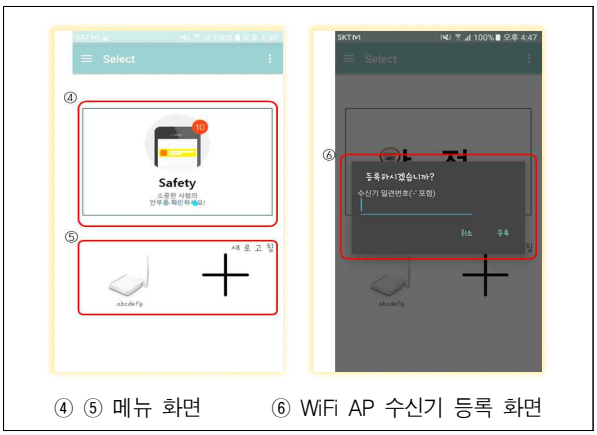
	Module / WiFi AP Receiver	Application	Server
Development Technique	Use object-oriented analysis and design techniques		
Development Language	Arduino	JAVA	C#
Development Tools	Arduino CC	Android studio	Visual studio

표 1은 스마트 콘센트 시스템 구현 시 사용된 개발 환경을 나타내며 본 논문에서 제안된 스마트 콘센트 방식에 적용된 핵심 기능은 다음과 같다.

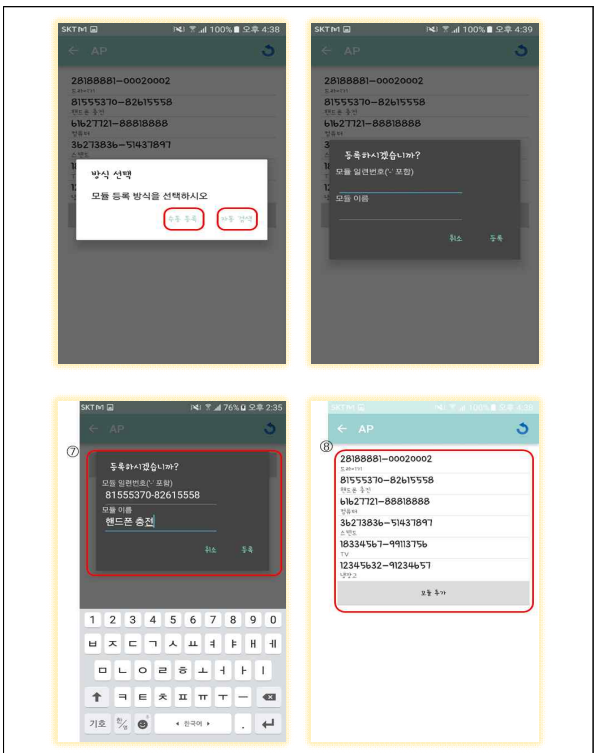
- 프로토콜 설계 및 파싱(parsing) : 서버와 어플리케이션, 서버와 WiFi AP 수신기 및 모듈 간의 프로토콜을 설계하고 이들 간에 송수신되는 패킷 속에 있는 데이터와 프로토콜을 파싱하여 필요한 부분만 추출해서 사용할 수 있다.
- WiFi AP 수신기의 확장성 : 서버와 모듈간의 통신을 돕는 WiFi AP 수신기는 보통 가정이나 회사 내에 구비되어 있는 공유기(Wi-Fi)를 사용함으로써 별도의 구매 없이 사용 가능 하다. 또한 콘센트 뿐만 아니라 가스를 차단해주는 모듈이나 현관문, 창문에 달린 도어락에도 연결하여 다방면으로 활용 가능 할 수 있어 확장성이 뛰어나다.
- 원격 모니터링 : AC 전류센서(SCT-013)를 통해 받아온 해당 콘센트의 전력량을 실시간으로 받아와 스마트폰의 해당 어플리케이션을 통해 원격 모니터링이 가능하다.

Ⅳ. 스마트 콘센트 시스템의 테스트 및 평가

① ② 로그인 화면 ③ 회원가입 화면

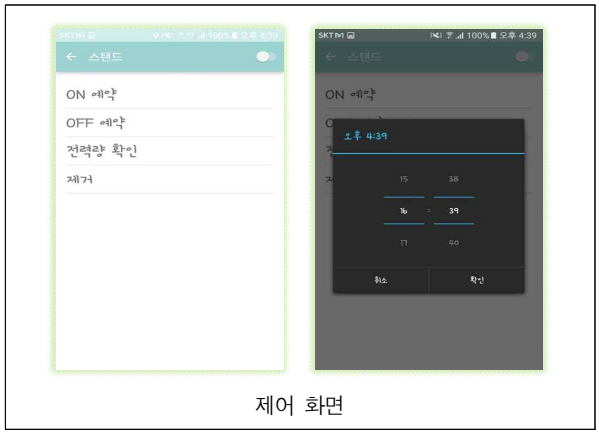


④ ⑤ 메뉴 화면 ⑥ WiFi AP 수신기 등록 화면



⑦ ⑧ 모듈 등록 및 완료 화면

그림 10. 스마트 콘센트 시스템의 어플리케이션 주요 화면
Fig. 10. Application Main Screen of Smart Outlet System



제어 화면

전력량 확인 화면

그림 11. 스마트 콘센트 시스템의 제어 화면 및 전력량 확인 화면
Fig. 11. Control Screen and Power Amount Confirmation Screen of Smart Outlet System

본 논문에서 구축한 스마트 콘센트 시스템을 Windows 7 운영체제에서 MySQL 5.0 데이터베이스, CPU는 Intel Core i7-4790 CPU @ 3.60GHz , 8GB RAM, Android 4.1 SDK 이상의 환경에서 구축된 안드로이드 폰 기반의 어플리케이션을 사용하여 테스트하였다. 테스트에 활용되는 어플리케이션의 주요 내용은 그림 10과 같고, 제어 화면 및 전력량 확인 화면은 그림 11과 같다. 구축된 스마트 콘센트 시스템은 표 2와 같이 회원 가입, 전력의 ON/OFF, 전력량 확인, 타이머의 작동, 스마트폰에 푸시 알림 등의 5가지 항목을 기반으로 테스트하였고 그 결과 모든 기능이 최적화되어 있

음이 확인되었다.

표 2. 스마트 콘센트 시스템의 평가
Table. 2. Evaluation of smart outlet system

No.	Evaluation Items	Evaluation Methods
1	Confirm membership	Ensure that the information entered when inputting information in the application is stored in the DB exactly
2	Power ON/OFF	Check if the power is cut off or turned on when the device is turned ON / OFF by the application
3	Check Power	Check the power consumption using AC current sensor (SCT-013) in application
4	Timer Operation	Check whether the device is ON / OFF at the selected time by simulation
5	Push Notification to Smartphone	See if push notifications ring at a fixed time on smartphones connected in an emergency

Ⅴ. 결 론

스마트폰과 태블릿 PC 등의 스마트 기기의 발전과 더불어 무선통신 인프라의 구축과 배터리 수명 향상 등 기술적 한계들이 극복되면서 웨어러블 디바이스에서 수집된 정보를 스마트폰과 같은 전자기기로 M2M(Machine to Machine) 방식을 통해 실시간 상호 전송·교환해 서로 연동하는 방식으로 이용되고 있다. 이와 더불어 사물인터넷 분야가 우리 생활과 밀접하게 연관되는 환경이 구축되고 다양한 사물인터넷 제품들이 출시되고 있다. 가령 전기 사용자의 위치에 따라 능동적으로 스마트 플러그에서 각 전자제품의 대기전력을 차단함으로 소비되는 전력을 줄이는 제품이 출시되기도 했고, 첨단 주택에서 재실 감지 센서를 이용하여 거주자의 재실 유무를 확인하고 부재 시 불필요한 전기 에너지 사용량을 차단시키는 제품이 등장하기도 했다.

본 논문에서는 1인 가구를 대상으로 전기 안전 및 전기 에너지 소비 관리 그리고 비상시 사회적 네트워크를 연결하여 메시지 전송 서비스를 제공하는 사물인터넷 기반의 스마트 콘센트 시스템을 구축하였다. 사물인터넷 기반의 스마트 콘센트 시스템 구축 과정을 통하여 다음과 같은 결과를 확인할 수 있었다.

첫째, 서버와 어플리케이션, 서버와 WiFi AP 수신기 및 모듈 간의 프로토콜을 설계하고 이들 간에 송수신되는 패킷 속에 있는 데이터와 프로토콜을 파싱하여 필요한 부분만 추출해서 사용할 수 있다.

둘째, 서버와 모듈간의 통신을 돕는 WiFi AP 수신기는 콘센트 뿐만 아니라 가스를 차단해주는 모듈이나 현관문, 창문에 달린 도어락에도 연결하여 다방면으로 활용 가능하다.

셋째, AC 전류센서 (SCT-013)를 통해 받아온 해당 콘센트의 전력량을 실시간으로 받아와 스마트폰의 해당 어플리케이션을 통해 원격 모니터링이 가능하다.

본 논문에서 제안한 스마트 콘센트 시스템은 비록 1인 가구를 대상으로 구현하였지만 향후 본 논문에서 제안한 방식을 응용하여 사회적 낭비 요소인 대기 전력 소비를 줄이기 위하여 기업이나 학교 등의 큰 건물에서 대기 전력 소모량이 높은 셋톱박스나 공유기 등 여러 전자기기의 전력을 사용하지 않을 때는 전원을 차단시켜 전기 에너지를 절약할 수 도 있을 것으로 기대한다. 또한 각 전자 기기의 전력 사용 시간이나 소모량을 분석해 패턴을 생성하고 인식해서 자동 차단 기능까지 확장할 수 있을 것으로 예상한다.

참고문헌

[1] K. C. Kang and J. Y. Son, Korea-Japan Comparative Study on Loneliness History Statistics, Japanese Culture Research, 61, pp. 5-25, 2017.

[2] J. W. Jung and M. R. Lee, “Smart Multiple-Tap System Based on WiFi for reduction of Standby-Power,” Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 22, No. 6, pp. 123-129, June 2017.

[3] J. S. Oh and H. S. Lee, “A Study of Recognition-Based user Multi-Smart Plug System,” Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 17, No. 12, pp. 2976-2983, December 2013.

[4] K. K. Jung and C. W. Seo, “Energy Saving System using Occupancy Sensors and Smart Plugs,” Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 52, No. 10, pp. 1881-1887, October 2015.

[5] Y. M. Kim, H. J. Lee and H. Y. Ryoo, “Smart Plug Service for single households,” in Proceeding of the HCI Society of Korea, Gangwon-do Highway Resort Convention Center, pp. 854-856, 2017.

[6] S. T. Kim, J. S. Jeong, J. K. Song and H. Y. Kim, Trends of IoT Device Platforms and Building its Ecosystems, Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 29, No. 4, pp. 5-25, 2014.

[7] S. G. Hong, H. S. Lee, J. C. Choi, M. N. Bae and K. B. Lee, “Internet of Things Software Platforms Technology Trends,” Electronics and Telecommunications Trends of ETRI, Vol. 30, No. 5, pp. 49-58, October 2015.

[8] M. G. Nam, “A Study on Smart Home Appliances Design Alteration by Growth of Single-person Household,” Journal of the Korean Society of Design Culture, Vol. 23, No. 1, pp. 195-204, March 2017.

[9] http://www.boannews.com/media/view.asp?idx=54569
[10] http://www.a-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=95080
[11] http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2017&no=194460
[12] Development of Autonomous Electrical Safety Management Technoques for Nano-grids of Multi-Unit Dwellings : 20151210000050, Annual Report, 2016.
[13] H. J. Kang, Y. Y. An and S. J. Jeong, “Architecture of Electrical Safety Management for High-Voltage Power Installations Based on IoT Platform,” The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 42, No. 5, pp. 1077-1084, May 2017.
[14] S. G. Lee, S. Y. Lee and J. C. Kim, “A Study on Security Vulnerability Management in Electric Power Industry IoT,” Journal of Digital Contents Society, Vol. 17, No. 6, pp. 499-507, Dec. 2016.
[15] B. H. Lee, “Design and Implementation of Urination Training and Automatic Feeding Device for Pet Based on IOT,” Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 14, No. 2, pp. 13-19, Feb. 2016.

김희숙(Hye-Suk Kim)

1999년 : 전남대학교 대학원 전산통계학과 (이학석사 - 멀티미디어)
2009년 : 전남대학교 대학원 전산학과 (이학박사 - 영상처리)

2005년～2007년 : 도울정보(주) 연구원
2007년～2008년 : 구슬(주) 수석연구원
1999년～2009년 : 서영대학교 컴퓨터정보과 겸임교수
2003년～현 재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부 재직
※관심분야 : 영상처리, 멀티미디어, 사물인터넷(IoT), 증강현실(AR), 가상현실(VR), 빅데이터 처리 등

박병주(Byeong-Ju Park)

2017년 : 전남대학교 공과대학 전자컴퓨터공학부 졸업 (공학사)

2017년～현 재 : 삼성전자 소프트웨어 개발팀
※관심분야 : 알고리즘, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등

조영주(Young-Ju Cho)

1999년 : 조선대학교 교육대학원 전자계산교육학과 (교육학석사 - 전자상거래보안)
2006년 : 조선대학교 대학원 전자계산학과 (이학박사 - 모바일 애드혹 네트워크)

1996년～1996년 : LG-EDS 공공사업부 사원
2000년～2009년 : 바자울정보(주) 교육지원 실장
2009년～2012년 : 구슬(주) 수석연구원
2012년～2017년 : SCG(주) 부설연구소 연구소장
1999년～2017년 : 조선대학교 전자정보대학 컴퓨터공학과 겸임교수
2017년～ 현재 : 조선대학교 IT융합대학 SW융합교육원 SW교육 연구교수
※관심분야 : AR, VR, 사물인터넷(IoT), 정보보호, 모바일 Ad-hoc 네트워크, 네트워크 보안 등