

사물인터넷(IoT)환경에서 스마트폰 알람을 이용한 아두이노(Arduino)기반 가전기기 대기전력을 최소화한 ON 시스템 구현

박세연* · 황찬규*** · 박동철**

Internet of Things(IoT) ON system implementation with minimal Arduino based appliances standby power using a smartphone alarm in the environment

Se-Eon Park* · Chan-Gyu Hwang** · Dong-Cheul Park*

요 약

본 논문은 인간 중심의 통신 패러다임에서 사물이 통신의 주체로 참여하는 사물인터넷(IoT)의 시대가 본격화 되고 있다. 사물인터넷 환경에서 스마트폰 알람을 이용한 아두이노 기반 가전기기 ON 시스템을 구현 하였다. 모든 가전기기는 외부 전원에 플러그만 연결 되었어도 대기전력은 존재한다. 본 시스템은 사물과의 통신을 위해 아두이노를 이용하였다. 가전기기 전원을 연결하여 자동으로 스마트폰 알람이 울리면 아두이노에 연결된 가전기기를 모두 자동으로 ON하여 사물에 대기전력을 최소화하고, 기상을 도와주고 가전기기의 작동을 자동으로 동작 시켜 주는 사물인터넷 시스템이다.

ABSTRACT

This paper has been an era of full-fledged objects Internet of Things(IoT), which involved the subject of this communication in the communication paradigm of the human heart. Things Arduino-based appliances ON, the system was implemented using the smartphone alarm in the Internet environment. All appliances even if plug connected to an external power source only standby power is present. This system is used for communication with the Arduino things. Connect the appliances power automatically rings the smartphone alarm minimize appliances standby power to things all by ON automatically connected to the Arduino, and the work of giving consumer electronics devices to help weather that automatically operates by Objects is an Internet system.

키워드

Internet of Things(IoT), Smart Phones, Arduino, Standby Power
사물 인터넷, 스마트폰, 아두이노, 대기 전력

1. 서 론

정보 통신 기술의 급속한 발전으로 모든 것이 인터넷과 연결되는 초연결사회로 진입하고 있다[1]. 사물

* 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 · Received : Sep. 20, 2015, Revised : Oct. 13, 2015, Accepted : Oct. 23, 2015
(12345psm@naver.com)
** 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 · Corresponding Author : Chan-Gyu Hwang
(p31640@hanmail.net) Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University,
*** 교신저자 : 서울벤처대학원대학교 교수 Email : hwang@svu.ac.kr

· 접수일 : 2015. 09. 20
· 수정완료일 : 2015. 10. 13
· 게재확정일 : 2015. 10. 23

인터넷은 각종 산업 분야와 실생활에 이르기까지 다양한 방향으로 영향을 미칠 것으로 평가되고 있다. 스마트폰은 사물인터넷의 가장 기초적인 사례로, 이미 우리의 생활을 여러 가지 면에서 극적으로 변화시키고 있다. 스마트폰을 비롯한 각종 정보기기의 폭발적인 증가로 인해 대규모의 정보가 빠르게 생산 및 유통되고 있으며, 과거와 다른 다양하고 복잡한 문제 상황들이 지속적으로 발생하고 있다[2]. 스마트폰은 컴퓨터와 비슷한 기능을 모두 구현된 디지털 휴대전화의 기능과 PD의 기능을 결합한 Hybrid장치를 스마트폰이라고 정의할 수 있다[3].

아두이노(Arduino, 이하 아두이노)는 8비트 AVR CPU를 탑재한 저사양의 마이크로컨트롤러 보드이다. 오픈소스 소프트웨어에 리눅스가 있다면, 오픈소스 하드웨어에는 아두이노가 있다. 아두이노를 통해 기존 하드웨어들이 특허와 기술 보호로 폐쇄적이었던 것들에 반해 오픈소스로 공유한다는 것도 신선한 자극을 주었다[4].

가전기기는 가정에서 사용하는 전기기기이다. 포괄적인 의미는 세탁기, 냉장고, 텔레비전 등 가정에서 사용하는 전기·전자기기를 말한다[5]. 새로운 관련 기술의 발달로 새로운 제품들이 빠른 속도로 개발되고 있고, 스마트 기기의 보급화로 인해 기기의 수는 급격하게 증가하고 있다. 단독으로 하나의 정보기기가 동작하는 것이 아니라, 여러 정보기기가 서로 결합된 하나의 시스템으로 결합된 집합체로 작동한다.

아두이노는 오픈 소스 하드웨어 플랫폼으로, Linux나 Android와 같은 오픈 소스 소프트웨어 플랫폼 시장이 화두가 되었던 시기에서 이제는 오픈 소스 하드웨어 플랫폼이라는 또 하나의 시장이 열리고 있다.

본 논문은 사물인터넷 환경에서 스마트폰 알람을 이용하여 아두이노의 음성센서를 적용한 가전기기 ON 시스템을 구현하였다. 본 시스템은 아두이노에 가전기기 전원을 연결하여 자동으로 스마트폰 알람이 울리면 연결된 가전기기를 모두 자동으로 ON하여 대기전력을 최소화하고, 기상을 도와주고 가전기기의 작동을 자동으로 동작시켜 주는 간단한 사물인터넷 시스템이다.

본 논문의 목적은 첫째, 아침기상의 신뢰성이 증가한다. 스마트폰에서 기상 음이 울리면, 가전기기들이 작동하여 알람 후에 다시 잠드는 일을 방지할 수 있

다. 둘째, 가전기기의 대기전력을 방지하여 에너지 효율화를 할 수 있다. TV, 컴퓨터 등 많은 전자기기들은 그 본래의 기능을 수행하지 않으면서도 플러그만 연결되어 있어도 전력을 소모한다. 이 소모 전력을 원천으로 차단하는 기능을 아두이노가 사물인터넷 역할로 전력에너지를 최소화할 수 있다. 셋째, 가전기기를 사용자가 임의적으로 선택할 수 있다. 기상 음이 울리면 작동시키고 싶은 가전기기를 사용자가 아두이노 출력 콘센트에 연결만 하면 된다. 넷째, 사물인터넷을 가전기기와 연결한 간단한 시스템이다. 현재 아두이노와 스마트폰을 연결하여 시스템으로 발전시킨 사례가 있지만, 가전기기와 연결하여 대기전력의 효율화를 접목시킨 사례가 없던 장치로 본 논문의 시사점이 있다.

II. 이론적 배경

2.1 사물인터넷

제러미 리프킨은 사물인터넷(IoT : Internet of Things)을 중심으로 인터넷과 친환경 에너지가 결합된 새로운 형식의 3차 혁명이 이어질 것으로 예측하면서 공유경제의 핵심이 될 것이라고 언급하였다[6]. 사물인터넷은 사람, 주변 사물, 데이터 등 모든 것이 이 유·무선 네트워크로 연결되어 정보를 생성·상호수집·공유 활용하는 인터넷 환경을 의미한다. 사물인터넷은 센서들로 이뤄진 데이터 네트워크, 기기가 통신을 기반으로 서비스가 만들어지는 개념이다[7]. 정보 생성(센서), 수집(부품, 디바이스), 공유(클라우드), 활용(빅데이터), 응용소프트웨어를 총망라하는 기술 및 서비스인 것이다. 이를 통해 소비자들은 네트워크로 연결된 사물들의 상호 통신을 통해 가상세계로까지 연결범위를 확장시키고 있다.

2.2 스마트폰

스마트폰은 2004년에 캐나다의 Research in Motion(: RIM)이 'Black Berry'를 출시하면서 북미지역의 일부 비즈니스 계층과 early adapter를 중심으로 시장을 형성하다가 2008년 Apple사에서 iPod Touch를 응용한 iPhone 3G를 내놓으며, 본격적으로 스마트폰 시장의 경쟁이 시작되었다[5]. Apple사에 이어 Google에서 안드로이드 운영체제를 내세워 스마트폰

시장에 진출함에 따라 업체 간 경쟁이 본격화되고 제품 선택의 폭이 확대되어 스마트폰은 이제 일반 소비자에게 널리 이용되는 제품으로 보급화 되고 있다. 스마트폰이란 휴대전화 기능에 인터넷 통신과 정보처리 등 컴퓨터 기능을 추가한 지능형 단말기로서 음성통화는 물론 영상통화가 가능하고 무선 데이터 네트워크와 WiFi(: Wireless Fidelity)를 통해 인터넷에 접속할 수 있고 PDA(: Personal Digital Assistant)의 일정 및 개인 정보관리 기능을 가지고 있으며, DMB 방송을 시청할 수 있고 MP3 음악을 감상할 수 있다[2]. 그밖에 인터넷 접속을 통해 정보검색을 할 수 있고, 게임, 책등의 디지털 콘텐츠를 이용할 수 있다[8].

2.3 아두이노

아두이노는 마시모 반지교수가 이탈리아 북부 토리노 인근의 이브레아라는 작은 도시에서 최초로 구상하고 만들어 내었다. 사실 이 기계는 공학도를 위해서 만든 기계가 아닌 반지 교수가 속한 전문대학원 인터랙션 디자인 전문학교(IDI)에서 만들어졌다. 이 학교에서는 디자인과 IT의 융합을 목표로 하는 학교였지만, 예술만을 전공해온 학생들에게는 IT 분야는 매우 생소한 분야였다. 또한 기존에 존재하던 교육용 IT 제품들도 있지만 매우 비싸고 사용방법이 어려웠다. 이에 반지 교수는 저렴한 가격으로 누구나 손쉽게 다룰 수 있는 기계를 만들었는데 그것이 바로 아두이노이다. 아두이노는 오픈소스로 개발되어 누구나 도면을 보고 제작이 가능한 기계이다. 인텔 또한 아두이노에 관심을 보이며 제작하기 시작했고, 기존 아티스트뿐만 아니라 일반인들도 아두이노를 사용하여 많은 제품들을 만들어내기 시작했다. 아두이노는 오픈소스(IDE)를 지향하는 하드웨어와 소프트웨어의 전자 플랫폼이다.

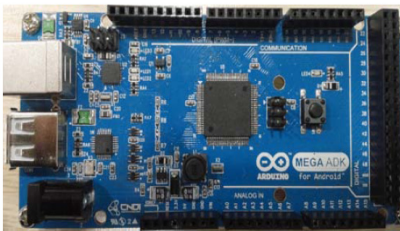


그림 1. 아두이노 mega ADK 보드
Fig. 1 Arduino mega ADK boards

Sound Sensor는 특정 sound frequencies나 sound의 크기를 알 수 없다. 다만, 본 논문에서는 주변의 sound level을 감지하는 용도로 사용한다. 또한 입력 전압으로 5V를 사용한다.

아두이노는 크게 MCU, USB소켓, 입출력 포트 등을 가지고 있다. 아두이노 Uno의 MCU(: Micro Controller Unit)은 ATmega328이다.



그림 2. 아두이노 음향센서
Fig. 2 Arduino sound sensor

8bit 명령어 처리구조이며, 명령어 구조는 RISC Architecture이다. 3.3V로 작동한다. 메모리는 ATmega328이 32KB의 flash memory형태로 가지고 있다. 파워는 아두이노 Uno의 USB 커넥터를 이용해 전원을 공급하거나 따로 외부 전원 입력단자로 공급 할 수 있다.

2.4 가전기기

가전기기는 가정에서 사용하는 전기기기이다. 가전기기는 의생활에 관계되는 가정의 기계·기구로는 제빙틀, 전기다리미, 전기세탁기 등이 있다. 지금은 모두 사물인터넷에서 사물로 인식한다. 주생활에 관계되는 기계·기구는 조명·난방·환기 등 극히 종류가 많다. 특히, 최근에는 공기 조절을 위한 기계가 개발되고 그 보급도 점차 높아가고 있다. 또 급탕(給湯)시설은 생활 향상과 더불어 주생활에 필요한 것이 되었다. 사무실이나 가정에서 센서를 부착한 장치들이 등장하여 무선센서를 통한 다양한 형태의 사물인터넷 환경이 근래에는 제공된다.

2.5 대기전력

대기상태(standby)란 기기가 외부의 전원과 연결된 상태에서 해당기기의 주 기능을 수행하지 않거나 또는 외부로부터의 커짐 신호를 기다리는 상태를 의미하며, 이러한 상태에서의 소비전력을 대기전력으로 정의한다. TV, 컴퓨터 등 많은 전자기기들은 그 본래의

기능을 수행하지 않으면서도 플러그만 연결되어 있어도 전력을 소모하는데 이를 대기전력(standby power)이라고 한다. 예를 들어 TV의 스위치를 껐으나 플러그를 전원과 연결한 상태라면 미소한 전력이 소모되는데 이것이 대기전력이다.

1990년대 이전의 대부분의 가전기기들은 본체와 주 전원 간을 차단시키는 것으로 충분하였다. 그러나 리모콘 및 시간 예약기능 등의 가전제품의 기능이 점차 다양해지면서 플러그를 전원으로부터 뽑는 것이 어려워지면서 가전기기의 전력소모가 계속적으로 증가되어왔다. 세계적으로도 대기전력의 개념은 해가 갈수록 중요해지고 있다. 개별기기의 대기전력에 의한 소모는 미미하지만 가정, 지자체 및 국가적인 단위의 대기전력 소모는 막대하다. 이러한 관점에서 OECD 국가군을 중심으로 대기전력을 줄이기 위한 기술적·정책적 노력이 90년대 후반부터 시작되어 졌다[9].

표 1에 샘플 가구에서 측정된 주요 기기의 평균 대기전력을 나타내었다. 오디오 기기의 대기전력이 평균 9.1W로 가장 높았으며 VTR, TV도 각각 5.5W와 4.3W로 나타났다. 주요 가전제품 중에서 오디오의 대기전력이 상대적으로 높은 것은 전원장치에서 비롯된 것으로 분석된다. 즉, 대부분의 가전기기는 전력반도체 스위치를 내장한 스위칭 전원장치를 사용하여 대기전력을 낮출 수 있으나 오디오의 경우 음질의 저하를 가져올 수 있는 스위칭 전원장치 대신에 선형 전원공급장치를 선호하기 때문에 대기전력이 큰 것으로 판단된다. 정보통신기기의 대기전력도 매우 큰 것으로 나타났는데 프린터, 외장형 모뎀, 스피커 등을 모두 갖춘 컴퓨터 시스템에서 평균 168W의 대기전력이 소모되는 것으로 밝혀졌다 그 밖에 가스보일러의 대기전력도 평균 49W에 이르는 것으로 나타났다. 가전기기의 대기전력을 줄이기 위한 기술개발 노력이 어느 때보다 필요하다.

대기전력을 줄이기 위해서는 회로기술개발, 대기전력 절감 IC 개발 및 부품개발 등이 중심과제가 될 것으로 보인다. 가정용 전자기기의 대기전력 측정에 따른 에너지 절약 방안연구에서는 가정에서 사용하는 전자기기의 대기전력은 에어컨이 10.7W로 가장 컸고, 인터넷 공유기 7.6W, 냉장고 3.7W, 정수기 2.8W, 섯답박스 2.7W, 전기밥솥 1.9W, 음식물 건조기 1.5W, 컴퓨터 1.3W, 제습기 1.2W 순으로 대기전력이 높았다.

계절성 전자기기인 에어컨과 온수매트, 제습기, 가습기를 제외한 나머지 전자기기의 평균 대기전력은 1.43W, 총 대기전력은 25.65W로 하루 24시간 연결해 두면 615.6W, 한 달간은 19.08kWh에 이른다. 여름은 에어컨과 제습기의 대기전력을 고려하면 평균 대기전력은 1.88W, 하루 동안 901.2W, 한 달간 27.94kWh를 소비한다. 겨울은 온수매트와 가습기를 추가하면 평균 대기전력은 1.37W, 하루 동안 656.4W, 한 달간 20.35kWh가 대기전력으로 소비된다.

모든 사물들 즉 전원을 사용하는 장치나 기기들은 대기전력이 존재하는 것은 근래 또는 미래에도 증가하는 것은 당연한 시대의 흐름이다. 이에 에너지의 효율화에 좀 더 향상된 대책들이 필요하다. 가정에서 대기전력을 줄이거나 차단하는 방법을 제안하였으나 이러한 방법들은 모두 개인적인 노력이 이루어지지 않으면 효과를 발휘할 수 없다.

표 1. 주요 가전기기 측정 결과

Table 1. Major appliances measurement results

Electronic devices	Standby power
Printer	0.3W
Computer	1.3W
Dehumidifiers	1.2W
Electric rice cooker	1.9W
UV Sterilizers	0.4W
Food dryer	1.5W
CD Radio	0.7W
Touch Stand	0.5W

따라서 개인적인 인식의 변화를 위해 가정이나 사무실에서 절약하는 습관이 있어야 한다.

III. 시스템 구현

3.1 시스템 제작

기존 연구들은 사물인터넷 환경에서 아두이노, 스마트폰, 대기전력으로 연관 지어서 시스템을 구성하지 못했다. 본 연구는 그림 5처럼 스마트폰과 아두이노 음향센서, 아두이노와 릴레이, 220V 전원 콘센트로

되어 있다. 동작은 그림 5의 블록 다이어그램처럼 알람을 맞춘 스마트폰에서 시간이 되면 알람이 울린다. 이 소리를 아두이노 센서가 감지하여 아두이노 마이크에 전달하면 마이크에서 처리하여 출력으로 5V가 출력된다. 이 출력신호가 릴레이를 동작시켜 2차 측에 단자 220V접점이 ON하여 여기에 연결된 콘센트로 전원이 공급되어 가전기기를 동작시킨다. 여기서 릴레이는 일반릴레이보다, 그림 3처럼 릴레이가 사용된다. 아두이노를 이용하여 동작하는 것을 LED로 표시하고, ON/OFF 동작 시 가전기기들도 ON/OFF 제어를 한다. 이때 사용되는 전자부품이 릴레이이다. 보통 릴레이라고 하면 코일이 감겨진 전자석에 제어 전류를 흘려주면 그 자력으로 스위치의 접점부가 ON/OFF 되도록 설계된 기계식 릴레이가 많이 사용되고 있다. 반도체 기술의 발달로 기계식 코일내장형 릴레이의 기능을 반도체 소자로 대체한 것이 무접점 반도체 릴레이(SSR : Solid State Relay)이다. 상대적으로 좀더 비싼 편이지만 사용의 편리성과 안정된 성능으로 전기회로에 많이 사용하는 것으로 본 논문에서는 SSR을 사용한다. 본 제작 실험한 결과 만족한 동작을 얻었고, 이로써 가전기기와 스마트폰을 아두이노로 연결하여 정보를 준다는 사실을 증명하였다.



그림 3. 무접점 반도체 릴레이
Fig. 3 Solid state relay

아두이노 센서는 음향센서로 주변의 sound level을 감지하는 용도로 사용하는 센서이다.

본 연구는 아두이노 프로그램을 사용하였다. 음향 센서에서 감지하여 마이크이 판단하여 출력을 내보낸다. 아두이노에서의 출력 전압은 다음의 식으로 된다.

Voltage output

$$V_{out} = (V_{supply}) 0.0062(sensorRH) + 0.16$$

$$sensorRH = (V_{out}/V_{supply}) \times (1/0.0062)$$

$$- 0.16 \times (1/0.0062)$$

$$V_{out}/V_{supply} (\text{전원대비 출력전압})/0.0062$$

센서의 출력 전압은 다음 식이 적용된다.

$$V_{out} = V_{supply} \times (\text{아날로그 입력 값} / 1024)$$

$$V_{out} / V_{supply} = (\text{아날로그 입력 값} / 1024)$$

$$sensorRH = (V_{out}/V_{supply}) \times (1/0.0062) - 0.16 \times (1/0.0062)$$

$$V_{out} / V_{supply} = (\text{아날로그 입력 값} / 1024)$$

$$SensorRH = (\text{아날로그 입력 값}/1024) \times (1/0.0062) - 0.16 \times (1/0.0062)$$

본 실험에서는 아두이노의 출력전압은 5V이다.

아두이노와 센서를 제어하는 플로우 차트는 다음의 그림 4와 같다.

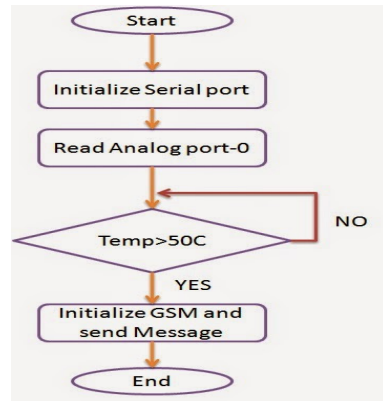


그림 4. 제어 플로우 차트
Fig. 4 Control flow chart

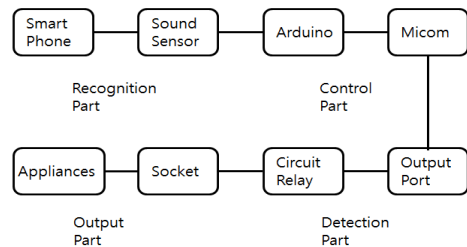


그림 5. 시스템 구조 블럭도
Fig. 5 System Architecture

3.2 시스템 성능평가

본 논문에서 제안한 시스템을 이용하면 스마트폰의 알람이 울려 음향센서로 감지하여 전기기기를 작동시키기 전까지는 표 2에 나타난 것처럼 대기전력은 전혀 없는 실험결과를 보였다. 이처럼 본 시스템에서 에

너지 관점에서 높은 성능을 보이고 있다. 즉 대기전력이 전혀 없다. 이는 스마트폰이 울리기 전까지는 아두이노가 음향 센서에서 신호를 감지하지 못하므로 아두이노 마이크로프로세서에서 출력이 없어 릴레이 작동이 없다. 그래서 가전기기에는 전혀 전류가 흐르지 않으므로 대기전력이 거의 없어 전력소모가 나타나지 않는다. 또한 아두이노의 PWM(Pulse Width Modulation) 출력으로 밝기를 조절할 수도 있다.

표 2. 실험 데이터

Table 2. Experimental data sets

Electronic devices	Standby power
Printer	0.00W
Computer	0.01W
Dehumidifiers	0.00W
Electric rice cooker	0.02W
UV Sterilizers	0.00W
Food dryer	0.01W
CD Radio	0.00W
Touch Stand	0.02W



그림 6. 시스템 제작 실험
Fig. 6 Production test systems

IV. 결론 및 향후 과제

본 논문은 사물인터넷 환경에서 스마트폰 알람을 이용한 아두이노 기반 대기전력을 최소화한 가전기기 ON 시스템을 구현하였다. 누구나 아침에 기상을 하기 위해 스마트폰으로 시간을 맞추고 알람이 울리면

기상하여 그날의 활동을 시작한다. 이때 외부 전원에 플러그만 연결되었어도 대기전력은 존재한다. 본 시스템은 사물인터넷을 구현하기 위해 아두이노에 가전기기 전원을 연결하여 자동으로 스마트폰 알람이 울리면 연결된 가전기기를 모두 자동으로 ON하여 대기전력을 최소화하고, 기상을 도와주는 스마트폰과 아두이노, 센서, 가전기기를 연결한 사물인터넷 시스템을 제안 제작하여 실험한 결과 대기전력이 전혀 존재하지 않는 에너지 절감형 시스템을 보였다. 본 논문의 향후 연구로는 무선 데이터를 이용한 분석 시스템을 개발하고자 한다. 폭발적인 온라인 데이터의 증가는 원하는 정보를 얻고자하는 사용자들과 이들 사용자를 대상으로 하는 사용자들에게 다양한 형태의 많은 가전기기의 불편함과 문제점들을 사물인터넷에 적용함에 있어 잡음이나, 프로토콜, 표준화의 문제점들을 야기한다. 이러한 문제점들을 해소하기 위한 목적으로 등장한 다양한 형태의 시스템들 역시 다양한 욕구의 정보 데이터와 같은 무선센서 사물인터넷이다. 가전기기의 사물인터넷으로 저장하고 처리해야할 사용자 데이터가 증가함에 따라 성능이 저하되는 문제점에 직면하게 된다. 이러한 시점에서의 사물이나 센서에 마이크로프로세서의 일종인 아두이노와 가전기기의 결합은 사물인터넷의 좋은 예라 하겠다[10]. 본 논문에서는 시스템의 성능을 보다 효과적으로 높이기 위한 새로운 형태의 사물인터넷으로 연결한다면 새로운 시스템으로 업그레이드 버전으로 등장시킬 수 있고, 다양한 형태의 사물인터넷이 등장한다.

본 논문에서는 사물인터넷 환경을 만들기 위해 아두이노를 이용하여 스마트폰과 사물의 일종인 가전기기를 음향센서로 연결한 무선 음향통신을 적용한 통합 사물인터넷 시스템이다. 스마트폰과 아두이노 아니면 아두이노와 가전기기의 제어 시스템의 제작이 가능하다는 신뢰성이 있음을 입증하였다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다. 그러나 제안 시스템에서 적용된 아두이노와 스마트폰은 전체 시스템의 성능에 미치는 내용 등과 관련한 실험이 이루어지지 않았다는 점과 특히 스마트폰의 단독으로 사용하는 적절한 비교 평가가 이루어지지 않았다는 점 등에서 본 연구의 한계를 찾을 수 있다. 즉 스마트폰이 없이 알람이 아닌 다른 음이 울리면 작동하는지 여부에 대한 연구가 없었다는 한계점을 극복하기 위한 연구, 사물인터

넷 환경에서 무선데이터 처리 방법에 대한 프로토콜 문제, 음향센서의 레벨문제는 논문의 향후 과제로 둔다.

References

- [1] S. Kim, K. Kim, and Y. Shon, "Information Analysis as Keyword of integrated IoT and Advanced Leisure Sport," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 5, May 2014. pp. 609-616.
- [2] P. Moon, "On the Availability of Anti-Forensic Tools for Android Smartphones," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 6, June 2013, pp. 855-865.
- [3] K. Jeong and W. Kim, "The Implementation of Smart Raising Environment Management System based on Sensor Network and 3G Telecommunication," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 4, Aug. 2011, pp. 595-601.
- [4] L. Silva, R. Dantas, A. Pantoja, and A. Pereira, "development of a low cost dataglove based on arduino for virtual reality applications," *IEEE Int. Conf. on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications*, New York, USA, May 2013, pp. 55-59.
- [5] S. Callaway, and A. Hiskens, "Achieving Controllability of Electric Loads," *Proc. of the IEEE*, vol. 99, no. 1, 2011. pp. 126-144.
- [6] J. M. Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society*. New York: Palgrave Macmillan, 2014.
- [7] K. Nam, "A Study on the Office Management Service Platform based on M2M/IoT," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 12, Dec. 2014, pp. 1405-1413.
- [8] S. Kim, "An Image Denoising Algorithm for the Mobile Phone Cameras," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 5, May 2014, pp. 601-607.
- [9] S. Kim, D. Kim, N. Kwak, and Y. Oh, "SPCS : Standby Power Control System to save energy," *J. of the Korea Information Science Society*, vol. 37, no. 2B, May 2010, pp. 375-379.

- [10] D. Gessner, A. Olivereau, A. Salinas Segura, and A. Serbanati, "Trustworthy Infrastructure Services for a Secure and Privacy-respecting Internet of Things," *IEEE Conf. on Trust, Security and Privacy*, Washington DC, USA, Aug. 2012, pp. 3-24.

저자 소개

박세언(Se-Eon Park)



1986년 중앙대학교 기계공학과 졸업(공학사)

2012년 명지대학교 사회교육대학원 여가경영학과 졸업(여가학석사)

2013년~현재 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정

※ 관심분야 : ICT, 마케팅, 경영컨설팅, 창의성공학

황찬규(Chan-Gyu Hwang)



1988년 서울대학교 토목공학과 졸업(공학사)

1990년 서울대학교 공과대학원 토목공학과(공학석사)

1999년 미 코넬대학교 토목환경 공학과 졸업(공학박사)

KIST 위촉연구원, 미 선급협회 ABS 구조 엔지니어
2004년~현재 서울벤처대학원대학교 교수

※ 관심분야 : 유비쿼터스 및 IT기술, 유비쿼터스 도시

박동철(Dong-Cheul Park)



1995년 숭실대학교 전자공학과(공학사)

2000년 숭실대학교 전자공학과(공학석사)

2013년~현재 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정

※ 관심분야 : 공학교육, ICT, NCS

