

# 아두이노(Arduino) 기반 스마트 홈 환경을 위한 대기전력 차단 시스템 설계

정태영\*, 하일규\*  
\*경일대학교 컴퓨터공학과

e-mail : jty419@naver.com, ikha@kiu.kr

## Design of Standby Power Cutoff System for SmartHome Environment Based on Arduino

Tae-Yeong Jeong\*, Il-Kyu Ha\*

\*Dept of Computer Engineering, Kyungil University

### 요 약

무더운 여름에도 가정 내 에어컨 작동을 주저하는 이유 중 하나가 ‘전력소모’에 있다. 전력을 사용하면 그만큼 비용을 내야하는데, 누진제를 운영하고 있는 우리나라에서는 자체가 부담 요인으로 작용한다. 냉장고, TV, 세탁기 등 반드시 사용할 수 밖에 없는 일부 생활형 전자기기에 에어컨까지 더해지면 대부분 누진제의 영향권에 접어들고 상황에 따라서는 최고치인 3단계 누진제 요금을 적용 받을 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 Arduino를 이용하여 생활 속 사용하지 않는 대기전력을 차단하고 사용하는 전력량을 파악해 누진제에 대한 부담을 줄이는 방법을 제시한다.

### 1. 서론

여름철 길을 걷다 보면 문을 열고 영업하는 매장을 심심치 않게 볼 수 있다. 이는 일반가정에 적용되는 주택용 전기세와 매장에 적용되는 일반용 전기세의 차이가 만들어진 풍경이다. 우리나라는 일상생활을 위한 생존형 주택용 전기요금은 사용하면 할수록 징벌에 가까운 누진제를 적용받고 있다. 도저히 참을 수 없는 더위에 에어컨 전원을 누르며 ‘전기요금은 얼마나 나오려나’라는 걱정이 뒤따른다. 대다수 일반인은 에어컨을 많이 켜면 전기요금 폭탄을 맞을 수 있다는 우려 속에서 벗어나지 못한다. 이와 상반되게 이윤추구를 목적으로 하는 산업용 전기요금은 원가보상 차원에서 감면을 적용받아 왔다[1].

하지만, 때에 따라서 전기요금 폭탄 걱정은 기우일 수 있다. 우리 집 가전제품을 바로 알고, 한 달 사용하는 전력량을 파악하면, 전기요금은 충분히 조절할 수 있다. 본 논문에서는 아두이노(Arduino, 이하 아두이노)를 사용하여 실시간으로 전력 사용량을 알고 누진제에 대한 부담을 줄이고 실내를 쾌적하게 유지하는 방법을 제안한다.

### 2. 관련 연구

주택용 전기요금을 알기 위해서는 주택에서 사용 중인 가전기기들의 사용 전력량을 파악해야 한다. 또한, 전기기

기들의 대기전력량을 파악하는 기술과 데이터를 축적하고 분석하는 지식, 이러한 데이터를 모바일 장치로 전송할 수 있는 기술, 전송한 데이터를 수신할 수 있는 애플리케이션이 필요하다.

[2]는 가전기기 전원을 연결하여 자동으로 스마트폰 알림이 울리면 아두이노에 연결된 가전기기를 모두 자동으로 ON 하여 사물에 대기전력을 최소화하고, 기상을 도와 주고 가전기기의 작동을 자동으로 동작시켜 주는 사물인터넷 시스템이다. [3]은 저 전력 IEEE 802.15.4와 Zigbee 통신 기반의 2구 매립형 대기전력제어 시스템을 설계하고 구현한다. 제안한 대기전력제어 시스템은 STMicroelectronics사의 스마트 그리드 표준형 신형 단일 칩 무선 마이크로 컨트롤러 STM32W108CB를 이용하여 콘센트 형태로 개발한다. 그리고 스케줄에 의한 릴레이 On/Off 제어 기능을 제공하며, 일정 시간 동안 전력 사용량을 확인하여 자동 전원을 차단한다. [4]는 센서 단말장치와 서버 사이의 통신을 중계하는 IoT 게이트웨이는 Raspberry Pi를 이용하여 구현하였고, IoT 서버는 삼성 ARTIK cloud를 이용하여 구현하였다. 구현한 시스템은 대학 실험실 내에 설치하여 테스트를 수행하였고, 실험결과 설치와 관리가 쉬우며 추가로 다른 기능을 쉽게 확장할 수 있음을 보여주었다. [5]는 Zigbee 네트워크에서 MQTT를 이용한 대기전력 차단 시스템을 설계하여 사용자의 기기 사용패턴을 분석 및 도출하고, 대기전력 사용 여부를 판단하여 자동으로 대기전력을 차단할 수 있도록

하였다. 표 1은 관련 연구의 특징과 한계점을 정리한 것이다.

표 1. IoT환경에서 가전기기와의 연동 관련 논문

연구	특징	한계점
[2]	아두이노와 가전기기와의 연결하여 대기전력의 효율화를 접목함	스마트폰 알람에만 의존하여 능동적으로 제어가 불가능함
[3]	저 전력 IEEE 802.15.4와 Zigbee 통신 기반의 2구 매립형 대기전력제어 시스템을 설계함	PC 외 다른 플랫폼 시스템(모바일)에 대한 연동이 없음
[4]	BLE 통신을 이용하여 IoT게이트웨이를 통해 서버로 전송하며, Rfduino를 이용하여 구현함	구체적인 대기전력에 대해 측정을 하지 않음
[5]	사용자의참여도를 최소화하여 자동적으로 제어 및 관리할 수 있는 대기전력 차단 알고리즘을 설계 및 구현	센서의 데이터 수집방법에 대한 제시가 없음

기존의 연구와 비교하여 본 연구는 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 스마트 홈의 전기기기의 전력 사용량을 실시간으로 스마트 폰으로 모니터링 하여 전력 사용량의 추이를 파악할 수 있다. 둘째, 스마트 홈의 전기기기가 대기 전력 상태일 때 자동으로 전력을 차단한다. 셋째, 스마트 홈의 전기기기의 전력을 사용자가 임의로 공급, 중단 할 수 있다.

### 3. 대기전력 차단 시스템

최근 IoT 기술이 블루오션으로 부각되고 있는 이유는 IoT 기술을 다양한 산업분야에 응용할 수 있기 때문이다. IoT 기술 발전에 따라 스마트 홈과 같은 부가서비스들이 증가하면서 내부에서 사용하는 기기들의 전력 소비량에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 기기들의 주 기능이 수행되지 않는 동안 발생하는 대기전력 사용량이 전력 에너지의 약 11%로 나타나면서 대기전력 차단에 대한 문제점이 제시되고 있다[5].

#### 3.1 아두이노

아두이노는 8비트 AVR CPU를 탑재한 저사양의 마이크로컨트롤러 보드이다. 오픈소스 소프트웨어에 리눅스가 있다면, 오픈소스 하드웨어에는 아두이노가 있다. 아두이노를 통해 기존하드웨어들이 특허와 기술 보호로 폐쇄적이었던 것에 반해 오픈소스로 공유한다는 것도 신선한 자극을 주었다[6]

#### 3.2 ACS712 20A 전류 측정센서

그림 1은 ACS712으로 칩 기반의 전류 측정센서이다.

아두이노와 같은 컨트롤러 보드의 아날로그 입력핀을 통해 전류를 측정할 수 있다. 3핀 헤더쪽에 5V 전원과 GND, 아날로그 입력핀을 연결하고 터미널쪽에 측정하기 위한 전류선을 연결하여 사용할 수 있다. 전류 측정 대상으로는 교류, 직류 상관없이 측정이 가능하다. 측정범위는 -20~20A 이며 민감도는 100mV/A이다.

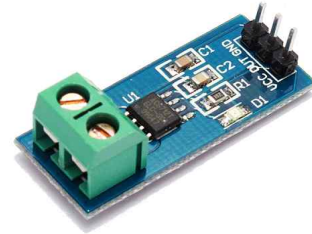


그림 1. ACS712 20A 전류 측정센서

#### 3.3 Esp8266

그림 2는 Esp8266으로 아두이노 기반의 개발이 가능한 마이크로 프로세서와 Wi-Fi 모듈이 결합된 칩이다. Esp8266 이 급격한 인기를 끈 이유는 작은 크기와 \$2 정도의 낮은 가격 외에도 개발 도구인 SDK가 공개되어 자유롭게 프로그래밍을 할 수 있다는 점이 가장 크다고 할 수 있다.



그림 2. Esp8266 -Esp12

#### 3.4 대기전력

대기전력(待機電力)은 전기·전자의 동작과 관계없이 사용자가 의식하지 않는 사이에 소모되는 전기에너지를 말한다. 가구당 전력소비량의 10%인 60와트(W)가 대기전력일 것으로 추정한다. 미국은 5%로 적은 편이지만 액수는 매년 약 13억 달러에 달한다. 이처럼 심각한 대기전력 문제해결을 위해 국제에너지기구는 2010년까지 모든 전자제품의 대기전력을 1와트 이하로 줄이도록 세계 각국에 권고하였다.[7]

#### 3.5 가전기기

가전기기는 가정에서 사용하는 전기기기이다. 포괄적인 의미는 세탁기, 냉장고, 텔레비전 등 가정에서 사용하는 전

기·전자기기를 말한다. 새로운 관련 기술의 발달로 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[2].

### 3.6 누진세

누진세는 가정으로 공급되는 전기의 요금이다. 대한민국 대부분의 가정집은 저압으로 공급받고 있다. 또한 다른 요금과 달리 유일하게 3단계의 누진제가 적용된다.

표 2. 주택용 누진세-한국전력공사

기 본 요 금 ( 원 / 호 )		전 력 량 요 금	
200kWh이하	₩910	처음 200kWh까지	₩93.3
201~400kWh	₩1,600	다음 200kWh까지	₩187.9
400kWh초과	₩7,300	400kWh초과	₩280.6

예를 들어 월 300kWh를 사용한 가정은 기본요금 1,600에 처음 200kWh에 대해서는 kWh당 93.3원이 적용되고, 나머지 100kWh에 대해서는 187.9원이 각각 적용돼 총 39,050원의 전력량요금이 부과된다.[8]

표 3. 일반용 전기세-한국전력공사

기 본 요 금 ( 원 / Kw)	전 력 량 요 금			
	여름철	봄, 가을철	겨울철	여름철
₩6,160	₩105.7	₩65.2	₩92.3	

만면 표 3을 근거하여 일반가계에서 사용하는 일반용 전기세는 1kWh당 105.7원으로 계산되며 ‘계약전력(일반적으로 4kWh)X6160’이다. 즉 적게 쓰면 주택용, 많이 쓰면 일반용이 저렴한데 대략 전기사용량만 놓고 보면 280kWh 기준으로 주택용 전기세가 일반용을 역전한다.

## 4. 시스템 설계

대기전력을 차단하기 위해서는 물리적으로 플러그를 제거하는 방법과 멀티탭을 사용하는 방법이 있다. 본 연구에서 설계한 시스템은 사용자가 물리적으로 플러그를 제거하지 않아도 스마트 폰으로 모니터링하며 자동적으로 대기전력을 차단할 수 있는 것을 전제로 한다.

### 4.1 대기전력 차단 시스템 개요

스마트 홈에서 와이파이를 이용한 무선 네트워크상에서 수집한 데이터들을 처리하여 자동으로 대기전력을 차단하는 시스템을 설계한다. 설계한 대기전력 차단 시스템의 개요는 그림 3과 같다.

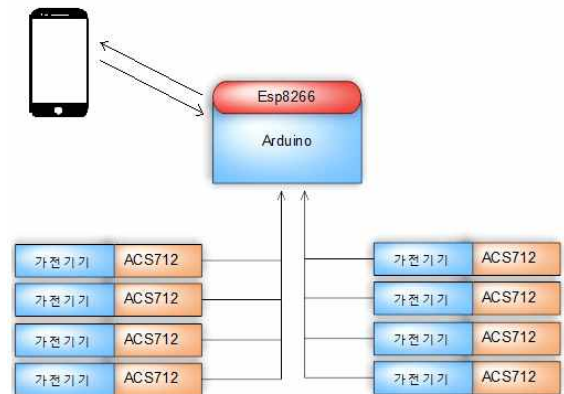


그림 3. 시스템 구성도

### 4.2 대기전력 차단 알고리즘

본 논문에서 설계한 대기전력 자동 차단 알고리즘은 기기가 연결되면 전류를 측정한다. 그 후 사용자가 스마트폰으로 가전기기의 대기전력 초기값을 입력해 준다. 만약 초기값이 없다면 다시 전류를 측정하게 되고 사용자는 측정한 데이터를 보고 대기전력 상태일 때의 초기값을 설정해 준다. 다음으로 측정된 값이 대기전력의 초기값과 3분 이상 지속 될 경우 강제로 전류를 차단하게 된다. 대기전력 차단 알고리즘은 그림 4와 같다.

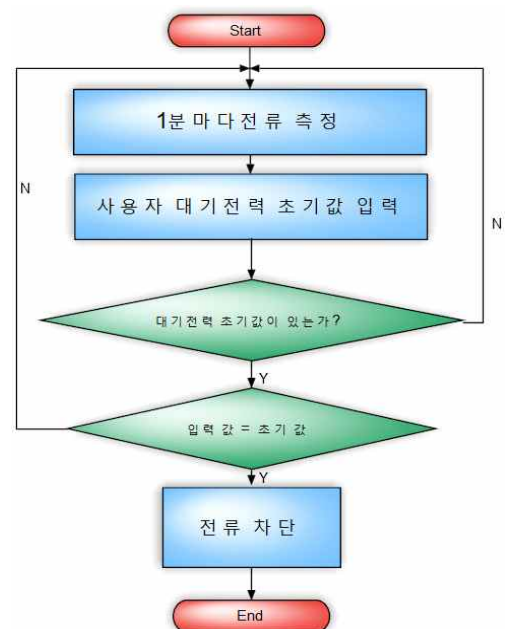


그림 4. 제어 플로우차트

측정된 전류는 아두이노를 거쳐 Esp8266를 통해 스마트폰으로 송신된다. 송신된 데이터는 일별, 월별, 년도 별로 사용자가 볼 수 있으며 전기기기를 이용하는 시간, 사용량에 따른 전기요금을 계산해준다. 또한 사용자가 전기기기를 임의로 전력을 On/Off할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 대기전력 차단 시스템을 구상하여 생활속 사용하지 않는 대기전력을 차단하고 사용하는 전력량을 파악해 누진제에 대한 부담을 줄이는 방법을 설계하였다.

표 4와 같이 일상생활 속 대기전력이 높은 가전기기의 전력을 통제하고 전기소모량을 체계적으로 관리하고 확인한다면 에너지를 보다 효율적으로 관리 가능할 것이다.

표 4. 제품종류 평균대기전력-한국전기연구원

가전기기	대기전력(단위: W)
DVD 플레이어	12.2
오디오	8.61
셋톱박스	7.85
외장형모뎀	6.43
티비	4.33
비데	3.39
컴퓨터	3.26

## ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (2017R1D1A1B03029895).

## 참고문헌

- [1] <https://1boon.kakao.com/moneyis/5b55822c709b53000193caa9> (accessd April., 4, 2019)
- [2] 박세연, 황찬규, 박동철, “사물인터넷(IoT)환경에서 스마트폰 알람을 이용한 아두이노(Arduino)기반 가전기기 대기전력을 최소화한 ON 시스템 구현”, 한국전자통신학회 논문지, vol.10, no.10, 2015
- [3] 이성준, 김도현, “스마트 홈에서 Zigbee 기반의 대기전력 제어 연구”, 한국멀티미디어학회 논문지, vol.17, no.7, 2014
- [4] 즈영 꿈 탄, 김명균, “BLE통신을 이용한 IoT 스마트홈 모니터링 시스템 개발”, vol.8, no.6, 2018
- 임 혁, “IoT 센서 데이터 흐름 제어 시스템 구현”,

인문사회과학기술융합학회 논문지, 2016

- [5] 장영환, 양승수, 박석천, “Zigbee-MQTT 기반 스마트 홈 환경에 적합한 대기전력 차단 시스템 설계 및 구현”, 한국인터넷방송통신학회 논문지, vol.17, no.4, 2017
- [6] 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 omputational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications, New York, USA, May 2013, pp. 55-59
- [7] <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1227917&cid=40942&categoryId=32372> (accessd April., 4, 2019), (Naver doopedia)
- [8] <http://cyber.kepco.co.kr/ckepco/front/jsp/CY/H/C/CYHCHP00206.jsp>(accessd April., 4, 2019), (Korea Electric Power Corporation)