

블루투스 통신 간격에 따른 아두이노 보드의 소모전력 분석

정동훈* · 장시웅*

*동의대학교

Analysis of Power Consumption of Arduino Board according to Bluetooth Communication Time

Dong-Hun Jung* · Si-Woong Jang*

*Dong-Eui University

E-mail : idh1992@nvaer.com, swjang@deu.ac.kr

요 약

최근 사물인터넷(IoT)기술이 발달함에 따라 사물과 스마트폰 간의 블루투스 통신이 많아지고 있다. 이에 따라 스마트폰의 배터리 사용량이 증가하였고 또한 사물에 내장된 배터리의 사용량도 함께 증가하였다. 스마트폰의 경우 현재 상용화 중인 배터리 측정 어플리케이션을 이용하면 블루투스 통신으로 인한 배터리 소모량 측정이 가능하기 때문에 스마트폰 보다 배터리 총량이 적은 아두이노를 이용하고자 한다. 아두이노를 기반으로 하여 스마트폰과 블루투스 통신을 하였을 경우 통신 간격에 따라 아두이노의 배터리 소모 패턴을 측정하였다. 본 논문에서는 블루투스 통신 간격에 따라 배터리 소모가 어떻게 변하는지 보여주고, 비교하여 분석하였다.

키워드

아두이노, arduino

블루투스, bluetooth

배터리, Battery

I. 서 론

최근 스마트폰의 사용자가 포화상태에 이를 정도로 증가하고 있으며, 스마트폰 기기의 통신 속도가 4G인 LTE와 5G로 발전하여 대량의 정보를 빠르게 송수신할 수 있어 다양한 분야에서 활용도가 높지만, 넓은 화면 크기 및 높은 해상도로 인하여 배터리 수명이 짧은 것에 대한 불만이 증가되고 있다[1]. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 스마트폰의 배터리를 소모시키는 주된 원인을 분석하는 일련의 작업들이 필요하며, 이에 최적화된 에너지 소모를 찾는 것은 중요한 일이다[2].

또한, 하드웨어 분야에서도 소프트웨어 분야와 마찬가지로 오픈 소스 라는 개념이 도입되어 아두이노와 라즈베리파이 등으로 대표되는 오픈소스 하드웨어가 이슈로 떠오르고 있다[3]. 이러한 특징으로 인하여 아두이노와 스마트폰을 연계하여 사용하기 위해 블루투스 통신을 이용한 기기들이 많이 나오고 있는 현실이다. 하지만 스마트

폰은 여러 어플리케이션으로 인해 하드웨어 장치들을 지속적으로 사용하고 있으므로 배터리의 소모가 심하고 배터리의 수명이 줄어드는 단점이 있다[2].

기존의 연구는 사용자들이 어떤 형태의 어플리케이션을 사용하는지에 대한 분석과 에너지 소모가 어플리케이션 단위로 어떠한 사용 패턴에 의해서 이루어지는 실험을 통해 분석하는 것이 있는데 이 실험들은 모두 스마트폰의 에너지 소모량만을 측정하는 실험이었다.

따라서 본문에서는 스마트폰과 연계되는 아두이노에서 사용 패턴에 따라 소모되는 전력을 분석하고 평가하였다.

II. 관련 연구

2.1 배터리 특성

배터리의 총 용량은 배터리의 전압이 차단전압

까지 떨어질 동안 배터리가 제공한 총 전력량을 의미한다. 총 용량의 크기에 따라 배터리의 수명이 결정되게 된다. 그러한 배터리의 총 용량에 가장 큰 영향을 끼치는 방전 특성은 Rate Capacity Effect, Recovery Effect이다. Rate Capacity Effect는 큰 전류가 흐를 경우 이온의 확산 속도가 필요보다 늦고, 환원 반응에 의한 침전물이 빨리 생성되어 이로 인해 추가적인 산화 환원반응을 방해하여 배터리 전압이 차단 전압으로 일찍 감소하여 발생 가능한 전하의 양이 줄어들어 제공할 수 있는 전력량이 줄어드는 것을 말한다. 반면 Recovery Effect는 방전 전류의 크기가 줄어들거나 없어질 경우, 이온의 확산 정도가 충분해져 전지전압이 증가되어 배터리가 제공할 수 있는 용량이 늘어나는 것을 말한다.

또한, 배터리의 수명은 동일한 배터리 총 용량이라 하더라도 방전되는 동안 여러 다양한 외부 요인에 따라 다르게 결정된다[4].

2.2 배터리의 종류

전지는 1차 전지와 2차 전지로 구분한다. 1차 전지는 충전이 불가능해 1회 사용으로 수명이 다하는 전지를 말 하는데 여기서는 ‘일반형 전지’로 구분한다. 2차전지는 용량이 다되면 충전시켜 다시 사용할 수 있는 전지를 말하며 여기서는 ‘충전형 전지’로 구분한다. 표 1은 AA사이즈의 여러 전지들의 특징을 비교한 표이다.[5]

표 1. AA사이즈 전지의 특징 비교

	Carbon-zinc	Alkaline	Lithium(Li-FeS2)
Capacity[mAh]	400~1700	1800~2800	2500~3400
Nominal V	1.50	1.50	1.50
Discharge Rate	Very low	Low	Medium
Shelf Life	1~2years	7years	10~15years
Leak resistance	Poor	Good	Superior
Rechargeable	No	No	No
	NiCd	NiMH	
Capacity[mAh]	600~1000	800~2700	
Nominal V	1.20	1.20	
Discharge Rate	Very high	Very high	
Shelf Life	3~5years	3~5years	
Leak resistance	Good	Good	
Rechargeable	Yes	Yes	

본 논문에서는 일반적으로 사용이 많고, 주변에서 구하기 쉬운 알카라인 건전지를 사용하여 실험을 하고자 한다.

III. 실험

3.1 장비

본 논문에서 실험한 장비들 중 보드는 아두이노 Uno R3 버전을 사용하였고, 블루투스 모듈은 HC-06을 사용 하였으며 아두이노에 전력을 제공

하기 위해 AA 알카라인 건전지 4개를 직렬 연결하여 사용하였으며, 아두이노와 블루투스 통신을 수행하기 위해 LG전자에서 출시한 안드로이드 기반 스마트폰인 G2(LG-F320K)를 이용하여 실험하였다. 실험 때 사용한 장비를 종합하면 아래 표 2와 같다.

표 2. 실험 사용 장비 목록

종류	이름
아두이노 보드	Arduino Uno R3
블루투스 모듈	HC-06
전지	알카라인 AA * 4
스마트폰	LG G2(LG-F320K)
안드로이드 버전	롤리팝(5.0.4)
아두이노 개발 툴	아두이노 1.6.5
블루투스 버전 (아두이노/스마트폰)	2.0 / 4.0

3.2 회로도

소모 전력 분석 회로도도 그림 1과 같다. 아두이노는 0~5V사이의 전압을 측정하는데 현재 사용하는 전압은 6V이다. 그러므로 전압을 5V로 낮춰야 하기 때문에 전압 분배 법칙을 이용하여 저항 1K옴 1개와 5K옴 1개를 직렬 연결한다. 그렇게 되면 5K옴에 5V가 흐르게 되고, 1K옴에 1V가 흐르게 된다.

따라서, 저항의 5K옴 끝은 AA건전지의 ‘+’극에 연결하고, 반대쪽은 1K옴과 연결한다. 1K옴의 다른 반대쪽은 AA건전지의 ‘-’극에 연결 한다. 5K옴과 1K옴 사이의 연결점을 아두이노의 GND 부분과 연결한다. 전압 값을 받아오기 위해 AA건전지와 5K옴 저항의 연결점을 아두이노의 아날로그 포트 중 하나인 A0 포트에 연결한다. 또한, 스마트폰과 통신을 위해 블루투스 모듈을 추가하여 배치한다.

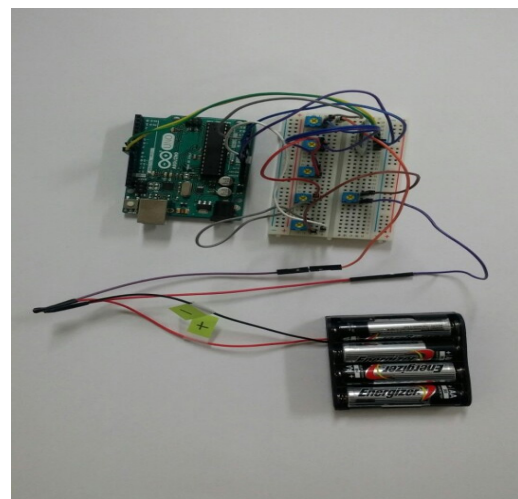


그림 1. 소모 전력 분석 회로도

블루투스 전송 간격에 따라 달라지는 전압의 값은 표 3과 같으며, 전류를 구하는 식은 수식 1과 같은 공식을 사용한다.

$$V = I \times R \quad (1)$$

전류를 이용하여 할 수도 있지만, 수식 1을 참조하여 전체적인 저항의 값이 변하지 않으면 전압과 전류는 비례한다는 것을 유추할 수 있으므로 전압을 이용하여 측정을 하였다. 실험 환경에서 아두이노 보드와 블루투스 모듈이 배터리를 동시에 사용함에 따라 실험에 영향을 최소화하기 위하여 측정과 계산, 통신 이외의 것들을 사용하지 않고 아두이노의 기본 인터럽트 함수를 사용하여 측정하였다.

표 3. 블루투스 전송 간 측정된 전압 값

통신 속도	100ms	1초	10초
경과 시간			
측정 전	5.50	5.50	5.40
5분 후	5.46	5.48	5.39
10분 후	5.41	5.43	5.39

표에서 통신 간격을 100ms, 1초, 10초로 한 이 있는 통신 간격이 짧아질수록 블루투스가 사용하는 전기의 양이 늘어나기 때문이다.

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <MsTimer2.h>
SoftwareSerial BTSerial(8, 9);
int count = 0;
int setTime = 10;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    BTSerial.begin(9600);
    MsTimer2::set(setTime*1000, sendBT);
    MsTimer2::start();
}
void loop() { }
void sendBT() {
    BTSerial.println("This is BlueTooth communication and Char by 50byte");
    if(count % 6 == 0) {
        Serial.println((float)analogRead(A0)/1023*6);
    }
    count ++;
}
```

그림 2. 아두이노 구현 소스

3.3 구현 소스

아두이노의 구현 소스는 다음 그림 2와 같다.

그림 2에서 9번째 줄에 있는 MsTimer2::set(a,b) 함수는 a만큼의 시간이 지나면 b의 함수를 실행시키는 함수로써 아두이노에서 지원하는 라이브러리 함수 중 하나이다.

14, 15번째 줄의 print 값은 아두이노에서 스마트폰으로 데이터를 전송할 때 전송하는 값을 50byte로 고정하기 위해 사용하였다.

16번째 줄의 if문은 데이터를 전송하고 count 값을 증가시켜 1분마다 전압 값을 출력하기 위해 사용하였다.

17번째 줄의 수식은 아두이노의 아날로그 값이 0(0V)에서 1023(5V) 사이의 값을 지원하므로 아날로그 값을 받아 데이터 범위만큼 나눈 후 전체적인 전압을 측정해야하기 때문에 곱하기 6를 하였다.

3.4 문제점

아두이노와 블루투스 통신 실험을 하면서 스마트폰에 값을 전송할 때 아두이노에서 설정한 주기와 스마트폰에 값이 들어오는 주기가 데이터의 크기에 따라 수신되는 시간이 다를 수 있었다.

데이터의 크기가 5byte일 경우 데이터의 손실율은 약 5%정도 되었고, 10byte일 경우 약 10%, 50byte일 경우 약 15~20% 정도됨을 확인할 수 있었다. 전압을 측정할 때에는 값을 읽어오면서 그 값이 갑자기 증가하는 현상을 보였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 사용자가 아두이노를 이용하여 블루투스 통신을 사용할 때 소모되는 전력 값을 확인 및 분석하기 위해 실험하였다.

실험에서는 아두이노에서 블루투스 통신을 제외한 다른 기능을 사용하지 않는 것을 가정하고 하였다. 실험을 한 결과 블루투스 통신 간격이 100ms일 경우 10분 동안 통신을 한 결과 전압이 0.09V정도 낮아진 것에 비해 통신 간격이 10초일 경우 전압 값은 0.01V 정도로 100ms에 비해 많이 줄어들지 않음을 볼 수 있다.

따라서, 아두이노를 통하여 실험을 하거나 회사 혹은 개인적으로 사용할 때 블루투스 통신만 하는 것이 아닌 다른 실험 코드나 센서 등을 추가할 경우 블루투스가 사용하는 전류 보다는 다른 센서들이 사용하는 전류를 고려하여 설계해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 박승혜, 안다희, 아두이노를 이용한 배터리 잔량 측정기 개발에 대한 연구, 한국IT마케팅학회 논문집, 2014 논문집, p144, 2014년
- [2] 이제민, 조현우, 김형신, 스마트폰 응용 프로그램의 소모전력 분석, 학술발표논문집, 2011년 논문집, p.39 ~ p.42, 2011년
- [3] 유인준, 아두이노를 이용한 청소 로봇 구현, 한국IT마케팅학회, 한국IT마케팅학회 논문집 1권 1호, p.162, 2014년
- [4] 홍승기, 김대영, 김재언, 센서 네트워크에서 배터리 특성을 고려한 실시간 태스크 스케줄링, 한국컴퓨터종합학술대회, 2005 논문집, p.430, 2005년
- [5] 김연수, 정영배, 1차 전지의 성능 신뢰도 분석 장치에 관한 연구, 산업경영시스템학회지, 제37권 제2호, p71,72, 2014년