

스마트폰 에너지 절감을 위한 통신모듈 선택 알고리즘

Communication Module Selection Algorithm for Energy Saving of Smartphone

이창무, 이승재, 최덕재
전남대학교 전자컴퓨터공학과

Chang-Moo Lee(dlckdan1004@nate.com), Seung-Jae Lee(Isj8902@paran.com),
Deok-Jai Choi(dchoi@jnu.ac.kr)

요약

스마트폰은 일반 휴대폰의 기능에 컴퓨터 기능을 추가한 지능형 단말기로 사용자의 요구를 수행하기 위해 처리능력이 뛰어난 프로세서와 다양한 통신모듈(DMB, Wi-Fi, 블루투스, NFC 등)을 내장하고 있다. 하지만, 제한되어 있는 배터리 전력을 프로세서와 내장된 통신모듈이 지속적으로 사용하게 된다면 배터리의 수명은 비례하여 줄어들게 된다. 따라서 시스템 실행 및 통신모듈 디바이스별 전력소모량 관리는 연구 분야에서 중요한 이슈 중 하나이다. 본 논문에서는 스마트폰 환경에서 배터리 절감을 위하여 에너지소모량, 전송시간을 고려하여 통신모듈을 자동 제어하는 기법을 제안한다. 본 시스템은 통신모듈을 자동선택하는 기능 뿐만 아니라 휴면모드 시 에너지 소모가 큰 블루투스를 제어함으로 효과적인 에너지관리와 사용자 편의성을 높이는 결과를 얻을 수 있었다. 실험 결과 20%의 에너지 절감효과를 얻을 수 있었다.

■ 중심어 : | 스마트폰 | 전력소모 | 배터리 관리 | 다중무선통신 |

Abstract

A Smartphone is an intelligent device combined mobile phone and pc's support functions, and can perform multiple functions to satisfy the demands of users. It has excellent processing power and communication modules(DMB, Wi-Fi, Bluetooth, NFC etc) to carry out the demands of users. But continuous using of battery power on processor and equipped modules causes acceleration of battery consumption. This means that effective power management in devices like smartphone is important. Therefore, the management of power consumption on system execution and communication module is a serious issue in this field of study. In this paper, we would like to propose a communication module selection algorithm based on energy consumption parameter of each communication module and data transfer time. Our scheme automatically select appropriate communication system to reduce high energy consumption on bluetooth sleep mode so that this scheme is more efficient and effective thus improving user convenience in longer usage time. Experimental results showed the 20% energy saving.

■ keyword : | Smartphone | Power Consumption | Battery Management | Multi-Wireless Communication |

I. 서론

스마트폰은 일반 휴대폰의 기능에 사용자의 요구를 만족하기 위해 컴퓨터 기능을 추가하여 복합적인 기능을 수행할 수 있는 지능형 모바일 단말기이다. 스마트폰은 사용자의 요구사항을 수행하기 위해 뛰어난 처리 능력을 가진 프로세서와 외부의 인터넷 망과 통신할 수 있는 통신모듈들을 갖추고 있으며, 다양한 인터페이스와 시스템(어플리케이션)을 통해 요구된 명령을 실행시킬 수 있다.

하지만 스마트폰 배터리의 용량은 제한되어 있기 때문에 시스템 실행과 통신모듈의 디바이스 전력소모에 관한 효율적인 에너지 관리 문제는 연구 분야에서 중요한 이슈로 다루어지고 있다[1]. 이러한 사실은 스마트폰과 같은 장치들에게 있어 에너지를 효율적으로 잘 관리하는 것이 무엇보다도 중요하다는 것을 의미한다. 스마트폰의 효과적인 에너지 관리를 위해서는 배터리가 어떻게 사용되어 소모되는가에 대한 충분한 이해가 필요하다. 스마트폰의 배터리 소모에 관한 문제를 다룬 예로 Aaron Carroll은 실제적인 스마트폰 사용 시나리오를 적용하여 사용패턴에 따른 주요 하드웨어 구성요소별 에너지 사용량 및 배터리 수명에 대하여 실험하고 [2], 응용 프로그램 프로세서의 주파수 스케일링이 에너지에 미치는 영향에 대하여 분석하였다. G.P. Perrucci는 스마트폰의 주요 하드웨어의 수행 기능별로 에너지 사용량을 비교 분석하였다[3].

우리는 스마트폰에서 데이터통신을 하기 위하여 블루투스나 같은 무선통신 모듈을 사용한다. 하지만 데이터통신이 필요한 경우를 제외하고 별다른 전력 관리 없이 무선통신 모듈을 항상 가동하게 되면 많은 에너지 낭비가 발생하고, 이는 배터리 전력관리에 큰 영향을 미치게 된다.

본 논문에서는 무선통신 모듈 중 에너지 소모량이 많은 블루투스가 필요 없이 낭비되는 에너지가 발생하지 않도록 블루투스보다 에너지 소모가 적은 지그비 프로세서를 활용한 통신모듈 선택 자동제어 기법을 제안한다. 본 제안하는 자동제어 기법은 데이터 사이즈에 따라 에너지소모량과 전송속도를 고려하여 지그비와 블루투스 통신모듈을 프로세서가 자동적으로 선택하도록

하여 복잡성을 줄이고 편리한 인터페이스를 제공하여 사용자 편의 및 에너지 절약의 효과를 얻을 수 있다.

본 논문의 실험은 지그비 통신모듈이 스마트폰에 내장되어 있지 않기 때문에 이론적인 지식을 기반으로 시스템을 작성하였다. 실험배경은 이미 개발되어 상용화 예정인 지그비 무선통신 기능이 탑재된 USIM을 사용하는 환경을 가정하였으며, 본 실험을 위하여 안드로이드 Mango보드에 지그비 통신모듈, 블루투스 통신모듈을 설치하여 실험하였다.

본 논문의 I장 서론은 스마트폰에 내장되어 있는 통신모듈의 배터리 소모에 관한 문제 및 제안내용에 대해 설명하고 II장 관련연구에서는 스마트폰의 배터리문제와 지그비 및 블루투스 기능에 대해 기술하였다. III장에서는 본 논문에서 제안하는 지그비 신호를 이용한 블루투스 제어 방법에 대하여 설명하고 IV장은 시스템 설계 및 어플리케이션 구현에 대하여 기술한다. V장에서는 실험결과를 정리 분석하였고, 마지막 VI장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시하였다.

II. 관련연구

1. 스마트폰 배터리

스마트폰은 고급 휴대 기기들의 수요가 늘면서 강력한 프로세서, 풍부한 메모리, 대형 화면, 개방형 운영 체제를 사용함에 따라 짧은 기간 동안 빠른 속도로 발전하고 있다. 스마트폰은 새로운 기능 수행을 위해 추가적인 요소들과 기술들을 수용하기 위해 진화를 계속하고 있지만, 배터리 사이즈와 용량 측면에서 여전히 한계를 가지고 있다. 이러한 상황 때문에 한정된 배터리 용량을 더 오랫동안 효율적으로 사용할 수 있는 방법을 찾아내는 것이 아직까지 중요한 문제로 남아 있다[4]. 아래 [표 1]은 스마트폰의 주요 하드웨어의 수행 기능별로 에너지 사용량을 비교한 결과를 보여주는 것이다 [5]. 표를 통해 알 수 있듯이, 통신 관련 모듈들은 동작 상태에 있는 것이 동작하지 않는 상태보다 몇 배의 에너지 소비하게 된다. 따라서 수행하고 있는 작업에 꼭 필요한 기능들만 작동을 허락하고, 저전력이 필요로 하는 대체방법을 찾는 것이 배터리 전력 관리의 효율화를

폐할 수 있는 수단이 될 수 있다.

표 1. 스마트폰의 수행기능별 에너지 소모량

Technology	Action	Power(mW)
Bluetooth (BT)	BT off	12
	BT on	15
	BT connected and idle	67
	BT discovery	223
	BT receiving	425
Wi-Fi IEEE802.11 (infrastructure mode)	BT sending	432
	In connection	868
	In disconnection	135
	Idle	58
	Idle in power save mode	26
Wi-Fi IEEE802.11 (ad hoc)	Downloading@4.5Mbps	1450
	Sending @ 700kb/s	1629
	Receiving	1375
2G	Idle	979
	Downloading@44Kbps	500
3G	Handover 2G→3G	1389
	Downloading@1Mbps	1400
	Handover 3G→2G	591

2. 지그비 기술

지그비(ZigBee)는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 가진 근거리 무선센서네트워크의 대표적 기술 중의 하나로 IEEE 802.15.4 표준의 PHY층과 MAC층을 기반으로 상위 프로토콜과 응용을 규격화한 기술이다[6][7]. 멀티 홉 기능이 지원되어 데이터 전송 성공률이 높고, 낮은 데이터 전송률, 다수의 네트워크 지원, 단순한 프로토콜의 구조 등의 특징을 가지고 있다. 아래 [표 2]는 지그비의 특성에 대하여 보여주고 있다.

표 2. 지그비의 특성

구분	특성
주파수대역	물리층: 868/915MHz, 2.4GHz
적용거리	10~100m
잠복시간	Down to 15ms
데이터 전송률	868MHz: 20kbps, 915 MHz: 40kbps 2.4GHz: 250kbps
채널 수	868MHz: 1ch, 915MHz: 10ch 2.4GHz: 16chs

지그비의 가장 대표되는 특징은 기기의 전력소모가 적은 것이다. 지그비 표준의 적용은 전송빈도가 낮아도 적합하도록 설계 되었고 전송속도가 빠르지 않은 경우를 추천하고 있다. 이와 같은 경우 대부분 휴면모드 상

태로 작동하다 이벤트가 발생하면 다른 디바이스와 통신을 수행하고 다시 휴면모드로 전환하게 되어 저전력 소모 효과를 얻을 수 있다. 전력 소모가 중요한 요인이 되는 모바일 기기에서의 지그비 사용은 많은 장점을 제공할 수 있다.

지그비의 MAC 계층은 저전력 소모를 위하여 다음과 같은 방법들이 제공된다[8-10].

- 슈퍼프레임 구조로 동작
- 데이터요청 프레임용 사용
- Back-off 횟수를 줄임
- Short address를 사용

3. 블루투스 기술

IEEE 802.15.1표준을 사용하는 블루투스는 근거리 송·수신기를 모바일 디바이스에 직접 또는 PC카드와 같은 어댑터를 통해 탑재되어 다양한 기기와 양방향 근거리 무선 환경을 제공해 주는 기술로, 최근 가장 널리 사용하는 통신방식 중 하나이다[11][12].

블루투스는 어디서나 ad-hoc 네트워크를 구성하고 소리와 데이터를 저비용, 저전력으로 전달하기 위한 단거리 라디오 기술의 공개 스펙이며, 로열티 없이 공개적으로 이용 가능하다. 아래 [표 3]은 블루투스의 특성에 대하여 보여주고 있다.

표 3. 블루투스의 특성

구분	특성
주파수대역	물리층: 2.4GHz
적용거리	10~100m
데이터 전송률	3Mbps/1Mbps (v2.1기준)
연결 방식	Point to Point 방식 Point to Multipoint 방식

블루투스 기술은 2.4GHz의 비인가 ISM (industrial scientific medical)에서 동작하며 1Mbps와 최대 3Mbps의 전송속도를 지원한다. 연결방식으로는 일대일(Point to Point) 방식과 일대다(Point to Multipoint) 방식을 지원한다.

4. 지그비와 블루투스 비교

지그비와 블루투스는 근거리통신에서 우수한 성능의

무선통신기술이다. 지그비와 블루투스를 비교하면 전송속도나 전송거리 면에서는 블루투스가 우수한 성능을 보이고 저전력, 에너지 효율 면에서는 지그비가 우수한 성능을 갖는다. 이러한 분석에 따라 통신기술의 사양 및 용도에 맞게 여러 분야에 사용되고 있으며, 제안하는 시스템에서는 두 통신모듈의 장점을 고려하여 시스템을 설계하도록 하였다.

III. 제안 시스템

본 연구에서는 제한적인 스마트폰 배터리의 사용시간 연장을 위하여 데이터 통신 시 소모전력을 고려한 통신모듈 선택 자동제어 기법(지그비, 블루투스)을 구현하였다. 또한 블루투스를 이용하여 통신할 경우는 지그비 신호를 컨트롤 채널로 사용하여 블루투스를 자동으로 ON/OFF 제어하는 기능을 시스템에 구현하였다.

1. 제안 배경 및 필요성

본 연구는 아래와 같은 배경 및 필요성에 의해 실시하였다.

1.1 User Friendly 기능 필요

스마트폰 기술은 놀라운 속도로 발전하고 있고, 제공되는 기능을 모두 활용을 못할 정도로 복잡하고 다양한 서비스를 제공한다. 이러한 이유로 일부 사용자에게는 접근성에 있어 어려움을 겪고 있다. 따라서 사용자 편의성을 제고하기 위해서는 모바일 디바이스의 ON과 동시에 무선 통신 환경을 제공하는 어플리케이션이 필요하다.

1.2 스마트폰과 지그비 기능의 결합

현재 홈 네트워크와 스마트카드의 연구가 이슈가 됨에 따라 연구기관 또는 대기업 등에서 스마트폰과 지그비를 이용한 기술 개발이 활발히 진행되고 있다. 그 사례로 SK Telecom은 실내에 무선통신모듈을 설치하여 스마트폰과 지그비를 기반으로 사용되는 스마트카드 시범사업을 시작하였으며, SK 건설업체는 지그비 칩을

스마트폰의 USIM 카드에 탑재하여 아파트 홈네트워크를 제어하는 지그비 시스템이라는 타이틀의 기술을 소개하였다[13]. 또한 USIM과 지그비 기능을 통합하여 동시에 지원하는 방법이 현재 한국특허청에 특허로 등록되어 있으며[14], 앞으로 지그비와 스마트폰을 이용한 새로운 기술이 개발될 것이라 예상된다.

2. 제안 시스템 구성

2.1 제안 시스템 설명

본 연구에서는 앞으로 지그비 기능을 스마트폰에서 사용할 수 있는 점과 스마트폰 내장 통신모듈인 블루투스를 지속적으로 ON 상태를 유지할 경우 배터리 낭비 요소가 발생하고 있다는 점에 착안하여 배터리 소모를 줄일 수 있는 방안을 디자인하였다.

제안 시스템에서는 에너지 소모가 적은 지그비 프로세스가 실행되어 유지된다. 데이터 통신을 하려는 이벤트가 발생하게 되면 지그비 프로세스는 이를 감지하고 데이터 사이즈와 소요되는 전송시간을 고려하여 에너지를 적게 소모하는 통신방식을 선택하도록 설계하였다. 또한 블루투스를 선택하여 통신을 할 경우 지그비 신호를 통해 블루투스를 ON 시키고 통신이 완료된 후에는 OFF 상태로 제어하는 컨트롤 기능을 구현하였다.

스마트폰 환경에서 데이터 통신의 무선통신모듈을 자동 제어함으로써 배터리를 절약할 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 사용자가 직접 통신방식을 선택하지 않아도 프로세스가 자동적으로 에너지 소모량을 계산하여 통신방식을 선택해 주어 복잡성을 줄이고 편리한 인터페이스 기능이 구현되었다. 제안하는 시스템에 대해서 아래의 [그림 1]에서 보여준다.

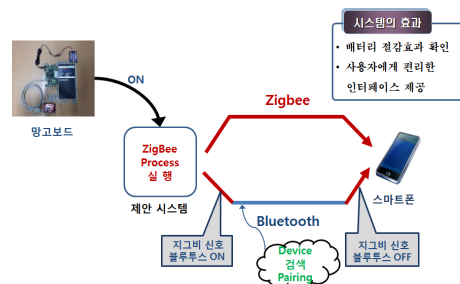


그림 1. 제안 시스템 개념도

본 연구에서는 배터리 용량 보전을 위해 합리적인 통신 모듈 사용으로 배터리의 낭비 요소를 줄일 수 있는 방법과 사용자에게는 어플리케이션 구현을 통해 접근성에 대한 편의성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

2.2 제안 시스템 설계

본 연구에서 제안한 시스템은 마스터 기능을 수행하는 스마트폰과 슬레이브 기능을 수행하는 망고 보드로 구성되어 있다. 마스터와 슬레이브는 지그비와 블루투스 통신모듈을 이용해 서로 통신한다.

현재 지그비 기능을 내장한 USIM 카드가 상용화되지 않아 슬레이브 측은 망고보드에 제안한 환경을 구성하였고, 마스터는 지그비 기능을 내장하고 있는 스마트폰으로 가정하여 시스템을 구축하여 제안하였다. 또한 제안된 시스템은 스마트폰 안드로이드 환경 어플리케이션을 통하여 시스템을 작동시켰다. 제안하는 시스템의 어플리케이션 세부적인 제안시스템의 설계도는 아래 [그림 2]와 같다.

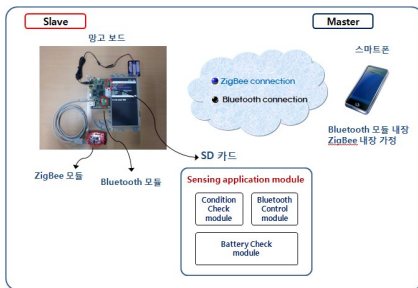


그림 2. 제안 시스템 설계도

제안하는 시스템은 모두 세 개의 모듈로 구성되어 있다. 각 모듈은 Condition Check 모듈, Communication Control 모듈, Battery Check 모듈이다. 모듈별 수행 기능은 아래의 [그림 3]과 같다.

Condition Check 모듈에서의 데이터통신 방법을 결정해주는 기능은 데이터의 용량에 따라 지그비 모듈, 블루투스 모듈의 소모되는 에너지, 전송시간을 고려하여 소비되는 에너지가 최소가 되는 통신방법을 선택한다.

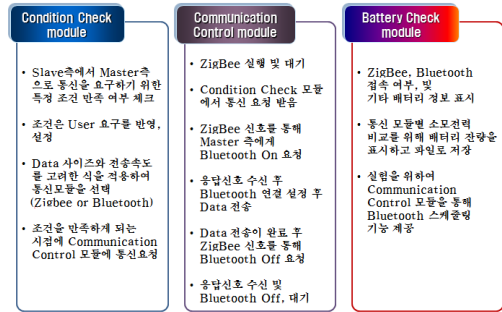


그림 3. 제안시스템 모듈별 기능

데이터 통신을 위해 소비되는 에너지는 전송전력과 전송시간의 곱으로 나타내어진다. 또한, 전송시간은 전송하려는 데이터의 전체의 길이를 전송속도로 나눈 값으로 정의되므로, 각각의 구간에서의 전송전력을 구해 지는 전송시간과 곱한 결과를 합산함으로써 구해진다. 소비되는 에너지를 구하기 위하여 블루투스와 지그비의 스펙에 명시되어 있는 전송전력과 전송속도를 수학적식에 적용하였으며, 지그비와 블루투스의 소모되는 에너지를 구하기 위해서 계산에 사용된 수학적식은 (1)과 (2)와 같다.

$$E_{BT} = \left(P_{BT, TX} \frac{L_{BT, MTU}}{R_{BT}} \right) \left[\frac{L_{size}}{L_{BT, payload}} \right] \quad (1)$$

$$E_{ZB} = \left(P_{ZB, TX} \frac{L_{ZB, MTU}}{R_{ZB}} \right) \left[\frac{L_{size}}{L_{ZB, payload}} \right] \quad (2)$$

$P_{BT, TX}, P_{ZB, TX}$ 는 블루투스와 지그비의 송신 소비 전력을 의미하고, $L_{BT, MTU}, L_{ZB, MTU}$ 는 각 통신모듈의 최대전송단위(MTU: Maximum Transmission Unit), R_{BT}, R_{ZB} 는 통신체계의 전송속도를 나타낸다. L_{size} 는 데이터의 사이즈로 트래픽 전체의 길이를 의미하며, $L_{BT, payload}, L_{ZB, payload}$ 는 전체 데이터 트래픽 중에서 블루투스와 지그비가 한 번에 보낼 수 있는 데이터 페이로드 길이를 의미한다.

특정 데이터에 대하여 통신체계의 송신 소비전력(P)과 전송시간(P_{MTU}/R)의 연산하여 한 프레임을 보낼 때의 소모 전력을 얻고, $(L_{size} / L_{payload})$ 의 연산을 통해

데이터 사이즈에 따라 보내야 하는 프레임의 수를 계산한다. 프레임의 개수를 구하는 연산결과가 소수점 부분이 존재한다면 패킷의 수가 1 증가하도록 수학식에 적용하였다. 식 (1)과 식 (2)의 계산수치에 의하여 $E_{BT} < E_{ZB}$ 인 경우에는 블루투스로 선택하여 통신하고, 반대로 $E_{BT} > E_{ZB}$ 인 경우는 지그비를 선택하여 통신한다.

2.3 제안 시스템 흐름도

본 연구에서 제안한 시스템은 안드로이드로 작성한 어플리케이션에 의해 통신방식을 결정하여 준다. 송신 측과 수신 측은 지그비+블루투스 또는 지그비 신호만을 통해 서로 통신을 하게 된다.

제안 시스템의 세부적인 실행 시나리오는 아래의 [그림 4]에서 보여준다. 소모 전력 에너지를 고려하여 지그비로만 통신 할 경우는 송신 측이 마스터, 수신 측이 슬레이브로 이루어지며, 블루투스 통신 할 경우에는 이와 반대로 수신 측이 마스터, 송신 측이 슬레이브로 구성

이 된다. 이는 송신 측에서 먼저 지그비 신호를 보내 수신 측의 블루투스를 ON시키고, 회신 신호로 송신 측도 ON을 시킨 후에 수신측의 블루투스에서 페어링 작업이 이루어지기 때문이다.

3. 제안 시스템의 특징

제안하는 지그비를 통한 블루투스 제어 시스템은 다음과 같은 특징이 있다.

- 배터리 수명 연장 방안 제안
 - 스마트폰에서 불필요한 전력소모 요소를 없애고, 낭비요소 제어를 통한 배터리 절약 방안 제시
- 지그비 기능 내장 USIM 카드 제안
 - 상용화 예정인 USIM 카드를 홈네트워크 뿐만 아니라 다른 관점에서의 접근 방안 제시
- 에너지 계산 알고리즘 제안
 - 지그비와 블루투스의 송신 소비 전력과 데이터 프레임 길이를 적용한 식을 이용하여 소모 전력이 낮은 통신모듈을 자동제어 방안 제시

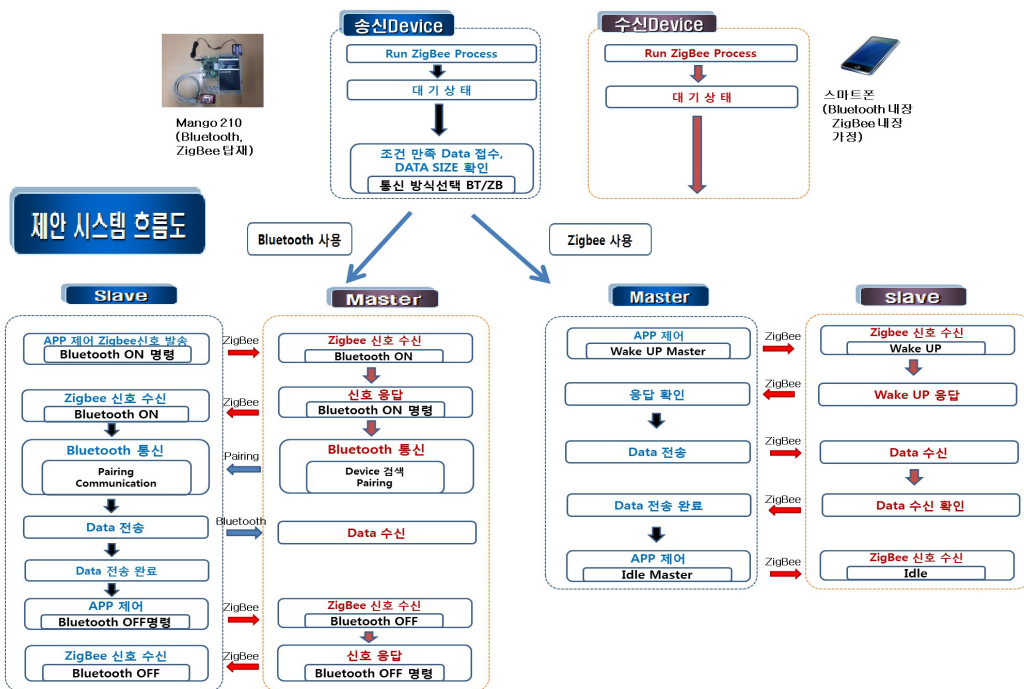


그림 4. 제안 시스템 흐름도

IV. 설계 및 구현

1. 망고보드 구성

망고보드 위에 지그비와 블루투스 모듈을 탑재하고 이들을 제어할 수 있는 시스템을 개발하여 설치하였다. 아래 [그림 5]는 망고 보드와 통신 모듈들을 설치한 실험환경을 보여주고 있다.



그림 5. 망고보드 설치 사진

2. 통신모듈별 소모 전력 비교

본 실험에서는 통신모듈별로 스펙에서 제시하고 있는 소모 전력을 실질적으로 확인해 보고 제안한 시스템과의 차이 또한 비교한다. 실험을 위해 망고보드 위에 스마트폰 환경을 구축하고 통신모듈별로 시간 경과에 따른 배터리 잔량을 파일로 받아 라인그래프를 그려 제시한다. 본 실험은 지그비 기능을 탑재한 USIM 카드가 아직 실용화 되지 않은 상태이므로 망고보드위에 동일한 환경을 구성하여 실험하였다.

먼저 블루투스 기능을 계속 ON 상태를 유지하면서 배터리 잔량 변화를 체크하여 보여주고, 다음은 지그비에 대한 동일한 실험의 결과를 보여 준다. 마지막으로 시스템이 스케줄링을 통해 지그비 또는 블루투스 기능을 동작시키도록 하는 제안 시스템에 대해 실험을 실시하였고, 두 통신모듈 각각과 배터리 소모 전력을 비교한다. 실험에서 나온 배터리 잔량 정보는 어플리케이션을 통해 파일로 저장된다.

3. 어플리케이션 구현

본 실험에 적용한 어플리케이션은 제안 시스템 설명에서와 같이 안드로이드 보드에서 지그비 프로세스가 실행이 된다. 사용자가 데이터 통신 필요 시 어플리케이션

이션은 보내려는 파일의 사이즈를 적용하여 소모에너지를 계산하여 적게 소모되는 통신모듈을 선택한다. 블루투스 선택 시 컨트롤 기능의 지그비 신호는 블루투스를 ON상태로 전환시켜 블루투스를 이용하게 하고 통신이 완료된 후에는 다시 지그비 신호로 OFF상태로 되돌려 놓는 어플리케이션을 구현하였다. 설계된 시스템에서의 배터리 잔량을 작성한 어플리케이션을 통해 동일한 방법으로 구하고 파일로 저장한다. 실험상 제안한 시스템은 데이터 크기를 각기 달리하도록 하여 20분마다 실행하는 조건을 적용하였다. 어플리케이션은 안드로이드 Ver 2.3.1로 작성하였으며 아래 [그림 6]은 어플리케이션을 실행하고 있는 화면을 보여준다.

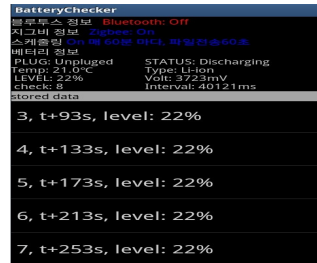


그림 6. 어플리케이션 실행 화면

아래 [표 4]는 실험을 위하여 어플리케이션 실행 시 사용자에게 제공되는 세부정보들에 대해 정리하여 보여주고 있다.

표 4. 어플리케이션 제공 정보

구분	표시	설명	
블루투스 정보	ON/OFF	기능 사용여부	
지그비 정보	ON/OFF	기능 사용여부	
스케줄링	ON/OFF	정해진 스케줄에 따라 Bluetooth 통신 기능 사용여부	
배터리정보	PLUG	Plugged/Unplugged	USB 접속여부
	STATUS	Charging/Discharging	충전 중 여부
	Temp	℃	기온
	Type	Li-ion	배터리 type
	LEVEL	%	배터리 잔량
	Volt	mV	전압
	check	digit	배터리 잔량 check횟수
Interval	ms	check 간격	

V. 실험 및 결과 분석

1. 실험 환경

본 논문의 모든 실험은 아래 [표 5]와 같은 안드로이드 환경에서 실행하였다. 여건상 제안시스템 스마트폰 환경을 망고보드 위에 구축하고 통신모듈들과 제안 시스템의 배터리 잔량 변화과정을 시뮬레이션 하였다.

표 5. 실험 환경

구분	모델 및 Version
망고보드	Android ver 2.3.1 Mango 210 보드
애플리케이션	Android ver 2.3.1

2. 실험 및 결과

2.1 통신모듈별 소모 전력 비교

본 실험은 통신모듈별로 실제적인 소모 전력을 비교해 보기 위해 스마트폰 환경을 망고보드 위에 구축하였고, 통신모듈별로 시간이 경과함에 따른 배터리 잔량을 보여 준다. 실험은 전체 배터리 용량 중의 80% 소모하는 시간을 기준으로 비교하였다. 아래 [그림 7]을 통하여 볼 수 있듯이 실험결과 지그비가 블루투스에 비해 배터리 소모 면에서 37% 정도 차이가 있음을 확인할 수 있다.

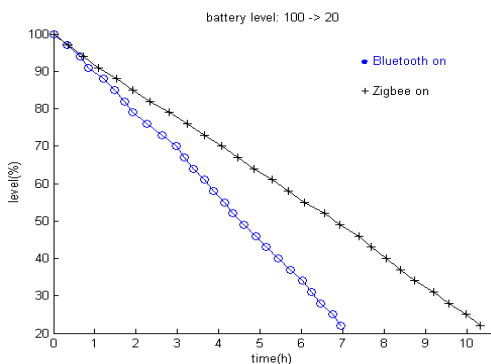


그림 7. 통신모듈별 소모 전력 비교

2.2 제안 시스템 소모 전력

본 실험은 블루투스 기능을 항상 ON 상태로 유지하

는 경우와 지그비를 ON 상태로 유지하는 경우, 그리고 본 논문에서 제안하는 통신모듈 자동제어 시스템의 데이터 통신 시 에너지 소모량을 비교하기 위하여 실행하였고 배터리 용량과 실험방법은 첫 번째 실험과 동일하게 실행하였다.

본 실험에서는 20분마다 통신모듈을 작동시키는 조건을 적용하였으며, 성능을 평가하기 위해 1Mbyte, 500Kbyte, 250Kbyte, 100Kbyte의 데이터를 순환적으로 전송하였다. 실험결과 제안하는 통신모듈 자동선택 시스템은 1Mbyte, 500Kbyte, 250Kbyte에서는 블루투스를 선택하였고 100Kbyte에서는 지그비를 선택하였으며, 블루투스 통신을 선택하여 파일 전송을 완료 후에는 지그비 프로세스를 통해 블루투스를 OFF제어를 수행하였다.

표 6. 파일크기에 따른 통신모듈 선택

파일 SIZE	선택 통신모듈
100 Kbyte	Zigbee
250 Kbyte	Bluetooth
500 Kbyte	Bluetooth
1 Mbyte	Bluetooth

실험결과 아래의 [그림 8]과 같이 제안하는 시스템이 배터리 소모 면에서 20% 효율적임을 확인하였으며 작동 횟수와 사용빈도에 따라 일반 통신방법 보다 에너지 절감 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

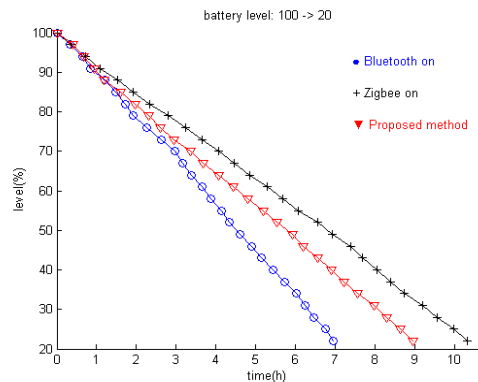


그림 8. 제안시스템 소모 전력 비교

VI. 결론 및 향후과제

고성능 지능형 모바일 단말기들의 급속한 보급과 함께 사용자들의 다양한 사용욕구 또한 끊임없이 발전, 증가하고 있다. 그 중에서도 스마트폰은 가장 보편화된 개인용 모바일 단말기로서 역할을 수행하고 있다.

하지만, 모바일 단말기는 이동성 제공과 함께 사용자에게 의해 요구된 기능들을 수행하기 때문에 내부적으로 수많은 작업들을 지속적으로 처리하고 이에 따른 에너지를 소비하게 된다. 이로 인해 모바일 단말기의 배터리 용량은 중요한 문제로 여겨지고 있다.

본 논문에서는 제한된 배터리 수명을 연장시키기 위한 방법으로 에너지 소모가 작은 지그비와 안드로이드 환경의 시스템을 이용한 통신모듈 선택 알고리즘을 제안하였다. 본 제안하는 시스템을 적용함으로써 필요 없는 에너지 낭비 요소를 줄이고 사용자가 통신방식을 직접 선택하지 않아도 프로세스가 자동으로 선택함에 따라 복잡성을 줄여 편리한 인터페이스를 제공하는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 지그비와 블루투스 기술의 에너지 소모량을 비교하여 실험하였으며, 실험결과 동일한 기능을 수행하면서도 에너지 소비를 줄일 수 있는 방법을 실험을 통해 확인하였다.

최근 지그비 신호기능의 USIM 카드를 장착한 스마트폰을 이용하여 원격지에서 조명, PC 및 각종 전자제품을 모바일로 제어, 관리하는 홈네트워크 시스템이 소개되었다. 또한 지그비 USIM을 이용하여 고객의 위치를 실시간으로 인식하고 전시장 내 고객의 위치에 따라 체험 단말기가 자동으로 사용모드를 변환하는 서비스도 선을 보였다.

본 실험에서는 지그비 기능의 USIM 카드를 홈네트워크 분야뿐만 아니라 스마트폰에 내장되어 있는 통신모듈을 제어함으로써 에너지 소비를 줄일 수 있는 방법을 비교 실험하였다. 앞으로 지그비 무선통신 기능을 가진 USIM 카드의 실용화에 맞추어 내장된 통신모듈별 특성과 사용자의 사용패턴을 고려하여 낭비 에너지를 줄이는 방법을 자동으로 탐색, 전환할 수 있도록 한다면 에너지 효율성 및 사용자 편의성은 더욱 더 향상될 것이다.

참고 문헌

- [1] D. Ferreira, A. K. Dey, V. Kastakos, "Understanding Human-Smartphone Concerns: A Study of Battery Life," Proc. Pervasive2011, pp.19-33, 2011.
- [2] A. Carroll and G. Heiser, "An Analysis of Power Consumption in a Smartphone," Proc. USENIX ATC'10 Annual Technical Conference, p.21, 2010.
- [3] G. P. Perrucci, F. H. P. Fitzek, and J. Widmer, "Survey on Energy Consumption Entities on the Smartphone Platform," Proc. IEEE 73rd Vehicular Technology Conference (VTC Spring), pp.1-6, 2011.
- [4] 김현, 김창순, 신현철, "무선 센서 노드의 전력 소모 형태를 고려한 배터리 수명 계산", 전자공학회 논문지, 제46권, 제12호, pp.43-49, 2009.
- [5] J. S. Lee and Y. W. Su, "A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi," Proc. IEEE The 33rd Annual Conference of the Industrial Electronics Society, pp.46-51, 2007.
- [6] 최성철, 정우정, "Zigbee 기반 네트워크의 확장을 위한 어드레싱 방식과 라우팅 방법", 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제7호, pp.57-66, 2009.
- [7] <http://www.zigbee.com>
- [8] 유영대, 최정훈, "IEEE 802.15.4 무선 스타 센서 네트워크에서 비콘 신호주기에 따른 센서 노드 전력소모량 분석", 한국통신학회논문지, 제31권, 제9B호, pp.811-820, 2006.
- [9] 김송주, 김영민, "근거리 무선통신을 위한 저전력 프로토콜과 알고리즘에 관한 연구", 한국정보기술학회논문지, 제9권, 제5호, pp.49-58, 2011.
- [10] Wei Wang, Guangyu He, Junli Wan, "Research on Zigbee wireless communication technology," Proc. IEEE 2nd International Conference on Electrical and Control Engineering, pp.1245-1249,

2011.

- [11] <http://www.bluetooth.com>
- [12] Rozeha A. Rashid and Rohaiza Yusoff, "Bluetooth Performance Analysis in Personal Area Network (PAN)," Proc. ARMMS RF and Microwave Conference, pp.393-397, 2006.
- [13] <http://news.cnbnews.com/category/read.html?bcode=102833>
- [14] 설현수, "지그비 무선통신 기능을 가진 유심 통합카드", 특허 10-2007-0128559, 2009년 6월 16일.

최 덕 재(Deok-Jai Choi)

정회원



- 1982년 2월 : 서울대학교 컴퓨터 공학과(학사)
 - 1984년 2월 : KAIST 전산학과(석사)
 - 1993년 ~ 1995년 : University of Missouri-Kansas City Computer Science and Telecommunication Program(박사)
 - 1996년 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과(교수)
- <관심분야> : 상황인식, Pervasive Computing, Sensor Network, Future Internet, IPv6

저 자 소 개

이 창 무(Chang-Moo Lee)

준회원



- 2008년 2월 : 광주대학교 정보통신학과(학사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과(석사과정)

<관심분야> : 유무선 네트워크 관리, Sensor Network, 상황인식

이 승 재(Seung-Jae Lee)

정회원



- 1995년 8월 : 한국전기통신공사
- 1996년 2월 : 전남대학교 전산학과(학사)
- 2012년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과(석사)
- 1995년 8월 ~ 현재 : KT 글로벌 기업고객부문(차장)

<관심분야> : 유무선 네트워크 관리, 자연언어 처리