

스마트폰의 구성 변수에 따른 전력 효율성 분석

손동오*, 김종면**, 김철홍*

Analysis on the Power Efficiency of Smartphone According to Parameters

Dong-Oh Son *, Jong-Myon Kim **, Cheol-Hong Kim *

요약

스마트폰의 등장과 함께 사용자들은 다양한 애플리케이션을 통해 보다 효율적으로 모바일폰을 구성할 수 있게 되었다. 하지만, 스마트폰의 발전에도 불구하고 스마트폰의 배터리는 휴대성을 제한하고 있다. 스마트폰의 전력 효율성은 컴퓨터 시스템 연구 분야에서 아주 중요한 이슈이다. 본 논문에서는 스마트폰의 전력 효율성을 알아보기 위해 여러 구성 변수를 선택하여 실험을 수행하였다. 구성 변수로는 프로세서, 디스플레이, 운영체제를 고려하였고 각 구성 변수에 따라 여러 개의 애플리케이션을 활용하여 실험하였다. 실험 결과, 프로세서의 복잡도에 따라 전력 소비량이 증가하였고, 디스플레이 크기 증가에 따라 전력 소비량 또한 증가하였다. 하지만, 운영체제에서는 다른 전력 소비 패턴을 보였다. Android 운영체제의 경우 인터넷과 영상처리 애플리케이션에서 높은 전력 소비량을 보이며 음악 감상, 카메라 애플리케이션에서 낮은 전력 소비량을 보였다. iOS의 경우에는 게임과 인터넷 애플리케이션에서 높은 전력 소비량을 보이며 카메라와 영상처리에서 낮은 전력 소비량을 보였다. 전체적으로 Android 운영체제보다 iOS 운영체제에서 전력 효율성이 높음을 알 수 있었다. 이는 iOS는 하드웨어와 운영체제를 병행하여 개발하기 때문에 Android보다 최적화가 잘 이뤄진 것으로 판단된다. 또한, Android는 하드웨어에 최적화된 운영체제 수정이 필요함을 실험을 통해 알 수 있었다.

▶ Keywords : 스마트폰, 안드로이드, iOS, 전력 효율성, 애플리케이션

Abstract

Smartphone enables diverse applications to be used in mobile environments. In spite of the high

•제1저자 : 손동오 •교신저자 : 김철홍

•투고일 : 2012. 6. 26, 심사일 : 2012. 9. 20, 게재확정일 : 2012. 11. 22.

* 전남대학교 전자컴퓨터공학부(School of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University)

** 울산대학교 컴퓨터정보통신공학부(School of Computer Engineering and Information Technology, University of Ulsan)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터(NIPA-2013-H0301-13-3005)의 지원과 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2012R1A1B4003492)

performance of smartphones, battery life has become one of the major constraints in mobility. Therefore, power efficiency of the smartphone is one of the most important factors in determining the efficiency of the smartphone. In this paper, in order to analyze the power efficiency of the smartphone, we have various experiments according to several configuration parameters such as processor, display and OS. We also use diverse applications. As a result, power consumption is dependent on the processor complexity and display size. However, power consumption shows the unpredictable pattern according to the OS. Smartphone using android OS consumes high power when internet and image processing applications are executed, but It consumes low power when music and camera applications are executed. In contrary, smartphone based on iOS consumes high power when game and internet applications are executed but it consumes low power when camera and processing applications are executed. In general, smartphone using iOS is more power efficient than smartphone based on android OS, because smartphone using iOS is optimized in the perspective of the hardware and OS.

▶ Keywords : Smartphone, Android, iOS, Energy Efficiency, Application

I. 서론

단순한 전화기의 역할을 하던 모바일폰은 사용자의 다양한 요구에 따라 점차 다양한 기능들을 추가하였다. 하지만, 일반 모바일폰(Feature Phone)은 문자 메시지, 카메라, 일정 관리 등의 다양한 기능을 제공함에도 불구하고 사용자의 요구를 충족시키지 못하였다. 사용자들은 모바일폰 제조회사에서 제공하는 일괄적인 애플리케이션(Application)이 아닌 자신의 특성을 반영할 수 있는 애플리케이션을 원하였다. 따라서 사용자의 편의에 따라 다양한 애플리케이션을 적용할 수 있는 스마트폰이 개발되었다. 스마트폰은 기존의 피쳐폰과 PDA(Personal Digital Assistant)의 장점을 결합한 형태로 인터넷 통신과 정보검색 등 일부 컴퓨터 작업을 모바일폰에서 가능하도록 개발된 휴대 기기이다. 또한, 기존의 모바일폰과는 다르게 다양한 기능의 애플리케이션을 설치하여 사용자의 편의에 맞게 다양한 애플리케이션을 모바일폰에 적용할 수 있다. 이에 따라 기존의 모바일폰의 일괄적으로 제공되는 애플리케이션에서 벗어나 자신만의 모바일폰을 구성할 수 있다. 이러한 장점에 의해 스마트폰의 사용자는 급격히 증가였으며, 향후 대부분의 사용자는 스마트폰을 사용할 것이라 예상된다.

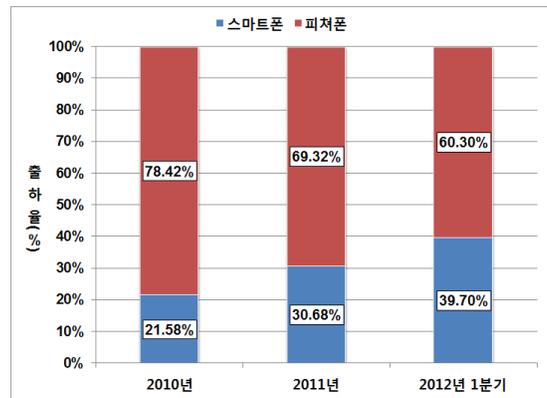


그림 1. 세계 스마트폰 출하율
Fig. 1. Worldwide Smartphone Shipments

그림 1을 보면 2010년부터 2012년 1분기까지의 전체 모바일폰의 출하량 중 스마트폰의 출하율을 알 수 있다[1]. 그림을 보면 2010년부터 스마트폰의 출하율은 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 스마트폰의 출하율의 증가는 사용자들의 스마트폰에 대한 선호도를 반영하고 있다. 이처럼 급격히 늘어나는 스마트폰의 출하율에 따라 스마트폰은 다양한 디바이스가 개발되고 있다. 디자인과 특별한 기능을 추가하는 피쳐폰의 발전과 달리 스마트폰은 CPU(Central Processing Unit)와 GPU(Graphics Processing Unit), 그리고 디스플레이에서 많은 발전을 이루었다. 스마트폰의 가장 핵심적인 연산장치인 CPU는 싱글코어 프로세서에서 쿼드코어 프로세서까지 개발

되었고 주파수는 1GHz 이상의 빠른 속도를 보인다. 또한, 멀티미디어 데이터 처리와 3D 게임 애플리케이션의 개발에 따라 전용 그래픽 처리를 위해 GPU를 사용하게 되었다. 디스플레이는 보다 높은 해상도를 지원하게 되었고 크기 또한 4"이상의 스마트폰들이 대거 출시되었다. 이처럼 스마트폰은 단순한 전화 기능만을 제공하던 모바일폰에서 휴대가 가능한 PC(personal computer)처럼 많은 발전을 하였다.

하지만, 이러한 스마트폰의 발전에도 불구하고 스마트폰의 배터리는 휴대성을 제한하고 있다. 이러한 배터리 문제 때문에 스마트폰의 전력을 효율적으로 활용하는 것은 매우 중요하다. 스마트폰에서 전력 문제는 연구 분야에서 중요한 이슈가 되고 있다. 이를 해결하기 위해 스마트폰의 효율적인 전력 사용 대한 연구가 많이 이루어지고 있다[2][3][4][5][6].

본 논문에는 스마트폰의 효율적인 전력사용을 고려하기 위해 여러 스마트폰을 통해 다양한 프로세서와 디스플레이, 그리고 운영체제에 따른 전력 소비량을 측정하고자 한다. 실험 방법으로는 스마트폰 사용자가 가장 많이 사용하는 애플리케이션인 인터넷, 음악 감상, 동영상 재생, 카메라, 영상처리, 게임 등으로 실험한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 스마트폰의 시장현황에 대해 설명하고 3장에서는 실험 환경과 실험 방법에 대해서 설명한다. 그리고 4장에서는 실험결과를 분석하고, 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

II. 스마트폰 시장 현황

스마트폰의 발달에 따라 많은 스마트폰 디바이스가 생산되고 있다. 스마트폰 제조회사는 많은 업체가 참여하고 있으며 스마트폰에 사용되는 운영체제 또한 다양하다.

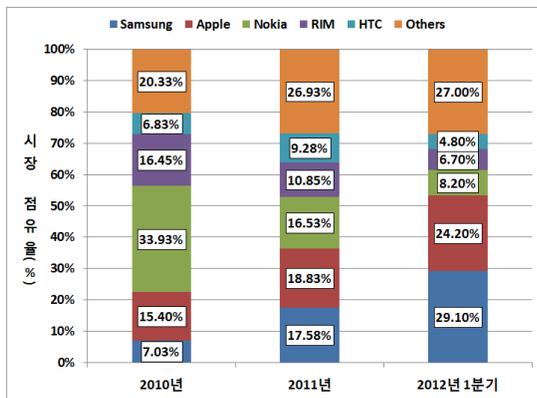


그림 2. 제조회사별 스마트폰 시장 점유율
Fig. 2. Worldwide Smartphone Market Share

그림 2는 각 제조회사별 스마트폰 점유율이다[7]. 그림을 보면 Android[8] 운영체제를 사용하는 삼성에서 스마트폰 시장 점유율을 꾸준히 증가시켰고 iOS[9] 운영체제를 사용하는 애플 또한 점유율을 증가시켰다. 하지만, Symbian과 Blackberry 운영체제를 사용하는 노키아와 RIM의 시장 점유율은 계속 감소하고 있다. 2010년 1분기를 기준으로 가장 높은 시장 점유율을 보이던 노키아와 RIM은 폐쇄적인 운영체제의 사용으로 인해 사용자의 요구를 만족시키지 못하였다. 이에 반해 Android와 iOS는 Open Source[10][11]와 App Store[12][13]를 활용하여 사용자가 애플리케이션을 개발 및 등록을 할 수 있는 환경을 만들으로써 큰 호응을 얻었다. 이러한 결과는 그림 3을 통해 알 수 있다.

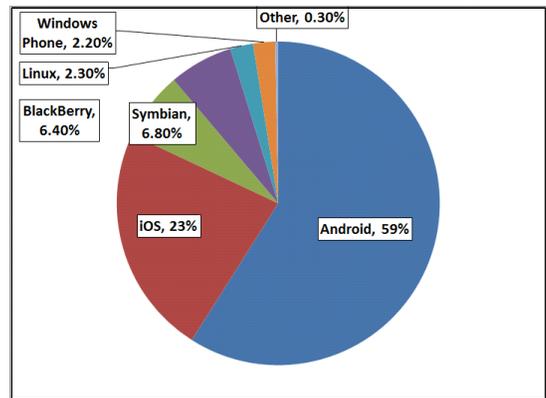


그림 3. 스마트폰 운영체제별 시장 점유율 (2012년 1분기)
Fig. 3. Smartphone OS Share(2012 Q1)

그림 3은 2012년 1분기 스마트폰 운영체제별 시장 점유율이다[7]. 그림을 보면 Android가 59%로 가장 높은 시장 점유율을 차지하고 있고 그다음으로 iOS가 23%를 차지한다. 또한, Symbian과 BlackBerry는 폐쇄적인 환경으로 인해 낮은 점유율을 보인다. Android는 Google에서 개발한 스마트폰 운영체제로서 대부분의 스마트폰 제조업체에서 스마트폰에 적용하는 운영체제이다. 따라서 높은 시장 점유율을 보인다. iOS는 애플에서 독자적으로 개발한 운영체제로서 애플용 스마트폰에서만 사용되고 있다. 하지만, 사용자에게 필요한 다양한 애플리케이션을 지원함으로써 iOS 역시 높은 시장 점유율을 보인다. 또한, 마이크로소프트에서 윈도우폰을 개발하여 스마트폰 시장에 참여함으로써 향후 스마트폰 시장은 더욱 다양해질 것으로 예상된다. 본 논문에서는 현재 가장 시장 점유율이 높은 Android와 iOS 기반의 운영체제를 사용하는 스마트폰을 실험 대상으로 선정하여 각 스마트폰별 애플리케이션

이선에 따른 전력 소비량을 측정하고자 한다.

III. 실험 환경

표 1. 디바이스별 구성 변수
Table 1. Device parameters

	프로세서	디스플레이	운영체제	카메라	배터리
옵티머스 Z	Snap Dragon (1GHz)	800 x 480 (3.5")	Android	500만 화소	1,350 mAh
옵티머스 2x	Tegra 2 Dual Core (1GHz)	480 x 800 (4.0")	Android	800만 화소	1,500 mAh
아이폰 4	ARM Cortex-A 8 (1GHz)	640 x 960 (3.5")	iOS	500만 화소	1,420 mAh
Tablet					
갤럭시 탭	ARM Cortex-A 8 (1GHz)	600 x 1024 (7.0")	Android	300만 화소	4,000 mAh
아이패드 1	ARM Cortex-A 8 (1GHz)	1024 x 768 (9.8")	iOS	X	6,000 mAh

본 논문에서는 다양한 스마트폰 디바이스에 따라 사용자들이 자주 사용하는 애플리케이션에 대한 전력 소비량을 측정하기 위해 다음과 같은 실험환경을 구성하였다. 실험에 사용된 스마트폰 디바이스는 표1과 같다. 실험을 위해 각 운영체제별 스마트폰을 실험대상을 선택하였고, 뿐만 아니라 스마트폰과 유사한 환경을 제공하는 태블릿PC를 각 운영체제별로 선택하였다. 스마트폰의 다양한 요소를 고려하여 프로세서는 퀄컴, nVIDIA, ARM사의 프로세서와 3.5"부터 9.8"까지의 다양한 디스플레이, 그리고 Android와 iOS의 운영체제를 선택하여 실험환경을 구성하였다. 실험 대상으로 한 애플리케이션은 스마트폰 운영체제에서 기본으로 지원하는 인터넷 브라우저와 음악 감상, 카메라, 그리고 동영상 재생 애플리케이션에 대해서 전력 소비량을 측정하였고 각 운영체제별로 동일한 조건의 애플리케이션에 따른 전력 소비량을 측정하기 위해 사용자 개발 애플리케이션인 "카메라 일루전" 애플리케이션을 사용하여 카메라에 다양한 영상처리 필터를 적용하여 그에 따른 전력 소비량을 측정하였다. 또한, "앵그리 버드" 애플리케이션을 사용하여 각 운영체제별 동일 게임에 따른 전력 소비량을 측정하였다. 마지막으로 스마트폰의 전력을 상세하게 측정하기 위해서 인스펙터를 이용하여 실시간 전력 소비량을 측정하였다. 실험 방법으로는 인스펙터에 스마트폰과 연결된 전용 충전기

를 연결하여 각 애플리케이션 사용에 따른 스마트폰의 전력 소비량을 측정하였다.

IV. 실험 결과

본 논문에서는 각 스마트폰별로 다양한 애플리케이션에 대한 전력 소비량을 분석하고자 한다. 스마트폰의 각 애플리케이션에 따른 전력 소비량을 측정하기 전에 기존의 피쳐폰과 스마트폰과의 전력 소비량을 비교하기 위해 피쳐폰(SU-910)과 각 스마트폰별로 대기 상태에서의 전력 소비량을 측정해보았다. 그림 4는 피쳐폰과 각 스마트폰별 대기 상태의 전력 소비량이다. 그림을 보면 피쳐폰의 경우 간단한 프로세서와 작은 디스플레이를 사용하여 0.3(W)의 작은 전력 소비량을 볼 수 있다. 하지만, 스마트폰의 경우 평균 6.5배의 전력 소비량을 보이고 스마트폰보다 더 큰 디스플레이를 사용하는 태블릿PC의 경우 11.6배의 매우 큰 차이의 대기 상태 전력 소비량을 보인다. 이처럼 고성능의 프로세서와 큰 화면의 디스플레이를 사용하는 스마트폰과 태블릿PC는 피쳐폰과 비교하여 큰 전력 소비량을 보이며 효율적인 전력 관리가 필요함을 알 수 있다.

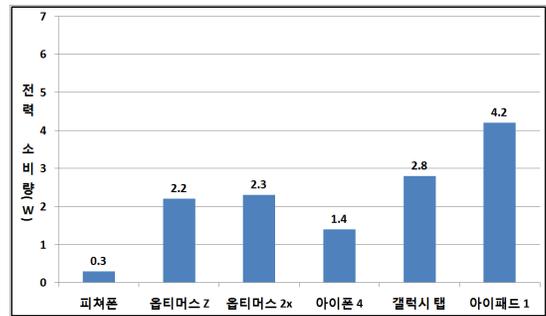


그림 4. 디바이스별 대기 전력 소비량
Fig. 4. Idle Power Consumption of each Device

1. 인터넷

그림 5는 스마트폰의 운영체제에서 기본적으로 지원하는 웹 브라우저 사용 시 전력 소비량을 측정한 그림이다. 측정 결과, 듀얼코어 프로세서를 사용하는 옵티머스 2x[4.0(W)]가 싱글코어 프로세서인 옵티머스 Z[3.8(W)], 아이폰 4[2.2(W)]보다 높은 전력 소비량 볼 수 있고, 디스플레이의 크기의 증가에 따라 전력 소비량이 증가함을 알 수 있다. 하지만, 같은 주파수의 프로세서와 같은 크기의 디스플레이를 사용하는 옵티머스 Z[3.8(W)]와 아이폰 4[2.2(W)]의 경우

Android 운영체제보다 iOS 운영체제에서 지원하는 웹 브라우저가 전력 소비에서 보다 효율적임을 알 수 있다. 또한, 태블릿PC의 경우 작은 크기의 디스플레이를 사용함에도 불구하고 갤럭시 탭(6.1(W))에서 아이폰 1(5.9(W))보다 높은 전력 소비량을 볼 수 있다.

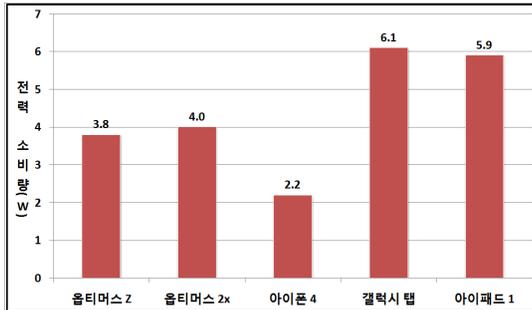


그림 5. 디바이스별 인터넷 사용 시 전력 소비량
Fig. 5. Idle Power Consumption of each Device(Internet)

2. 음악 감상

그림 6은 스마트폰의 운영체제에서 기본적으로 지원하는 음악 감상 애플리케이션을 사용 시 전력 소비량을 측정된 그림이다. 측정 결과, 프로세서 복잡도에 따라 옵티머스 Z(2.4(W))에 비해 옵티머스 2x(2.9(W))의 전력 소비량이 증가하고, 디스플레이의 크기 증가에 따라 옵티머스 Z(2.4(W))보다 갤럭시 탭(3.3(W))의 전력 소비량이 증가함을 알 수 있다. 또한, Android 운영체제(2.4(W)), (2.9(W))보다 iOS 운영체제(1.5(W))에서 더 낮은 전력 소비량을 볼 수 있다. 하지만, 태블릿PC의 경우 Android 운영체제(3.3(W))보다 iOS 운영체제(5.2(W))에서 급격한 전력 소비량의 증가를 볼 수 있다.

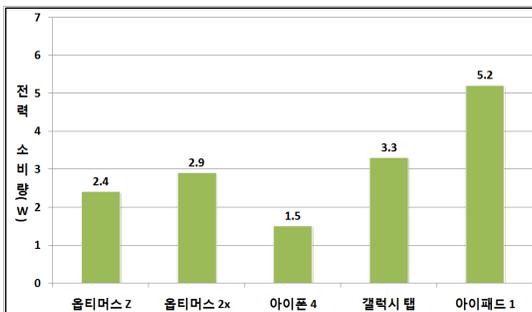


그림 6. 디바이스별 음악 감상 시 전력 소비량
Fig. 6. Idle Power Consumption of each Device(Music)

3. 동영상 재생

그림 7은 스마트폰의 운영체제에서 기본적으로 지원하는 동영상 재생 애플리케이션을 사용 시 전력 소비량을 측정된 그림이다. 측정 결과, 앞의 결과와 마찬가지로 프로세서 복잡도와 디스플레이 크기가 증가함에 따라 전력 소비량이 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, 운영체제별로 비교하면 같은 프로세서 주파수와 디스플레이를 사용하는 Android 운영체제의 옵티머스 Z(3.3(W))보다 iOS 운영체제의 아이폰 4(2.4(W))에서 보다 낮은 전력 소비량을 볼 수 있다. 태블릿PC의 경우 아이폰 1(5.3(W))이 보다 큰 디스플레이를 사용함에도 불구하고 갤럭시 탭(5.1(W))과 비슷한 전력 소비량을 보인다.

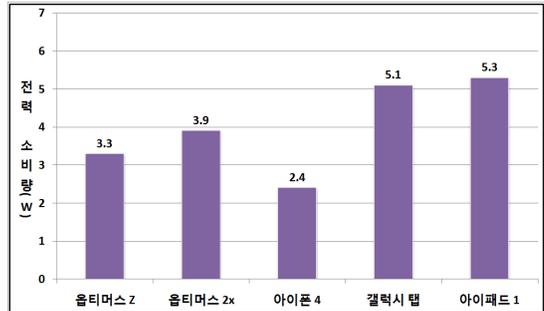


그림 7. 디바이스별 동영상 재생 시 전력 소비량
Fig. 7. Idle Power Consumption of each Device(Video)

4. 카메라

그림 8은 스마트폰의 운영체제에서 기본적으로 지원하는 카메라 애플리케이션을 사용 시 전력 소비량을 측정된 그림이다. 아이폰 1의 경우 다른 디바이스와 달리 카메라 모듈이 장착되어 있지 않다. 따라서 아이폰 1의 경우 실험 결과에서 제외하였다. 측정 결과, 프로세서 복잡도와 디스플레이 크기 증가에 따라 전력 소비량이 증가함을 볼 수 있고 운영체제에 따라 전력 소비량의 차이가 남을 알 수 있다. 하지만 기존의 애플리케이션과 달리 카메라 애플리케이션은 각 디바이스별로 전력 소비량이 크게 차이 나지 않는다.

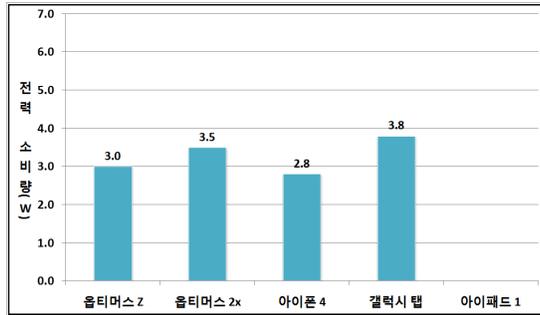


그림 8. 디바이스별 카메라 사용 시 전력 소비량
Fig. 8. Idle Power Consumption of each Device(Camera)

5. 영상처리 필터

각 운영체제별로 기본적으로 지원하는 애플리케이션이 아닌 사용자가 개발한 애플리케이션에 대한 전력 소비량을 알아보기 위해서 영상처리 필터를 적용에 따른 각 디바이스의 전력 소비량을 측정하였다. 그림 9는 영상처리가 적용된 필터별 전력 소비량이다. 실험 4(카메라)와 마찬가지로 아이패드 1의 경우 실험 결과에서 제외하였다. 측정 결과, 필터별로 약간의 차이가 있지만 대부분 디바이스별로 비슷한 전력 소비량을 보인다. 이 결과 역시 프로세서 복잡도와 디스플레이 크기의 증가 따라 전력 소비량이 증가하고 Android 운영체제보다 iOS 운영체제에서 낮은 전력 소비량을 볼 수 있다.

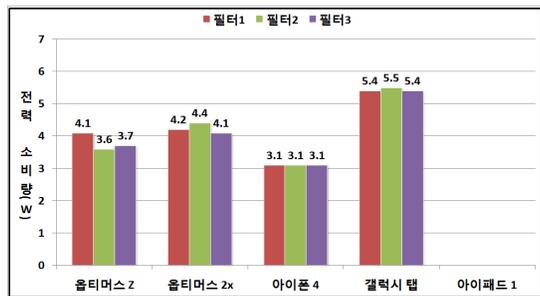


그림 9. 디바이스별 영상처리 필터에 따른 전력 소비량
Fig. 9. Power Consumption of each Device According to Image Processing Filter

6. 게임

그림 10은 스마트폰 사용자들이 흔히 사용하는 게임 애플리케이션인 "앵그리 버드"를 실행하였을 경우 전력 소비량을 측정한 결과이다. 측정 결과, 프로세서 복잡도와 디스플레이 크기 증가에 따라 전력 소비량이 증가함을 알 수 있다. Android 운영체제의 경우 스마트폰(3.7(W)),(4.1(W))과 태블릿PC(4.3(W))간 전력 소비량이 크게 차이 나지 않지만 iOS 운영체제의 경우 스마트폰(3.2(W))과 태블릿

PC(6(W))간 전력 소비량이 크게 차이가 남을 알 수 있다.

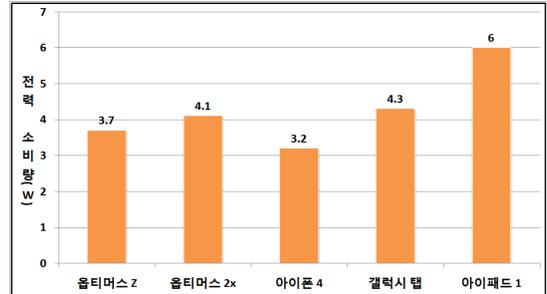


그림 10. 디바이스별 게임 시 전력 소비량
Fig. 10. Idle Power Consumption of each Device(Game)

7. 운영체제

앞의 실험에서 각 애플리케이션별로 전력 소비량을 측정해 보았다. 대부분의 경우 Android 운영체제보다 iOS 운영체제가 전력 소비량에서 효율적이었다. 이 부분에서는 각 운영체제별로 애플리케이션에 따른 전력 소비량을 측정해 보았다. 그림 11은 운영체제별 애플리케이션의 전력 소비량이다. 대기 전력 기준으로 각 애플리케이션에 따른 전력 소비량의 배수를 구하였다. 먼저 Android 운영체제를 보면 인터넷 사용 시 대기 전력에 비해 전력 소비량이 1.9배로 가장 높았고 음악 감상 시 대기 전력에 비해 전력 소비량이 1.17배로 가장 낮았다. 또한, 많은 연산을 필요로 하는 영상처리에서 1.84배, 동영상 재생에서 1.68배, 게임에서도 1.65배로 높은 전력 소비량을 보인다. iOS의 경우 게임 애플리케이션에서 대기 전력에 비해 전력 소비량이 1.64배로 가장 높았고 카메라 사용 시 1배로 대기 전력과 동일한 전력 소비량을 보인다. 또한, 대부분의 애플리케이션에서 1.44배, 1.37배, 1.19배, 1.1배 등 비교적 낮은 전력 소비량을 보인다.

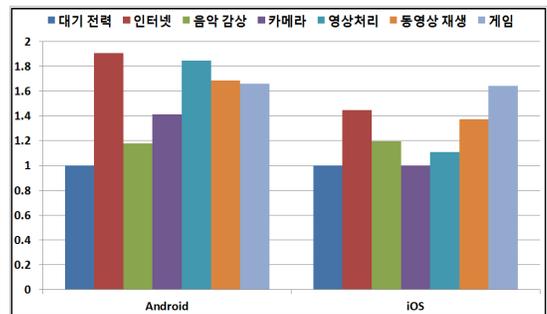


그림 11. 운영체제별 애플리케이션의 전력 소비량
Fig. 11. (power consumption of each OS)

V. 결론

본 논문에서는 스마트폰의 다양한 구성 요소에 따른 전력 소비량을 측정 및 분석하였다. 실험 방법으로는 스마트폰의 프로세서와 디스플레이, 그리고 운영체제를 각각 다르게 선정하고 사용자가 자주 사용하는 애플리케이션을 수행하여 전력 소비량을 측정하였다. 실험 결과, 프로세서가 복잡할수록 보다 높은 전력 소비량을 보였다. 또한, 디스플레이 크기 증가에 따라 전력 소비량은 전체적으로 증가하였다. 하지만, 운영체제별로 전력 소비량의 다른 특성을 보이는데 Android의 경우 인터넷과 영상처리 애플리케이션에서 대기 전력에 비해 전력 소비량이 1.9배, 1.84배로 높은 전력 소비량을 보이며 음악 감상 애플리케이션에서 1.17배로 낮은 전력 소비량을 보였다. iOS의 경우 게임과 인터넷 애플리케이션에서 대기 전력에 비해 전력 소비량이 1.64배, 1.44배로 높은 전력 소비량을 보이며 카메라와 영상처리에서 1배, 1.1배로 낮은 전력 소비량을 보였다. 전체적으로 Android 운영체제는 각 애플리케이션별로 대기 전력 대비 평균 1.61배의 전력 소모량을 보이며 iOS 운영체제에서는 각 애플리케이션별로 대기 전력 대비 평균 1.29배의 전력 소모량을 보인다. 또한, Android 운영체제보다 iOS 운영체제가 19.7% 높은 전력 효율성을 보였다. 이는 하드웨어 개발과 운영체제 개발이 분리된 Android 운영체제보다 하드웨어 개발과 운영체제 개발을 병행하는 iOS에서 최적화가 이뤄진 것으로 판단된다. 따라서 여러 스마트폰 제조사에서 사용하는 Android 운영체제는 각 하드웨어에 맞춰 최적화가 필요할 것으로 판단된다. 앞으로 스마트폰의 하드웨어 및 소프트웨어를 개발 시 본 논문을 참조하여 설계한다면 보다 전력 소비 측면에서 효율적인 설계를 할 수 있을 것이라 예상된다.

참고문헌

- [1] ABIresearch, <http://www.abiresearch.com>
- [2] J. M. Lee, H. W. Joe, and H. S. Kim, "Smart Phone Power Model Generation using Use Pattern Analysis," In Proceedings of IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp. 412-413, Jan. 2012.
- [3] A. Anand1, C. Manikopoulos, Q. Jones, and C. Borcea, "A Quantitative Analysis of Power

- Consumption for Location-Aware Applications on Smart Phones," In Proceedings of IEEE International Symposium on Industrial Electronics, pp. 1986-1991, June. 2007.
- [4] K. Keshav, V. R. Indukuri, and P. Venkataram, "Energy efficient scheduling in 4G smart phones for Mobile Hotspot Application," In Proceedings of National Conference on Communications (NCC), pp. 1-5, Feb. 2012.
- [5] A. Carroll, and G. Heiser, "An Analysis of Power Consumption in a Smartphone," In Proceedings of USENIX ATC '10, pp. 21-21, June. 2010.
- [6] G. P. Perrucci, F. H. P Fitzek, and J. Widmer, "Survey on Energy Consumption Entities on the Smartphone Platform," In Proceedings of Vehicular Technology Conference (VTC Spring), pp. 1-6, May. 2011.
- [7] IDC, <http://www.idc.com/>
- [8] Android, <http://www.android.com/>
- [9] iOS, <http://www.apple.com/ios/>
- [10] Android OpenSource, <https://android.googlesource.com/>
- [11] iOS OpenSource, <http://opensource.apple.com/>
- [12] Android Market, <https://play.google.com/store>
- [13] App Store, <http://www.apple.com/iphone/from-the-app-store/>

저 자 소 개



손 동 오
2010: 전남대학교
전자컴퓨터공학부 공학사
2012: 전남대학교
전자컴퓨터공학과 석사
2012-현재: 전남대학교
전자컴퓨터공학과 박사과정
관심분야: 컴퓨터구조, 임베디드시스템
Email: sdo1127@gmail.com



김 종 면
1995: 명지대학교 전기공학사
2000: University of Florida ECE
석사
2005: Georgia Institute of
Technology ECE 박사
2005-2007: 삼성종합기술원 전임연구원
2007-현재: 울산대학교
컴퓨터정보통신공학부 교수
관심분야: 임베디드 SoC, 컴퓨터구조,
프로세서 설계, 병렬처리
Email: jmkim07@ulsan.ac.kr



김 철 흥
1998: 서울대학교 컴퓨터공학사
2000: 서울대학교 대학원
컴퓨터공학부 석사
2006: 서울대학교 대학원
전기컴퓨터공학부 박사
2005-2007: 삼성전자 반도체총괄
SYS.LSI사업부
책임 연구원
2007-현재: 전남대학교
전자컴퓨터공학부 교수
관심분야: 임베디드시스템, 컴퓨터구조,
SoC 설계, 저전력 설계
Email: chkim22@chonnam.ac.kr