

안드로이드의 배터리 이상 소모 검출 기법

(Abnormal Battery Consumption Detecting Based on Android)

방진성, 문민석, 라준혁, 이제민, 김형신*

충남대학교

(Jin-Seong Bang, Min-Seok Mun, Jun-Hyeok La, Je-Min Lee, Hyung-Sin Kim)
(Dept. of Computer Science and Engineering, Chungnam National University)

Abstract : Smartphones are becoming a necessity, there are many companies in today's society it strives to increase the efficiency of the Smartphone battery. Although many applications are out to increase the efficiency of the Smartphone battery, how to essentially detect abnormal consumption of the battery still it has not been proposed. In this research to solve this problem, We propose a method for detecting abnormal power consumption of the battery in order to use efficiently. Unlike the simple methods to showed the consumption of the battery for each application, then the proposed method in this research is to reduce battery consumption, the power consumption of the smart phone by comparing the average power consumption over time.

Keywords : Android, Battery, Abnormal, Consumption, Detect

1. 서론

Android OS는 모바일 운영체제의 특성상 낮은 전력을 사용하여 기기를 운영해야하지만, 여러 가지 요인으로 인해 배터리가 소모될 수 있다. 스마트폰의 사용량이 높아진 최근, 스마트폰의 배터리 효율에 대한 연구 또한 많은 관심이 집중되고 있다. 삼성에서 지난 2014년 2월 자사의 신제품 발표와 함께 초절전 모드 기술을 선보여 배터리 효율을 증가시키는 솔루션을 제시한 바 있고[1] 구글에서도 2015년 10월에 배포된 Android OS 6.0버전에서 사용자의 움직임을 감지해 오랫동안 기기를 사용하지 않은 경우 비 활성화시켜 배터리 대기시간을 늘려주는 Doze 기술을 탑재하는 등 스마트폰 배터리 효율을 증가시키고 있다[2].

이러한 기술들은 운영체제에서 하드웨어 운용을 저 전력으로 설계하여 배터리의 효율을 증가시키는 것을 기반으로 하고 있다. GPS같은 스마트폰을 실

제 사용하는데 큰 비중을 차지하지 않은 하드웨어의 이상소모를 잡아내어 전력소모를 최대한 줄이는 연구 결과도 있다[3-5]. 스마트폰이 저전력 모드로 진입하는 것을 방해하여 비정상적인 에너지 소모를 발생 시키는 웨이크락 (wakelock) 버그를 검출하는 연구들도 있었다[6,7]. 하지만 이러한 연구들은 운영체제에 여러 응용프로그램이 설치되어 있는 일반적인 사용 상태를 고려하지 않았다. 안드로이드 스마트폰 사용자는 평균 95개의 응용프로그램을 설치하고 있으며[8] 이러한 응용프로그램 모두 배터리를 효율적으로 사용한다는 보장이 없다. 운영체제의 저 전력 설계와는 별개로, 응용프로그램의 잘못된 전력설계에 의하여 배터리가 예상보다 더 빨리 소모되는 경우가 존재하기 때문이다[9].

Android OS는 이러한 경우를 대비하여 응용프로그램 별로 배터리 소모율을 보여주는 기능이 있으며, 해당 OS기반의 다른 응용프로그램도 이와 같은 기능이 존재한다. 하지만 응용프로그램을 중심으로 소모율을 표시하기 때문에 근본적인 하드웨어의 이상소모를 검출할 수 없으며, 배터리 감소에 따른 순차적인 소모율만을 보여줄 뿐이다.

따라서 모바일 기기에서 배터리를 효율적으로 사용하기 위해, 본 연구에서는 Android API를 사용하여 현재 사용 중인 응용프로그램과 스마트폰 하드웨어로 인한 배터리 이상 소모현상을 탐지하고,

* 교신저자(Corresponding Author)

김형신 : 충남대학교 컴퓨터공학과

※ 이 논문은 2014년도 교육부와 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014R1A1A2059669).

이 정보를 바탕으로 배터리 이상 소모 원인을 검출하는 방법을 제안한다.

본 연구에서 제안하다는 전력 이상소모 탐지를 위해서 Android내의 Battery Receiver API를 사용한다[10]. 해당 API를 이용하여 배터리의 상태를 감지하며 이 정보를 이용하여 배터리가 비정상적으로 소모됐다고 판단될 기준 값을 설정해야 한다. 설정한 기준 값보다 측정되는 값이 커지면, 응용프로그램 점유율이 높은 순위로 원인을 탐색하여야 한다.

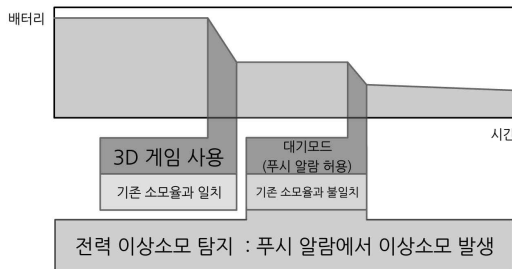


그림 1. 배터리 이상소모 검출 구조

Fig. 1. Structure of Abnormal Battery Consumption Detecting

해당 응용프로그램이 사용하고 있는 하드웨어 또한 탐지하여 어떤 하드웨어로 인해 배터리가 소모되는지 검출해야 한다. 하지만 기준 값보다 측정값이 작다면 배터리가 정상적으로 소모된다고 판단한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 배터리 관리 응용프로그램의 문제점과 이를 해결하기 위한 전력 이상소모 탐지 기법의 원리를 설명하였다. 3장에서는 본 연구에서 제안하는 전력 이상소모 탐지 기법의 알고리즘에 대해 설명하였다. 4장에서는 해당 알고리즘을 적용한 실험의 결과를 설명하였다. 5장에서는 본 연구의 결론을 서술하며 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 전력 이상소모 탐지 원리

Android OS의 경우 기본적으로 배터리 소모율을 표시하기 위해 Battery Receiver API를 제공한다. Battery Receiver를 이용하여 배터리의 소모량을 측정하고 설치된 응용프로그램의 전력 사용을 분석할 수 있기 때문에 Android OS에서 기본으로 제공하는 배터리 정보 외에 타 업체에서 제공하는

배터리 관리 응용프로그램에서도 해당 API를 사용한다. 따라서 스마트폰에서 배터리 이상 소모를 확인하기 위해 배터리 소모 내역을 확인하는데, 이러한 방식은 사용자가 단순히 응용프로그램 별 배터리의 소모 비율을 확인할 뿐, 배터리가 이상 소모되는 지점(시간)이 어디인지, 이상 소모되는 원인이 무엇인지 정확히 파악하기 힘들다. 예를 들어 스마트폰을 4시간동안 사용했다고 가정 했을 경우 3시간동안 3D게임을 하고 1시간동안 사용하지 않았을 때 일반적인 배터리 관리 응용프로그램은 단순히 배터리를 가장 많이 점유한 응용프로그램을 1순위로 올려놓기 때문에 3D게임을 배터리소모의 원인으로 지목하게 된다. 하지만 3D게임은 일반적으로 전력소모가 심하기 때문에 배터리를 크게 점유하는 것은 당연한 일이며 이상소모현상이 아니다. 사용자가 이용 중이 아닐 때는 대기전력만 소모되므로 배터리를 크게 점유하지 않는 것이 당연하지만, 3D게임을 하는 것처럼 대기시간에 배터리를 소모했다고 하더라도 이상소모 현상을 검출하지 못하고 점유시간이 더 많은 3D게임을 여전히 배터리 소모의 원인으로 표기하게 된다. 따라서 이런 상황에서는 배터리 소모 패턴을 분석해서 정상과 비정상을 구분하는 것은 중요하다[11].

그림 1은 본 연구에서 배터리의 이상소모현상을 검출하는 방식을 도식화한 것이다. 해당 그림은 시간의 흐름에 따른 배터리의 잔량을 그래프로 표시하였다. 그리고 시간대에 따라 배터리 잔량이 급격하게 소모되는 구간을 표시하게 된다. 해당 구간에서 사용 중이었던 응용프로그램들을 탐색하여 이상소모가 되었는지 확인 한다. 또한 해당 응용프로그램이 사용하는 스마트폰의 하드웨어를 파악하여 어떤 하드웨어를 많이 사용했는지 알아낸다. 이상소모라고 판단될 경우 사용자에게 이상소모현상과 함께 그 원인을 알려주고 배터리 이상소모를 방지할 수 있다. 따라서 사용자는 이전의 응용프로그램에서 제공했던 배터리 소모내역을 보고 배터리의 이상소모를 유추하지 않아도 간편하게 이상소모의 원인을 찾아낼 수 있다.

III. 알고리즘 설명

본 장에서는 기존의 응용프로그램 배터리 소모율 표기를 보완하기 위해 제안하는 전력 이상소모 탐지 알고리즘을 설명한다.

본 연구에서 제안하는 전력 이상소모 탐지 알고

리즘은 표1과 같다. 전력 이상소모 탐지 알고리즘에서는 스마트폰의 배터리잔량과 소모율을 측정하기 위해 Battery Receiver API를 사용한다. 현재 측정된 배터리의 소모율 B 만으로는 배터리가 비정상적인 소모인지 판단할 수 없다. 이를 판단할 수 있도록 평균 배터리의 소모율을 구하고 이를 e 라고 한다. Android OS가 계속해서 실행되고 있을 때에 한에 다음 동작들을 반복적으로 실행한다. 만일 현재 배터리 소모량이 e 와 이전 측정 배터리 소모율 p 를 넘어서면 현재 시점에서 가장 많이 배터리를 소모시킨 응용프로그램 A 의 평균 배터리 소모율 a 와 다시 비교한다. B 가 a 를 넘어서면 이상소모의 원인을 찾았다고 판단하고 그 원인을 A 라고 규정한다. 그 다음 현재 소모율 값을 과거 소모율 값으로 저장한다. 이에 따라 배터리 이상소모 현상을 보이고 있는 A 를 제한시켜 전력낭비를 최소화 할 수 있다. 만일 그 이외의 경우에는 현재 소모율 값을 과거 소모율 값으로 저장하기만 한다.

표 1. 전력 이상소모 탐지 알고리즘

Table 1. Abnormal Power Consumption detection algorithm

Algorithm 1

Detection of abnormality power consumption

INPUT: Current battery Consumption rate B

OUTPUT: Consumption causes C

```

1:  $e :=$  Average battery Consumption rate
2: While Android OS running do
3:    $p :=$  past battery Consumption rate
4:   if  $B$  is larger than  $e$  and  $p$  then
5:      $a :=$  Average battery consumption
6:       rate of Current running
7:       Application
8:      $A :=$  Current running Application
9:     if  $B$  is larger than  $a$  then
10:       $C := A$ 
11:       $p := B$ 
12:   else
13:      $C :=$  Nothing
14:      $p := B$ 
15:   else
16:      $C :=$  Nothing
17:      $p := B$ 
18: end while

```

IV. 테스트 결과

배터리 이상소모 현상과 전력 이상소모 탐지 기법을 적용한 전력 소모 상태를 비교 측정하기 위해

핸드폰 대기상태에서의 전력 소모량을 측정하는 실험을 진행했다. 실험을 위해 특정 시간마다 푸시 알림을 보내도록 하여 배터리의 손실을 유도하는 응용프로그램과, 전력 이상소모 방지 알고리즘을 적용한 응용프로그램을 각각 제작하여 설치하였다. 배터리 소모율을 측정하기 위해 Battery Receiver API를 이용하여 배터리 사용률을 표시하고, 매 시간마다

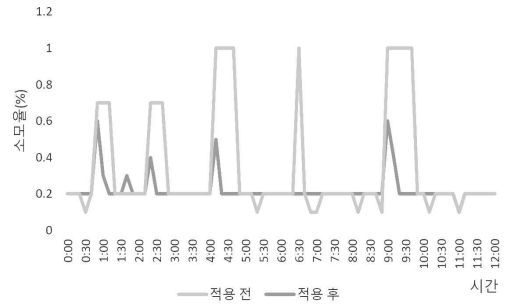


그림 2. 스마트폰의 시간대별 전력소모량 측정

Fig. 2. Timephased power consumption measurements smartphomes

다 현 배터리 상태를 기록하는 응용프로그램을 제작하여 측정하였다. 실험을 위한 단말기로는 Android Kitkat (4.4.2) 기반의 삼성 Galaxy K Zoom을 사용하였다. 설치된 응용프로그램 289개 중, 사용자가 다운로드한 응용프로그램의 개수는 60개이다. 대기전력을 소모할 것으로 예상되는, 백그라운드에서 실행중인 응용프로그램은 43개이다.

실험 결과는 그림 2와 같다. 실험결과에서 가로축은 측정 시간을 나타내며 세로축은 소비된 배터리의 퍼센테이지(%)를 나타낸다. 대기상태의 배터리 소모는 보통의 경우 시간당 1%이하의 소모율을 보이지만 알고리즘 적용 전의 경우 간혹 시간당 3% 이상의 이상소모현상을 발견할 수 있는데, 이는 실험을 위한 제작한 응용프로그램에서 푸시알림이 과하게 들어왔기 때문인 것으로 확인된다. 알고리즘 적용 후의 그래프를 보면, 동 시간대에 오는 푸시알림을 받다가 배터리의 이상소모가 발견되어 응용프로그램을 중지시켜 추가적인 배터리 소모를 방지한 것을 확인할 수 있다. 알고리즘 적용 전의 총 배터리 소모율은 총 24.8%, 적용 후의 배터리 소모율은 총 16.2% 이므로, 해당 실험으로 전력 이상소모 탐지 알고리즘을 적용했을 때 12시간동안 총 8.6%의 배터리를 절약하였다. 추가적으로 사용자의 패턴에 맞는 전력소모 평균값자료가 많으면 많을수록 더욱더 최적화된 배터리 이상소모 방지가 가능하다.

V. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 기존에 단순히 응용프로그램 별 전체 배터리 사용량만을 표기했던 방식을 보완하기 위해서 과거와 현재 배터리 소모율을 고려하고 비정상적 배터리 소모를 근본적으로 검출하기 위한 전력 이상소모 탐지를 제안했으며, 제안한 알고리즘을 적용했을 경우 알고리즘 적용 전보다 약 34.6% 정도 배터리 효율을 높일 수 있었다.

향후 연구로는 전력 이상소모 탐지 알고리즘을 실제 구현하여 여러 상황에 맞춰 이상소모 방지 효과를 검증할 계획이다. 또한 해당 알고리즘을 라이브리화하여 배포함으로써 일반 개발자들이 Android OS 시스템 관리 및 개발에 직접적으로 사용할 수 있도록 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] How Samsung Galaxy S5's Ultra Power Saving Mode makes 10% battery last 24 hours, <http://www.extremetech.com>
- [2] Google Android 6.0 Marshmallow: 5 new features you REALLY should know about, <http://www.express.co.uk>
- [3] J. Paek, J. Kim, and R. Govindan, "Energy-efficient rateadaptive GPS-based positioning for smartphones." in Proc. of ACM MobiSys, pp. 299-314, 2010.
- [4] Z.Zhuang, K. Kim, and J. Pal Singh. "Improving energy efficiency of location sensing on smartphones." in Proc. of ACM MobiSys, pp. 315-329, 2010.
- [5] Lin, K, A Kansal, D Lymberopoulos, and F Zhao. "energy-accuracy trade-off for continuous mobile device location." in Proc. of ACM MobiSys, pp. 285-297, 2010.
- [6] K. Kim, and H. Cha, "WakeScope: Runtime WakeLock anomaly management scheme for Android platform," in Proc. EMSOFT, pp. 27, 2013.
- [7] A. Pathak, A. Jindal, Y. C. Hu, and S. P. Midkiff, "What is keeping my phone awake? Characterizing and Detecting No-Sleep Energy Bugs in Smartphone Apps," in Proc. MobiSys, pp. 267-280, 2012.
- [8] Android users have an average of 95 apps installed on their phones, according to Yahoo Aviate data, <http://thenextweb.com>
- [9] The free app that SLASHES battery drain on Android smartphones, <http://www.express.co.uk>
- [10] Monitoring the Battery Level and Charging State, <http://developer.android.com>
- [11] L.Zhang, et al. "Accurate online power estimation and automatic battery behavior based power model generation for smartphones." in Proc. of ACM CODES+ISSS, pp. 105-114, 2010.