

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.5.177>

JIWIT 2012-5-22

스마트폰의 펌웨어 최적화 방법에 관한 연구

A Study on Firmware Optimization Approach of Smart Phone

조옥래*, 김성민*, 주복규**

Wook-Rae Jo, Sung-Min Kim, Bok-Gyu Joo

요약 스마트폰은 음성이나 문자를 주고받는 단순한 통신 기기에서 벗어나 현대인의 일상생활에서 최고의 필수품이 되었다. 스마트폰의 성능 최적화를 위해 성능 향상과 여유 메모리 확보가 가장 많이 시도된다. 전체적인 성능 향상을 위해서는 컴퓨터 제조사에서 사용하는 CPU 오버 클럭 기법을 사용하며, 앱들의 동작을 원활하게 해주는 여유 메모리 확보 기법 또한 흔히 시도된다. 이 논문에서 우리는 일반 사용자가 스마트폰 성능을 최적화할 수 있는 방법을 제시하고, 대중적인 안드로이드 폰 모델을 대상으로 이 기법을 적용하는 실험을 하고 그 결과를 제시하였다.

Abstract Cell-phones functions have advanced so rapidly and they are now called 'smart-phones.' Typical approach to optimization the performance of a smartphone is the increasing the speed of device and acquiring more free memory. In this paper, we propose relatively simple techniques that average users can apply to their devices to optimize the performance. For performance upgrade, we proposed an over-clocking technique usually used by computer manufacturers. For memory optimization, we proposed deleting unnecessary apps and replacing with better-functioning apps. We also performed experimentation by applying these techniques to a popular Android phone model and presented the results.

Key Words : smartphone performance, over-clocking technique, memory optimization, rooting

1. 서론

현대인의 일상생활에서 모바일 기기는 이제 선택이 아닌 필수품이 되었다. 지하철이나 버스에서 대부분의 사람들이 손에 모바일 장비를 하나씩 들고 무엇인가에 열중하고 있는 모습이 전혀 낯설지 않다. 이러한 디지털 생활의 중심에 있는 것이 바로 핸드폰이다. 통화 기능만을 제공하던 과거의 핸드폰과는 달리 스마트폰이라 불리는 핸드폰은 모든 디지털 장비를 통합해 가며 진화하고 있다^[1, 2]. 즉 기존의 이동 전화기가 고속으로 인터넷과 연

결되고 컴퓨터와 카메라 GPS 내비게이션 등 각종 디지털 기기의 기능까지 통합하면서, 스마트폰은 음성이나 문자를 주고받는 단순한 통신 수단에서 벗어나 언제 어디서든 정보를 습득하고 업무를 수행하는 것은 물론, 사회관계를 유지하고 여가 생활까지 풍부하게 해주는 현대인의 최고 필수품이 되었다^[3, 4].

한편 스마트폰의 운영체제 측면에서 살펴보면, 전 세계적으로 2009년 3분기에 10%의 점유율을 보이던 Android OS가 2011년 3분기에는 52.5%로 엄청난 상승세를 보이고 있다^[5].

*준회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

**중신회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

접수일자 : 2012년 7월 18일, 수정완료 : 2012년 8월 20일

게재확정일자 : 2012년 10월 12일

Received: 18 July 2012 / Revised: 20 August 2012 /

Accepted: 12 October 2012

**Corresponding Author: bkjoo@hongik.ac.kr

Dept. of Computer & Communications, Hongik University, Korea

스마트폰의 열풍으로 많은 기기들이 쏟아져 나오면서 기기의 사용 수명이 줄었다. 사용자가 더 자주 기기 교체를 하는 주된 이유는 기기의 고장이 잦거나 새로운 기기가 새로운 상품이기 때문이 아니라 새로운 기기가 ‘더 빠르기’ 때문이다. 인간은 누구나 ‘빠름’을 추구한다. 우리는 이러한 빠름을 추구하는 현대인의 생활 방식에 주목하고 사용자가 새로운 스마트폰으로 바꾸지 않고도 기존 기기의 성능을 향상시키는 방법에 대하여 연구를 진행하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 국내외의 연구 동향을 살펴본다. 3장에서는 최적화 기법을 기술하였다. 그리고 4장에서는 우리가 제안한 기법에 따라서 실제 스마트폰에 적용한 실험 과정과 실험 결과를 정리하고 그 결과를 평가하였다. 그리고 5장은 결론으로 본 논문을 마무리 한다.

II. 국내외 연구 활동

본 장에서는 현재 국내와 해외에서 개발되고 있는 펌웨어의 개발 방향과 그 내용을 비교 분석하였다.

펌웨어(firmware)란 하드웨어에 내장된 소프트웨어를 뜻하는 말로, 핸드폰 같은 하드웨어 장치에서는 운영체제와 응용프로그램(‘앱’이라 불림)을 말한다. 제조사에서 제품과 함께 공급하는 운영체제는 보통 플래시 메모리에 실려 배포되는데 전통적인 이유로 이를 보통 정품 롬(stock ROM)이라 부르고 제3자가 수정하여 만든 운영체제를 커스텀 롬(customized ROM)이라 부른다. 그리고 이러한 운영체제를 비롯한 제3자 개발 펌웨어는 커스텀 펌웨어라 부른다.

스마트폰의 성능 최적화란 이러한 스마트폰 내부의 펌웨어를 수정 보완하여 하드웨어의 장치의 성능과 기능을 개선시키는 것을 말한다. 스마트폰 애호가들이 그들의 기기의 성능을 높이려는 이유는 주어진 하드웨어로 제조사에서 지원하는 것 이상으로 더 좋은 성능과 기능으로 사용하기 위함이다. 이는 보통 제3자가 제공하는 커스텀 펌웨어를 사용하여 이루어진다.

해외 펌웨어의 개발 동향은 ‘XDA developers’ (<http://www.xda-developers.com/>) 라는 윈도우 모바일과 안드로이드 개발자 포럼이 대표적이며, 대부분의 개발 소식이 이 포럼을 통해 릴리즈, 업데이트되므로 해외 안드로이드 개발 동향을 가장 빠르고 정확하게 파악할 수 있다.

여기에는 수많은 안드로이드 개발자들이 활발히 활동하고 있는데 대부분은 애플리케이션의 개발과 릴리즈이고, 전체의 약 8%정도가 펌웨어를 개발하고 있다. 해외의 펌웨어 릴리즈 중에는 단독으로 구동이 가능한 프로젝트는 그 수가 극히 적고, 상위 프로젝트에서 일부를 수정하거나 개선한 하위 프로젝트들이 많다. 그리고 스마트폰 기기의 성능 향상에 관련된 프로젝트보다는 유저 인터페이스(user Interface)나 테마(theme)와 같은 사용자 편의성 위주의 릴리즈가 대부분이다.

국내에도 개발자간 정보를 공유하는 몇 개의 활동적인 포럼이 있지만 이들 역시 대부분 애플리케이션 개발에 치중하고 있으며, 해외의 포럼과 같이 펌웨어에 관련한 정보교류가 활발한 포럼은 드물다. 그중 해외에서도 그 실력을 인정받은 개발자들이 몇 있는데, 개발자 개개인의 홈페이지에서 배포하는 방식을 취하고 있다. 대표적인 커스텀 펌웨어로는 ‘테그라크’를 들 수 있다. 테그라크의 경우 주로 오버클럭을 통해 성능을 높이는데 중점을 둔 커스텀 펌웨어로 지속적으로 업데이트되고 있으며 여전히 인기를 누리고 있다^[6].

앞서본 바와 같이 해외의 동향은 사용자 편의성에 많은 비중을 두어 UI, 테마, 카메라, 터치 감도 등 사용자 편의성에 많은 비중을 두고 개발이 진행되고 있는 반면, 국내 동향은 속도향상과 OS 최적화와 같이 성능에 많은 비중을 두고 개발이 진행되고 있다.

III. 안드로이드 폰 성능 최적화 방법

사용자 관점에서 스마트폰의 성능을 최적화하는 방법은 주로 두 가지 방법이 사용된다. 하나는 ‘오버 클럭’(over-clocking) 기법을 사용하여 CPU 속도를 높이는 것이고, 다른 하나는 스마트폰에 설치된 필요 없는 앱을 지워서 사용가능한 메모리 용량을 증가 시키는 것이다. CPU 속도를 높이면 대부분의 응용 프로그램 실행 시 빠른 반응을 가져와 답답하다는 느낌을 해소할 수 있다. 또한 핸드폰 구매 시점부터 설치된 필요 없는 앱을 지우거나 더 좋은 앱으로 교체하여 주기억장치의 가용 용량을 증가시키면, 쾌적한 사용 환경을 갖게 되고 여러 앱을 동시에 올려 사용할 수 있어 역시 성능이 향상된 것을 느낄 수 있다.

1. 루팅(Rooting)

위에서 말한 최적화 기법들을 적용하려면 사용자는 자신의 기기에 대해 최고 권한, 즉 시스템을 마음대로 조작할 수 있는 최고 사용자(super user) 권한을 가져야 한다. 이런 권한을 획득하는 것을 안드로이드 폰에서는 ‘루팅’(rooting)이라 부른다. 이 용어는 Android가 Linux 기반의 운영체제이고 Linux에서 최고 권한(관리자 권한)을 ‘루트’(root)라 부르는 데서 연유한다. 참고로 iPhone에서는 이를 ‘탈옥’(jail-breaking)이라 부른다.

핸드폰을 루팅 하여야만 정품 펌웨어가 아닌 커스텀 펌웨어를 설치할 수 있고, 보통 시스템에서 허용하지 않는 여러 작업을 할 수 있다. 그래야만 CPU의 속도를 높이는 오버 클럭 기법을 적용할 수 있고, 핸드폰에 기 설치된 불필요한 앱들을 사용자 마음대로 삭제하거나 교체할 수 있다. 또한 루팅은 구형 하드웨어에 대해 최신의 운영체제(물론 정품이 아닌 커스텀 버전이지만)를 사용하기 위해서도 흔히 사용한다.

핸드폰 하드웨어를 루팅하는 방법은 모두 조금씩 다르지만 대부분은 비슷한 종류의 보안 취약점을 통해서 이루어진다. 주의해야 할 점은, 루팅은 무상 AS 정책에 반하는 것이며, 루팅시 주의를 기울이지 않으면 장비가 고장 날 위험성이 있으며, 이렇게 되면 유상 AS를 받아야 할 가능성이 높아진다.

2. 오버 클럭(Over-Clocking)

오버 클럭 기법은 컴퓨터나 어떤 장비의 속도를 제작자가 지정한 것보다 더 빠르게 동작하도록 하는 것이다. 이를 위해서는 장치의 시스템 파라메타들을 변경하는 작업이 필요하다. 스마트폰의 오버 클럭은 애호가들 사이에서는 스마트폰 성능 향상을 위해 드물지 않게 행해지는 기법이다. 즉 주어진 하드웨어 기기를 가지고 최대한의 성능을 얻기 위하여 핸드폰에 사용된 CPU의 시스템 클럭 속도를 가능한 높게 동작하게 함으로써 이루어진다. 하지만 이 방법은 하드웨어의 불안정을 초래하거나 수명을 단축시킬 위험이 있으며 배터리의 수명을 단축시킬 수도 있음에 유의해야 한다^[7].

3. 메모리 최적화

주 기억 장치를 정리하여 가용 메모리 용량을 높이는 기법 또한 핸드폰 애호가들이 전체적인 시스템 성능을 높이기 위해 흔히 사용하는 방법이다.

핸드폰 제조사들과 이동통신 사업자들은 사용자들의 편의를 제공하고자 여러 가지 기본 앱을 설치하여 판매한다. 이중 상당수의 앱은 거의 사용하지 않던가, 더 성능이 좋은 앱을 쉽게 구할 수 있는 것들이다. 메모리 최적화는 사용자가 필요 없는 앱을 지우거나 메모리를 적게 차지하고 더 성능이 좋은 앱으로 교체하여 더 쾌적하게 기기를 사용할 수 있게 하는 방법이다. 이를 위해서 일단 핸드폰을 루팅한 후에는 ‘Root Explorer’라는 앱을 이용하여 쉽게 사용자가 원하는 목적을 달성할 수 있다.

4. 필요한 도구

위에서 기술한 스마트폰 성능의 최적화를 위해 필요한 도구는 다음과 같다.

- ① 개발용 PC에 설치된 VMware 상에 운용되는 Ubuntu 운영체제.
- ② Odin: Linux에 동작하며 핸드폰에 원하는 소프트웨어를 다운로드 하기 위한 필수적인 도구.
- ③ Root Explorer: 스마트 폰에서 루트 권한 사용자를 위한 파일 관리자 앱이다. 윈도우 운영체제의 탐색기와 같은 역할을 하며, 이를 통해 사용자는 안드로이드 파일 시스템 전체에 접근할 수 있다. Root Explorer 앱을 사용하기 위해서는 핸드폰이 루팅된 상태여야 한다.
- ④ Quadrant: 핸드폰의 성능을 측정하는 벤치마크 소프트웨어로서, CPU, 메모리, I/O, 그래픽스 성능을 측정하여 점수로 나타내어준다. 오버 클럭 실험에서 각 단계마다 변화된 성능 값을 측정할 수 있는 유용한 도구이다. Quadrant 앱은 마켓에서 다운로드 할 수 있다.

IV. 최적화 실험 및 결과

이장에서는 우리가 행한 실험 내용을 상세히 기술 한다. 우선 핸드폰을 루팅 하고나서, 오버 클럭 기법을 여러 단계로 적용하며 성능을 측정하여 현실적으로 가능한 최고의 CPU 성능을 높이고, 마지막으로 메모리 최적화를 실행하여 더 빠르고 쾌적한 스마트폰을 사용할 수 있었다.

1. 실험 대상 및 환경

이 절에서는 우리가 실험에 필요한 도구로서 PC와 소프트웨어, 실험 대상인 스마트폰의 사양과 소프트웨어, 그리고 기타 개발 환경과 조건을 기술 한다.

우리가 개발용으로 사용한 PC는 최신 노트북(모델: LG Xnote R590-URA1K)에 Windows 7 운영체제가 탑재 되어 있으며 RAM은 3GB이다. 여기에 사용된 소프트웨어들은 표 1에 정리하였다.

표 1. 실험 PC에 사용된 소프트웨어
Table 1. PC Software for Experiments

윈도우	- Java JDK 1.7.0_1 - Eclipse IDE Indigo Service Release 1 - Android SDK - Odin3 v1.85 - VMware 7.1.4
Linux	Ubuntu 11.10

우리가 실험 대상으로 한 핸드폰은 ‘삼성 갤럭시 S2’ 모델이며 상세 하드웨어 사양은 표 2와 같다.

표 2. 실험 대상 스마트폰 사양
Table 2. Spec for Target Smartphone

Model	Samsung Galaxy S2 SHW-M250
OS	Android 2.3.3 GingerBread
CPU	ARMv7 1.2 GHz Dual Core Application Processor
RAM	1GB
GPU	ARM Mali-400 MP

이 스마트폰 기기에 사용한 소프트웨어 도구로서는 앞에서 언급한 바와 같이 ‘Root Explorer’와 ‘Quadrant’ 벤치마크 앱이다.

실험을 수행한 장소의 실내 온도는 섭씨 22도~ 23도이며 오버 클러킹 실험을 수행하며 온도를 측정하기 위해서는 ‘Sentry LX : 팬 컨트롤러’(온도계)를 사용하였다.

2. 상세 실험 과정

최적화 실험은 ‘빠름’에 목표를 두었기 때문에 속도의 가장 기본이 되는 CPU의 클럭 값을 증가시키는 것을 우선으로 하였고, 두 번째로는 여유 메모리를 최대한 확보함으로써 쾌적한 환경을 만드는 것으로 하였다.

리눅스 운영체제를 이용하여 기술한 일련의 과정을 통해 루팅을 하게 되면 안드로이드 시스템을 직접적으로 수정할 수 있는 기기의 ‘슈퍼 유저’ (최고 권한 사용자)가 된다. 우리는 슈퍼 유저 상태에서 CPU의 클럭값을 수정하여 속도를 올리고, 임의로 앱을 수정 및 삭제하여 여유

메모리를 확보한다.

다음은 실험 과정을 단계 별로 기술하였다^[8].

- (1) 윈도우에 VMWare를 사용하여 Ubuntu 설치
- (2) 제조사 사이트(<https://opensource.samsung.com/>) 로 부터 순정 커널을 다운로드 한후, Ubuntu를 통해 루트권한 획득.
- (3) Odin3 v1.85를 사용하여 디바이스 루팅: 이 과정의 세부 절차는 다음과 같다^[9].
 - ① 루팅된 커널을 윈도우로 복사
 - ② 디바이스 다운로드 모드 가동
 - ㉠ Power off
 - ㉡ 전원 + 홈 + 볼륨 아래키
 - ③ 디바이스 USB 연결
 - ④ 윈도우에서 Odin3 v1.85 실행
 - ⑤ PDA버튼 클릭
 - ⑥ 위에서 루팅한 커널 선택
 - ⑦ 디바이스 루팅 완료
- (4) Root Explorer를 사용하여 CPU 정보를 획득하고 관련 파일을 추출하여 분석한다.
- (5) Eclipse Indigo를 실행하여 위에서 추출한 소스를 분석하고 CPU 클럭값을 우리가 원하는 값으로 설정한다.
- (6) Quadrant를 이용한 벤치 마크: 안드로이드 마켓에서 Quadrant 앱을 다운 받아서, CPU 값 설정에 따른 스마트폰의 성능을 지속적으로 측정하며 기기의 온도 변화를 확인한다.

3. 실험 결과

본 절에서는 우리가 수행한 성능과 메모리의 최적화 실험의 진행 내용과 결과를 기술한다.

가. 성능 최적화

루팅을 통해 CPU의 클럭 값을 변경함으로써 속도 향상을 위한 실험을 진행하였다. 이 실험에서 성능의 변화 값은 퀴드런트 벤치마크 프로그램을 사용하여 측정하였다. 퀴드런트는 스마트폰의 성능을 5개 분야(CPU, Memory, I/O, 2D Graphic, 3D Graphic)의 항목으로 나누어 환산하여준다.

사용된 기기의 기본 CPU 클럭은 1204MHz로 퀴드런트 점수는 3.105점이 나왔다. 이 후 클럭값을 50MHz씩 증가 시켰으며 각 단계마다 측정된 스마트폰의 성능 값(퀴드런트 점수)와 온도를 그림 1에 정리 하였다. (그림

에서 푸른 색 막대는 벤치마크 점수 값을, 붉은 실선은 기기 온도를 나타낸다.)

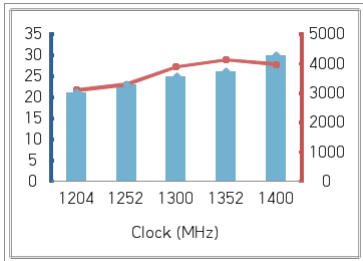


그림 1. 쿼드런트 벤치마크 점수와 온도 변화
Fig 1. Quadrant Score and Temperature

그림을 보면, 1252MHz에서 3,302점, 이후 1300MHz에서 3,899점, 1352MHz에서 4,173점, 1400MHz에서 3,982점의 결과를 나타내었다.

50MHz씩 증가시켰을 경우 쿼드런트 점수가 계속하여 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그런데 마지막 실험단계인 1400MHz에서 쿼드런트 값이 감소했을 볼 수 있다. 그 원인은 CPU 외에 핸드폰의 전체적인 속도에 큰 영향을 미치는 GPU의 영향으로 추정된다. 또한 이때 기기의 온도 상승폭이 큰 편이어서 더 이상의 CPU 클럭 값을 높이는 실험을 멈추었다.

나. 메모리 최적화

루팅을 통해 슈퍼유저가 된 상태라면, 기본적으로 설치되어 있는 앱들의 삭제와 교체가 가능하다. 이러한 과정을 통해 4차례 실험을 진행하였다(그림 2).

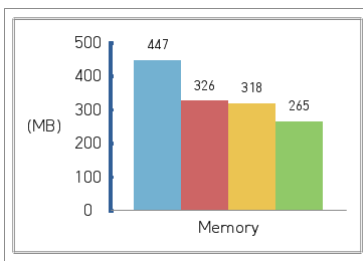


그림 2. 메모리 사용량의 변화
Fig 2. Change of Memory Usage

테스트는 기기의 전원을 켜 후 아무런 앱도 실행시키지 않은 상태에서 5분 뒤 확인하는 방식으로 진행되었다. RAM 사용량은 안드로이드 자체에서 확인하기 때문에 별도의 프로그램을 사용하지 않았다.

1차 테스트는 실험을 시작하지 않은 상태에서 측정된 값으로 RAM 사용량은 447MB로 측정되었다. 2차 테스트는 기기 제조사에서 기본으로 제공되는 앱을 삭제하여 121MB를 추가 확보하여 326MB로 낮추었고, 3차 테스트는 통신사에서 제공되는 앱을 삭제함으로써 318MB로 낮출 수 있었다.

2차와 3차 테스트에서는 사용빈도가 매우 낮은 앱을 삭제하는 것이지만, 4차 테스트의 경우는 음악, 카메라, 비디오, SMS와 같이 사용 빈도가 높은 앱들을 비교적 메모리 점유율이 낮은 앱으로 교체하는 작업이었고 이를 통해 메모리 사용량을 265MB로 낮출 수 있었다. 참고로 4차 실험에서 교체된 앱들은 다음과 같다.

- ① Music: Power AMP
- ② Camera: Vignette
- ③ Video: MX Player
- ④ SMS: GO SMS

4. 평가

오버 클럭킹 기법을 적용한 실험에서는 CPU 클럭을 1204MHz에서 1352MHz까지 끌어올림으로써 12.29%의 속도 향상을 보였고, 쿼드런트 점수를 보면 3,105점에서 4,173점으로 높아져서 핸드폰 성능이 34.40% 향상되었다(그림 3).

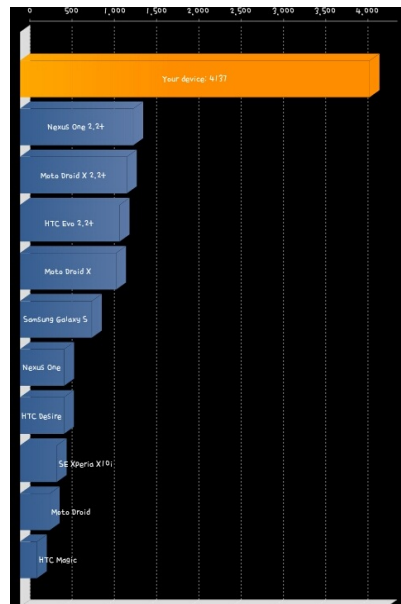


그림 3. 향상된 쿼드런트 점수(최종)
Fig 3. Quadrant Score Improvement

메모리 최적화 실험의 경우, 메모리 사용량을 기본상
태 447MB에서 265MB로 낮춤으로서 40.71%의 용량 이
득을 볼 수 있었다(그림 4).

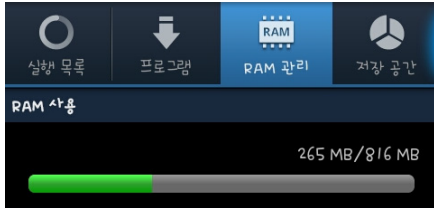


그림 4. 향상된 가용 메모리(최종)
Fig 4. Available Memory(Final)

이러한 실험 결과를 통해서 우리는, 새로운 기기 구입
이나 추가 비용 없이 우리가 제시한 기법을 적용하여 하
드웨어의 성능을 끌어 올림으로써 기기의 성능을 최대한
높일 수 있다는 것을 확인하였다.

V. 결 론

스마트폰은 이제 현대인의 생활 속에서 빠져서는 안
될 필수품으로 자리 잡았다. 빠르게 성장하고 있는 스마
트폰 시장은 르네상스와 비견될 만한 큰 변화의 물결을
선도하고 있다.

이 연구에서 우리는, 일반 사용자가 어렵지 않게 자신
의 하드웨어 성능을 최적화 할 수 있는 한 기법들을 제시
하였고, 이 기법을 실제 대중적인 안드로이드 폰에 적용
하여 성능을 향상 결과를 정리 기술 하였다. 우리의 실험
에서는 오버 클럭 기법을 사용하여 CPU 속도를 높여서
Quadrant 벤치마크 점수로 34% 이상의 성능 향상을 이
루었고, 제조 및 통신사에서 설치한 필요 없는 앱들을 제
거하고, 더 성능이 좋은 앱을 시장에서 쉽게 구할 수 있
는 경우 이를 교체함으로써 전체적인 메모리 가용 용량
을 40% 향상시킴으로써 쾌적한 운용 환경을 확보 하였다.

펌웨어는 스마트폰의 기술 발전을 위해 반드시 필요
한 요소지만, 상업성을 갖기 힘들고 개발이 힘들다는 이
유로 시장에서 외면 받고 있다. 하지만 펌웨어 개발 아이
디어가 실제 제조사의 스마트폰 성능과 기능 개선에 많

은 기여를 하고 있음에 주목하여 정부 및 제조사에서 개
발자 포럼의 활성화에 많은 지원을 할 것을 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] Byung-Chan Jeon, Gyoo-Seok Choi, Sang-Joung Lee, "Implementation of Appliance Control System Using Smart Phone", Journal of Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol.11, No.3, pp.67-74, June 2011.
- [2] Namyun Kim, "Smart Message Service Platform for Mobile Environment", Journal of Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol.11, No.5, pp.73-79, October 2011.
- [3] Hyun-Woo Je, Oh Yang, Remote Monitoring System for Photovoltaic Inverter Using a Smart-phone, Journal of Korean Institute of Information Technology, vol. 10, no. 1, pp. 241-240, 2012.
- [4] Kwang-Hyun Noh, Development of a Lane Departure Warning Application on a Smartphone, Journal of Korea Academia- Industrial Cooperation Society, v.12, no.6, pp. 2793-2800, 2011.
- [5] Gartner, Inc., "Gartner Smart Phone Market-share 2011 Q3", 2011.
- [6] <http://pspmaster.tistory.com/>
- [7] Ryan Whitwam, "The Risks and Rewards of Over-clocking Android Phones", <http://www.tested.com/news/news/444-the-risks-and-rewards-of-overclocking-android-phones/>, June 16, 2010.
- [8] Oook-Rae Cho, Sung-Min Kim, You-Hee Kim, "Final Project Report of Smart +Up", Dept of C&IC, Hongik University, December 2011.
- [9] Fahad Abdullah, "Use Odin to Root Samsung Galaxy S i9000 Running Android 2.3", <http://www.addictivetips.com/mobile/use-odin-to-root-samsung-galaxy-s-i9000-on-android-2-3-gingerbread/>, March 02, 2011

저자 소개

김 성 민(준회원)



- 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과(학사)

<관심분야: 커스텀 펌웨어 개발, 앱 개발>

주 복 규(종신회원)



- Univ of Maryland 공학박사
- 1990년 ~ 1998년 : 삼성전자 중앙연구소 수석연구원
- 1998년 ~ 2000년 : (주)동양시스템즈 연구소장
- 2001년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터 정보통신공학과 교수

<주관심분야 : 소프트웨어 개발방법론, 네트워크 보안>

조 옥 래(준회원)

- 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과(학사)

<관심분야 : 커스텀 펌웨어 개발, 앱 기획>