

상용 휴대형 멀티미디어 재생기 전력소모 패턴 분석[†]

(Analysis of Power Consumption Patterns for
Commercial Portable Multimedia Players)

남영진*, 양은주**, 이종열**, 김성률**, 서대화***
(Young-Jin Nam, Eun-Ju Yang, Jong-Yuol Lee,
Seong-Ryul Kim, Dae-Wha Seo)

요약 데이터, 비디오, 오디오 등에 대한 디지털 컨버전스 추세와 함께, 최근 휴대용 멀티미디어 재생기(PMP)가 점차 대중화되고 있다. PMP는 DSP, 보다 큰 LCD 스크린, 하드디스크 등이 장착되는 이유로 다른 휴대형 장치들에 비해서 효과적인 전력관리에 대한 필요성이 강조되고 있다. 본 논문에서는 데이터수집 장치를 기반으로 한 하드웨어/소프트웨어기반 전력 측정 시스템 구축에 대해서 설명하고, PMP에서 발생하는 부팅, 동영상 재생, 다양한 비디오 코딩 방식 적용과 같은 다양한 사건 실행시의 전력소모 패턴을 측정하고 분석한다. 분석 결과는 저전력 PMP 장치를 설계하기 위한 유용한 정보를 제공한다.

핵심주제어 : 저전력, 휴대형 멀티미디어 재생기, 동영상재생, 하드디스크

Abstract Portable multimedia player (PMP) devices have been gaining in its popularity with the emerging digital convergence of data, video, audio, etc. Since the PMP devices are typically equipped with DSP, a bigger LCD screen, and a hard disk, efficient power management has become more crucial than the other portable devices. This paper builds up a hardware/software-based power measurement system based on data acquisition devices. Subsequently, it measures and analyzes the power consumed in commercial PMP devices under different types of events: the system boot & shutdown, video playback, and the use of different video-coding types. Finally, our analysis of the measured power consumption patterns reveals useful information for the design of low-power PMP devices.

Key Words : Low power, portable multimedia player, video playback, hard disks

1. 서 론

프로세서, 무선 네트워크, 입출력 장치 및 코덱 등의 발전과 함께 휴대형 멀티미디어 재생기(PMP: Portable Multimedia Player) 장치가 점차 대중화 되고 있는 추세이다. PMP 장치는 초기에 고품질의 동영상을 재생하기 위한 목적으로 생산되었지만, 최근 들어서는 차량용 네비게이션, 전자사전, DMB와 같은 다양한 응용을 흡수하는 디지

[†] 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음
(IITA-2006-C1090-0603-0045)

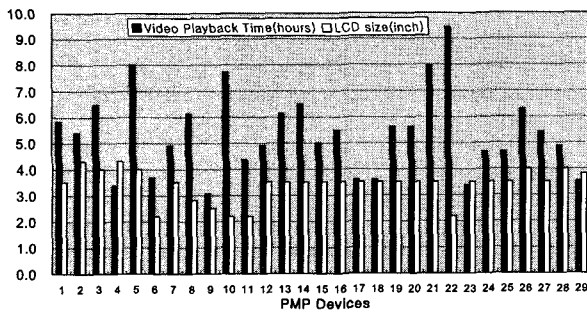
* 대구대학교 컴퓨터·IT공학부

** 경북대학교 임베디드 소프트웨어 연구센터

*** 경북대학교 전자전기컴퓨터학부

털 컨버전스 단말기로 주목받고 있다. 일반적으로 PMP 장치에는 보다 큰 LCD 스크린, 동영상 파일 저장을 위한 하드디스크(HDD), DSP기반의 비디오/오디오 코덱이 장착되어 있다.

PMP 장치에서는 전력소모가 많은 하드웨어 장치 뿐만 아니라, 복잡한 소프트웨어 모듈들을 포함하고 있기 때문에 다른 휴대형 단말 장치들에 비해서 전력관리에 대한 필요성이 높다. 기존연구 [1]에서는 PMP 장치에서 LCD 백라이트와 HDD에서 소모되는 전력이 전체 소모전력의 35.5%와 12.4%인 것으로 분석하고 있다. PMP 장치에서 동영상재생이 주요 응용이며, 동영상 파일의 크기는 약 1.6GB정도이며 실행시간은 약 2시간 정도이다. 그림 1은 현재 판매중인 상용 PMP 장치들의 연속 동영상 재생시간의 분포를 보여주고 있다[2].



<그림 1> 상용 PMP 장치의 평균 연속 동영상재생시간

상용 PMP 장치들의 평균 연속 동영상 재생시간이 4-5시간이며, 이는 사용자가 배터리 재충전 없이 약 2편 정도의 영화를 볼 수 있는 시간에 해당된다. HDD 대신 대용량 플래시 메모리를 사용하는 몇몇 PMP는 7시간의 연속 동영상 재생시간을 제공하고 있으나, 아직까지는 플래시 메모리보다 HDD를 사용하는 것이 가격대 성능비 측면에서 우위에 있다. HDD를 사용할 경우에는 읽기/쓰기 시 디스크를 헤더를 움직임과 스핀들 모터 구동 때문에 플래시 메모리에 비해서는 높은 전력소모가 발생한다. 일반적으로 HDD는 플래시 메모리에 비해서 10배 이상의 높은 전력을 소모하는 것으로 알려져 있다.

PMP 장치 내에 속한 각각의 다양한 하드웨어

컴포넌트들에 대해서 소모전력을 줄이기 위한 많은 연구들이 진행되었다. LCD에 대한 저전력 연구로 기존연구[3]에서는 정지 영상의 밝기를 보상 해주면서 백라이트의 밝기를 줄이는 형태로 전력소모를 개선시키는 방법을 제안하였으며, 기존연구 [4]에서는 스트리밍 데이터에 대해서 밝기 보상과 LCD 백라이트 제어를 시도하였다. 또한, 기존연구 [5]에서는 제한된 배터리 상에서 동작하는 멀티미디어 응용에서 이용되는 LCD 패널에 대한 새로운 형태의 백라이트 전력 제어 프레임워크(확장 DL S)를 제안하였다. 특히, HDD는 전력소모량이 상이한 다단계의 전력 상태를 제공한다. 특히, ATA 표준에서는 active, idle, standby, sleep이라는 네 개의 전력 상태를 제공하고 있다[6]. Active 모드에서 HDD는 읽기 및 쓰기 작업을 위해서 헤더를 기계적으로 움직여야 하기 때문에 매우 높은 전력을 필요로 한다. Idle 모드에서는 HDD는 헤더의 기계적 움직임 없이 모터를 회전시키고만 있으며 약 0.75-2watts의 전력을 소비한다. HDD의 모터는 Standby와 Idle 모드에서 비로소 정지하게 된다. Standby 모드에서 HDD는 약 0.25watts의 전력을 소비하며, 뒤따르는 디스크 입출력 요구 시 HDD를 별도로 초기화 없이 모터를 스핀 업 한 후에 즉시 처리가능하다. Sleep 모드에서는 0.1watts의 매우 낮은 전력을 소비하지만, 발생하는 입출력 명령어 처리를 위해서 모터 스핀 업 뿐만 아니라 초기화를 위한 부가적인 파워 사이클이 필요하다. 현재까지 모바일 및 서버 시스템 내의 HDD 전력 상태를 동적으로 제어하기 위한 다양한 기법들이 제안되었다. 기존연구[7]에서는 HDD의 전력을 줄이기 위해서 디스크 회전속도를 동적으로 조절하는 DRPM기법을 제안하였다. 기존연구[8]에서는 응용의 소스 프로그램을 분석하고, HDD 접근 패턴을 분석한 후에, 응용 소스 프로그램 내에 HDD의 전력 상태를 명시적으로 제어할 수 있는 컴파일러 수준의 전력 절감기법을 제안하였다.

본 논문에서는 PMP 부팅 및 셧다운, 동영상 재생, 다양한 비디오 코덱 사용 등의 장치 내에서 빈번하게 발생하는 주요 사건들에 대한 전력소모 패턴을 측정하고 분석한다. PMP 장치에 대한 전력소모 패턴 분석은 저전력 기법 개발에 앞서 수행

되어야 하는 매우 중요한 작업임에도 불구하고, 실시간 전력 측정 시스템 구축의 어려움 등으로 기존연구는 매우 제한적이었다[1]. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 PMP 장치에서 소모전력을 측정하기 위한 시스템 및 실험 환경에 대해서 기술한다. 다음으로 3장에서는 PMP내의 각 주요 사건들에 대한 전력소모 패턴을 수집 및 분석한 결과를 제시한다. 끝으로 4장에서 최종 결론을 맺는다.

2. 실험 환경

본 장에서는 실험 대상으로 선정한 상용 PMP 장치의 하드웨어 및 소프트웨어 사양과 소모전력을 측정할 시스템에 대해서 기술한다.

2.1. 상용 PMP 장치 규격

소모전력을 측정하기 위해서 상용화되어서 현재 시장에서 널리 판매되고 있는 세 대의 상용 PMP 장치를 선정하였으며, 표 1은 각 PMP 장치의 하드웨어 및 소프트웨어 사양을 보여주고 있다.

타입 A, B, C는 5-30GB 용량을 갖는 HDD를 장착하고 있다. 타입 A와 B는 3.5인치 LCD 스크린을 장착하고 있는 반면에, 타입 C는 OLED(Organic Light-Emitting Diode)[11]를 장착하고 있다. PMP 장치들의 1,100mA에서 2,700mA 사이의 배터리 용량을 갖는다. 타입 A와 B는 임베디드 리눅스 운영체제를 사용하고 있는 반면에, 타입 C는 WinCE 혹은 임베디드 리눅스가 아닌 펌웨어 수준의 자체 운영체제를 사용하고 있다. 각 장치들은 동영상 재생을 위해서 다양한 형태의 코덱(Codec)을 제공하고 있으며, DivX가 가장 널리 사용되고 있는 코덱이다.

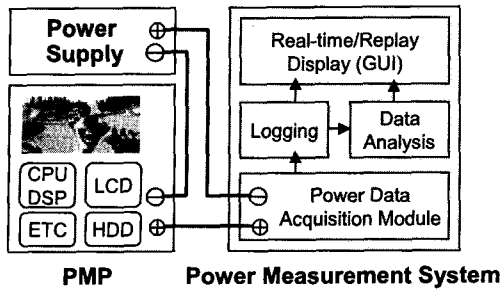
각 장치에 장착된 배터리의 용량을 1,000mA로 가정하였을 경우에, 타입 A, B, C에서 연속으로 동영상을 재생할 수 있는 시간은 2.6시간, 2.1시간, 그리고 2.7시간 정도로 계산된다. 끝으로, 타입 A, B, C에서 사용하고 있는 칩셋의 종류는 Sigma Design사의 EM8611, Texas Instrument사의 DM270, Texas Instrument사의 DM320이다.

<표 1> 실험대상 상용 PMP 하드웨어 및 소프트웨어 사양

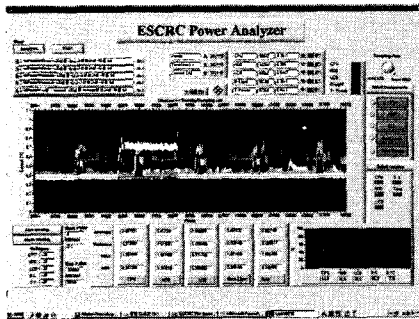
		타입 A	타입 B	타입 C
HDD	용량	30GB	20GB	5GB
	크기	1.8인치	1.8인치	1인치
	모델	MK3006 GAL	MK2004 GAL	Seagate
디스플레이	타입	LCD	LCD	OLED
	크기	3.5인치	3.5인치	2.2인치
배터리	용량	2,700mA	2,400mA	1,100mA
	전압	4.2V	4.2V	4.2V
동영상재생	최대 재생 시간	7시간	5시간	3시간
	지원 코덱	DivX/Xvid/MPEG4	DivX/Asf/MPG4	DivX/Asf/WMV9
운영체제	타입	리눅스	리눅스	없음(자체 F/W)
칩셋	타입	Sigma EM8511	TI DM270	TI DM320

2.2. 전력 측정 시스템

저전력 시스템 설계를 위한 첫 번째 단계는 시스템 상에서 해당 응용 프로그램을 실행하였을 때 소모되는 전력 패턴에 대한 이해이고, 이러한 소모전력을 측정하기 위해서는 실시간으로 전력을 측정할 수 있는 시스템 구축이 필수적이다. 본 연구에서는 이러한 전력 측정 시스템을 기존 DAQ 하드웨어 및 LabVIEW 소프트웨어[10]를 기반으로 구축하였다. 구축된 시스템의 개략 구조를 그림 2(가)에 나타내었다. 구축된 전력 측정 시스템은 전력 데이터 수집(DAQ) 모듈, 로깅 모듈, 데이터 분석 모듈, 그리고 실시간/재생 디스플레이 모듈로 구성되어 있다. DC 전압(4.2V)을 제공하기 위해서 DC 파워 서플라이를 사용하였으며, 측정된 소모전력 값이 올바른지를 디지털 멀티미터를 통하여 검증하였다.



(가) 시스템 개략 구조



(나) 디스플레이(GUI)

<그림 2> 전력 측정 시스템 구조

전력 데이터 수집 모듈은 측정된 전력을 디지털화하여 시스템 내의 로깅 모듈로 보내주며, 하드웨어 장치로는 National Instrument사의 PCI-4070 DAQ를 사용하였다. 실제적으로는 전력소모가 발생하는 위치의 전류를 측정하며, 해당 전압을 곱하여 소모된 전력을 간접적으로 계산하였다. 전류 측정을 시행하기 때문에 전력 측정 시스템은 PMP와 파워 서플라이 사이에 직렬로 연결된다. 전력 데이터 수집 모듈은 초당 100개의 전력 값을 샘플링할 수 있도록 설정되었다. 전력 측정 시스템 내에 여러 개의 전력 데이터 수집 DAQ를 장착할 경우에 다수의 하드웨어에서 소모되는 전력을 동시에 측정 가능하다. 현재는 하나의 DAQ 카드가 장착되어 있으며 네 개 이상의 DAQ 카드를 추가로 장착할 예정이다. 로깅 모듈은 DAQ를 통하여 수집된 데이터를 저장하는 부분을 담당하며 LabVIEW 소프트웨어를 기반으로 작성되었다. 데이터 분석 모듈은 로깅된 데이터를 기반으로 오프라인으로 시간 구간별 다양한 형태의 통계치를 구할 수 있도록 한다. 로깅 시 데이터 혹은 분석 데이터들은 실시간/재생 디스플레이 모듈에 제공

하는 그림 2 (나)에서와 같은 그래픽 기반 사용자 인터페이스를 통하여 보여 진다.

3. 전력소모 패턴 분석

본 장에서는 PMP 장치 내에서 빈번하게 발생하는 시스템 부팅 및 셧다운, 동영상 재생, 다양한 비디오 코딩 방식 사용 등의 주요 사건들에 대한 전력소모 패턴을 측정하고 분석한다. PMP 장치 하드웨어 회로의 부재, 회로 직접 수정 불가 등의 이유로 PMP 장치 내에 존재하는 각 하드웨어 컴포넌트들에서 소모된 전력을 직접 측정하는 작업은 수행되지 못하였다. 대신 전력(전류) 측정은 배터리 단에서만 실시되었다.

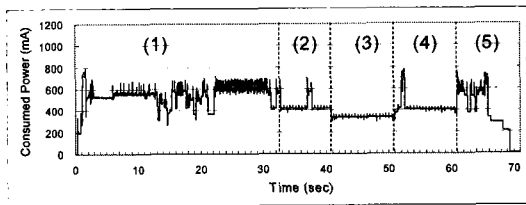
3.1. 부팅(Booting) & 셧다운(Shutdown)

각 PMP 장치에 대해서 시스템 부팅과 셧다운 작업을 시행하면서 소모되는 전력을 측정하였다. 또한, 부팅된 후에 10초 동안 유휴(idle) 상태에 있을 경우에 디스플레이가 자동으로 꺼지도록 설정하여, 디스플레이 장치에 의해서 소모되는 전력도 부가적으로 측정해 보았다.

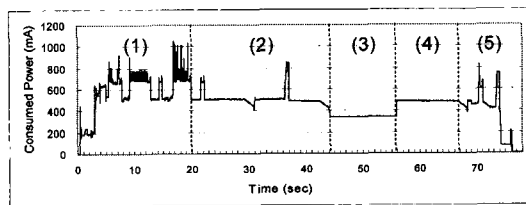
그림 3에서와 같이 부팅 & 셧다운 사건은 시간에 따라서 다음과 같은 5가지 세부 사건들로 구성되어 있다: (1) PMP 부팅, (2) 시스템 유휴, (3) 디스플레이-오프, (4) 디스플레이-온, (5) PMP 셧다운.

첫째, 세부 사건 (2)-(3)을 분석하여, 디스플레이 장치에서 소모되는 전력을 측정해 보았다. 타입 A, B, C 장치에서 디스플레이 장치에 의한 평균 소모 전력은 50mA, 100mA, 170mA로 측정되었다. 타입 C는 OLED 기반의 디스플레이 장치를 이용하기 때문에 다른 장치들에 비해서 화면의 크기가 작음에도 불구하고 소모전력이 높은 것으로 측정되었다. 둘째, 부팅에 따른 소모전력을 측정해 보았다. 타입 C가 12.5초로 가장 짧은 부팅시간을 소모한 반면에, 타입 A는 32.5초로 약 2.5배 이상의 긴 시간을 소모하였다. 이러한 부팅시간의 차이는 타입 A와 B는 임베디드 리눅스를 사용하고 있는 반면에, 타입 C는 펌웨어 수준의 자체 운영체제를 이

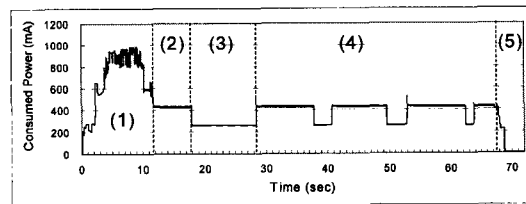
용하고 있기 때문이다. 셧다운 시간도 부팅시간과 비슷하게 타입 C가 다른 장치들에 비해서 두배 정도 빠른 것으로 측정되었다. 부팅 시에는 다양한 장치들이 초기화를 위해서 사용되기 때문에 소모 전력의 변화가 매우 크다. 타입 A, B, C에서 부팅 시 소모되는 평균 전력은 2.24watts, 2.36watts, 2.77watts로 측정되었다. 타입 C가 OLED 디스플레이 장치 때문에 다른 장치들에 비해서 약간 높은 전력을 소비하고 있음을 알 수 있다. 하지만, 부팅시간을 함께 고려한 전체적인 에너지(배터리) 소모량 측면에서는 타입 C가 가장 우수함을 볼 수 있다. 끝으로, 표 2에 측정된 결과를 요약하였다.



(a) 타입 A



(b) 타입 B



(c) 타입 C

<그림 3> 부팅 & 셧다운 사건 내의 5개의 세부 사건별 PMP 전력소모 패턴 변화

첫째, OLED 디스플레이 장치는 LCD 디스플레이 장치보다 1.7-3.4배 많은 전력을 소비하였다. 둘째, 부팅 및 셧다운 시 운영체제를 이용하지 않는 타입 C가 다른 장치들 보다 2-3배 적은 에너지를 소비하였다. 이러한 전력소모 패턴 분석을 통해 저전력 PMP 설계를 위해서는 OLED가 주는

장점에도 불구하고 더 큰 화면을 제공하면서도 전력소모가 적은 LCD를 사용하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있다. 또한, 상위의 다양한 응용을 제공하기 위해서 임베디드 리눅스 및 WinCE와 같은 운영체제가 PMP 탑재되는 추세를 감안 할 때, 특히 부팅시간(셧다운 시간)을 단축시키기 위한 다양한 기법[12]들이 고려되어야 한다.

<표 2> 부팅 & 셧다운 사건에 따른 각 PMP 장치별 전력소모 패턴 결과요약 (1000mA, 4.2V 배터리를 이용하였다고 가정함)

	타입 A	타입 B	타입 C
부팅 시간 (secs)	32.5	20.0	12.5
셧다운 시간 (secs)	10.0	10.0	4.5
부팅시 평균 소모전력 (watts)	2.24	2.36	2.77
셧다운시 평균 소모전력 (watts)	1.49	1.34	0.34
부팅-셧다운시 평균 소모에너지 (J)	158.5	111.0	52.9
부팅-셧다운 최대 반복횟수	94	136	286
디스플레이 소모전력	50	100	170

3.2. 동영상재생(Video Playback)

DivX 방식(DivX(R) 방식)으로 코딩된 동영상 파일을 각 PMP 장치에서 실행하면서 HDD와 디스플레이 장치에서 소모되는 전력을 조사하였다. 본 실험을 위해서 사용한 DivX 동영상 파일은 320x240 해상도, 24-bit 샘플 크기, 110Kbps 데이터 속도, 초당 23프레임 등의 속성을 갖는다. 동영상 재생기는 각 PMP 장치에서 제공하는 자체 프로그램을 이용하였다. PMP 장치는 HDD에 저장된 동영상 파일을 읽어 자체 코덱을 이용하여 디코딩한 후에, 디스플레이 장치를 통해서 결과를 보여준다. 또한, 본 실험에서는 오디오 볼륨을 최소화함으로써 오디오에 의한 전력소모를 최소화 하였다.

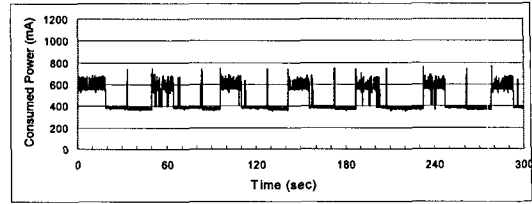
표 3에 본 사건에 대한 측정 결과를 요약하였다.

<표 3> 동영상 재생 사건에 따른 각 PMP 장치별 전력소모 패턴 결과 요약
(1000mA, 4.2V 배터리를 이용하였다고 가정함)

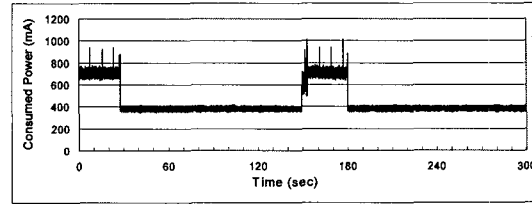
	타입 A	타입 B	타입 C
총 소모전력에서 HDD 소모전력 (%)	10	9.4	6.2
총 소모전력에서 디스플레이 소모전력 (%)	11	22	31
총 소모전력 (W)	1.88	1.85	2.23
연속동영상재생시간 (hours)	2.23	2.27	1.88

총 소모전력의 6-10%와 11-31%가 HDD와 디스플레이 장치에서 소비되었다. 기존 연구결과[1]에서와 같이 HDD와 디스플레이 장치가 PMP 장치 내에서 가장 높은 전력을 소비하고 있음을 알 수 있었다. OLED를 이용하는 타입 C는 LCD를 이용하는 다른 장치에 비해서 디스플레이에서 소비되는 전력량이 높다. 결과적으로, 타입 C의 연속 동영상 재생시간이 가장 낮은 결과를 보이고 있다. 타입 C의 측정된 연속 동영상 재생시간은 제품 사양에 나와 있는 시간보다 좀 더 짧은 것을 볼 수 있다.

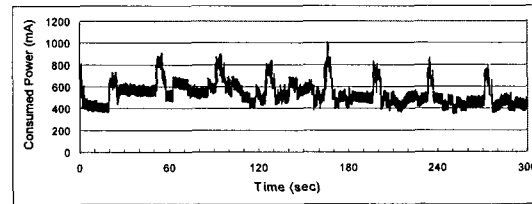
다음으로, 각 PMP 장치에서 평균 소모전력이 아닌 시간별 전력소모량의 변화를 그림 4에 나타내었다. 그림에서 나타난 주기적인 펄스 모양은 HDD로부터 동영상 데이터를 주기적으로 읽어들이는 작업에 의해서 만들어지며, 흥미롭게도 각 PMP 장치에서 보이는 패턴은 매우 상이한 형태로 나타난다. 일반적으로 동영상 재생 시 HDD 읽기 작업에 대한 패턴은 지터(jitter)를 방지하기 위해서 동영상 재생기의 버퍼링 정책에 의해서 결정되거나 혹은 커널 내의 파일 시스템의 선반입(prefetch) 정책에 의해서 결정된다.



(a) 타입 A



(b) 타입 B



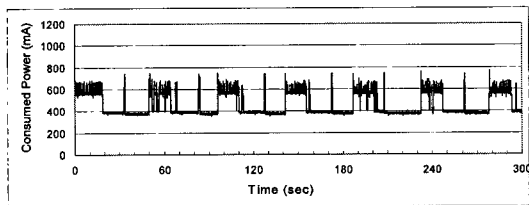
(c) 타입 C

<그림 4> 동영상 재생 사건에 대한 각 PMP에서의 시간별 전력소모 패턴 변화

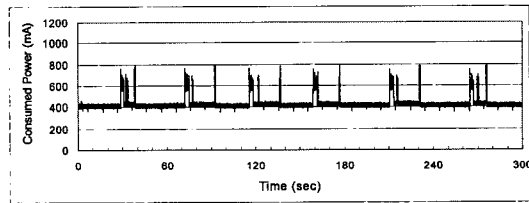
본 실험결과에 따르면 임베디드 운영체제를 사용하지 않는 타입 C에서 제공하는 HDD 읽기 패턴이 다른 장치들에 비해서 훨씬 비규칙적임을 알 수 있다. 반면에 타입 B의 경우에는 HDD 읽기 작업 후에 약 120초 가량 유휴시간이 존재하며, 이러한 패턴은 다른 장치들에 의한 패턴들에 비해서 HDD 장치에 대한 전력제어를 위해서 바람직하다. 즉, HDD 읽기 작업 혹은 동영상 재생을 위한 버퍼링에 대한 주기적 또는 규칙적인 패턴을 모델링하고, 이를 기반으로 하여 HDD 전력 상태를 idle에서 standby 상태로 변경함으로써 높은 전력절감 효과를 달성할 수 있다. 하지만, 실제 측정된 결과를 보면 이러한 전력절감을 위한 유휴시간이 존재하더라도 HDD는 standby 상태로 이전하지 않고 계속해서 idle 전력 상태에 머물러있다. 따라서 저전력을 위해서 우선 효과적인 버퍼링 기법 및 HDD 읽기 예측 모델링을 통하여 긴 유휴시간을 제공하도록 하고, 이를 공격적으로 이용하는 HDD 전력 제어 기법에 대한 설계가 필요하다.

3.3. 다양한 비디오 코딩 방식 사용

기존의 DivX(R) 코딩 방식 이외의 다른 형태의 코딩 방식(DivX MPEG4 V3)을 사용하였을 경우 전력소모 패턴에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서 조사하였다. 새로운 비디오 코딩 방식은 기존 방식에 비해서 2배 높은 비디오 압축률을 제공하며, 576x304 해상도, 24-bit 샘플 크기, 147Kbps 데이터 속도, 초당 24프레임 등의 특성을 갖는다. 그림 4는 타입 A장치에 대해서 새로운 비디오 코딩 방식을 사용하였을 경우에 동영상 재생 시 전력소모 변화를 보여주고 있으며, 표 4에 실험결과를 요약하였다.



(a) 기존 코딩 방식(DivX(R))



(b) 새로운 코딩 방식(DivX MPEG4 V3)

<그림 5> 비디오 코딩 방식 변화에 따른 각 PMP에서의 시간별 전력소모 패턴 변화

새로운 코딩 방식을 사용할 경우에 동영상 파일의 크기가 줄어들며, 이에 따라서 HDD에 대한 읽기 작업량이 현저히 줄어든다. 결과적으로 총 소모 전력 중에서 HDD에서 소모되는 전력량을 10%에서 6.3% 정도로 낮출 수 있으며, 연속 동영상 재생시간은 5%정도 개선할 수 있다. 즉, 적절한 비디오 코딩 방식을 선택하는 것이 PMP 장치의 배터리 수명을 연장시키는데 매우 중요한 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

<표 4> 서로 다른 비디오 코딩 방식 사용에 따른 각 PMP 장치별 전력소모 패턴 결과요약 (1000mA, 4.2V 배터리를 이용하였다고 가정함)

	DivX(R) 방식	DivX MPEG4 V3 방식
총 소모전력 중 HDD 소모전력 (%)	10	6.3
총 소모전력 (W)	1.88	1.79
연속 동영상 재생시간 (hours)	2.23	2.34

4. 결론 및 향후연구계획

본 논문에서는 PMP 장치가 점차 대중화되고 이 장치에서의 전력관리에 대한 필요성을 인식하고 상용 PMP 내에서 발생하는 주요 사건 수행 시에 발생하는 전력소모 패턴을 수집하고 분석했다. 특히, 장치 부팅 & 셧다운, 동영상 재생, 다양한 비디오 코딩 사용 사건 수행 시의 전력소모 패턴을 분석하였으며, 분석결과로부터 차후 저전력 PMP 설계를 위한 중요한 정보들을 도출하였다. 첫째, OLED 디스플레이 장치는 LCD 기반 디스플레이 장치에 비해서 1.7-3.4배 정도 높은 전력을 소비하였다. 즉, 현재까지는 보다 큰 크기에서 낮은 전력을 소비하는 LCD사용이 바람직함을 알 수 있었다. 둘째, 임베디드 운영체제를 탑재한 PMP 장치들이 그렇지 않은 장치에 비해서 장치 부팅 및 셧다운 시 2-3배 정도 많은 양의 배터리를 소모하였다. 다양한 응용을 탑재하기 위해서 PMP 장치에 임베디드 운영체제가 탑재되는 추세를 고려할 때 빠른 부팅(fast booting)을 위한 여러 가지 기법들에 대한 고려가 필수적임을 알 수 있다. 셋째, 각 PMP 장치들은 다양한 형태의 HDD 읽기 패턴을 보였으며, 효과적인 버퍼링 기법 및 입출력 예측 모델링 기법 등을 통하여 HDD 읽기에 대한 유희시간을 길게 하고, 보다 공격적인 HDD 전력제어 기법이 필요함을 보였다. 끝으로, 저전력 PMP 장치를 제공하기 위해서는 적절한 비디오 코딩 방식을 선택하는 것이 매우 중요하다는 것을 볼 수 있었다.

본 연구의 향후 연구로 PMP 장치에서 실제적으로 소모된 전력을 실시간으로 측정하기 위해서 전력 데이터 수집(DAQ) 모듈, 로깅 모듈, 데이터 분

석 모듈, 그리고 실시간/재생 디스플레이 모듈로 구성된 전력 측정 시스템을 5개 이상의 하드웨어 컴포넌트에서 소모되는 전력을 동시에 측정할 수 있도록 하드웨어 및 소프트웨어 기능을 확장 중이다. 또한, WLAN 장치에 대한 전력 측정과 더불어 분석된 결과를 바탕으로 PMP 장치상의 저전력 동영상 재생을 위한 LCD 및 HDD 장치에 대한 통합 기법들을 설계하고 실제 시스템에 적용 중이다.

참 고 문 헌

[1] H. Shim, Y. Cho, and N. Chang, "Power saving in hand-held multimedia systems using MPEG-21 digital item adaptation," ESTImedia, 2004.

[2] PMP Inside, <http://www.pmpinside.com>.

[3] I. Choi, H. Shim, and N. Chang, "Low-power color TFT LCD display for hand-held embedded systems," in Proceedings of the International Symposium on Low Power Electronics and Design, 2002.

[4] S. Pasricha, S. Mohapatra, M. Luthra, N. Dutt, and N. Venkatasubramanian, "Reducing backlight power consumption for streaming video application on mobile handheld devices," ESTImedia, 2003.

[5] H. Shim, N. Chang, and M. Pedram, "A backlight power management framework for battery-operated multimedia systems," IEEE Design and Test of Computers, Special Issue on Embedded Systems for Real-Time Multimedia, Sep. 2003.

[6] ATA Power Management, <http://www.t13.org>.

[7] S. Gurusurthi, A. Sivasubramaniam, M. Kandemir, and H. Franke, "Reducing energy consumption of disk storage using power-aware cache management," in Proceedings of the International Symposium on High Performance Computer Architecture, 2004.

[8] S. Son, M. Kandemir, and A. Choudhary, "Software-directed disk power management

for scientific applications," in Proceedings of the International Parallel and Distributed Processing Symposium, 2005.

[9] Q. Zhu, F. David, C. Devaraj, Z. Li, Y. Zhou, and P. Cao, "Reducing energy consumption of disk storage using power-aware cache management," in Proceedings of the International Symposium on High Performance Computer Architecture, 2004.

[10] National Instruments, LabVIEW, <http://www.ni.com/labview>.

[11] OLED-Info.com, <http://www.oled-info.com>.

[12] M. Opdenacker, Embedded Linux Optimizations: size, RAM, speed, power, cost, http://freeelectronics.com/doc/embedded_linux_optimizations.pdf.



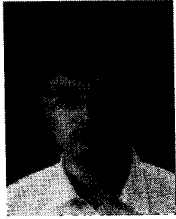
남 영 진 (Young-Jin Nam)

- 1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1994년 2월 : 포항공과대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2004년 2월: 포항공과대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 1994년~1998년: 한국전통통신연구원 컴퓨터연구단 연구원
- 2004년~현재 : 대구대학교 컴퓨터·IT공학부 조교수
- 관심분야 : 모바일 스토리지, 무선 네트워크, 임베디드 S/W



양 은 주 (Eun-Ju Yang)

- 2002년 2월 : 경성대학교 컴퓨터공학과 (이학학사)
- 2004년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2003년 12월~2004년 9월 : (주) CGC 근무
- 2004년 10월~현재 : 경북대학교 임베디드 소프트웨어 연구센터 근무
- 관심분야 : 임베디드 S/W, UWB



이 종 열 (Jong-Youl Lee)

- 1999년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 2001년 2월 : 경북대학교 정보통신학과 (공학석사)
- 2000년 11월~2002년 10월 : (주)한빛인포텍 기업부설연구소 대리
- 2002년 11월~2005년 1월 : (주)뮤콤 기업부설연구소 대리
- 2005년 2월~현재 : 경북대학교 임베디드 소프트웨어 연구센터 선임연구원
- 관심분야 : 임베디드 시스템



김 성 루 (Seong-Ryul Kim)

- 1987년 3월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1987년 3월~1995년3월 : 대우통신
- 1995년 3월~2005년7월 : 현대시스콤
- 2005년 10월~현재 : 경북대학교 임베디드 소프트웨어 연구센터 모바일 및 정보가전그룹 그룹장
- 관심분야 : 멀티미디어 통신, 홈네트워크,



서 대 화 (Dae-Wha Seo)

- 1981년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1983년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 (공학석사)
- 1993년 2월: 한국과학기술원 전산학과 (공학박사)
- 1983년~1995년: 한국전자통신연구원 시스템S/W 연구실
- 2004년~현재 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 교수
- 관심분야 : 임베디드 S/W, 병렬처리, 분산운영체제