



PC 전력이 사고 있다

권원옥* 김성운**

2007년부터 시작된 고유가로 인한 에너지 비용증가, 탄소배출권 시장확대, 친환경에너지 및 에너지절약 정책 등으로 Green IT 분야의 관심이 어느 때 보다 높아지고 있다. 특히 매년 급속히 성장하는 컴퓨터 분야에 대한 Green Technology 는 매우 중요하다. 2008년 전세계에 사용되는 컴퓨터는 10억 대에 이르며 이들이 사용하는 에너지는 전체 에너지 소비의 1%를 차지하고 있다. 그런데 1%의 에너지 소비 중 70%는 실제 사용하지 않는 대기상태로 컴퓨터 전력이 낭비되고 있다. 전력관리 미 적용, 비효율적인 전원공급기 (PSU) 사용 및 대기전원 등으로 인한 전력낭비가 PC 전력낭비의 주 원인이다. 본고는 PC 전력 실험을 통하여 PC 전력사용의 문제점을 분석하고 개선 방안을 다루고 있다. ☒

목	차
---	---

- I. 서론
- II. PC 전력 낭비 분석
- III. PC 전력 절감
- IV. 결론

I. 서론

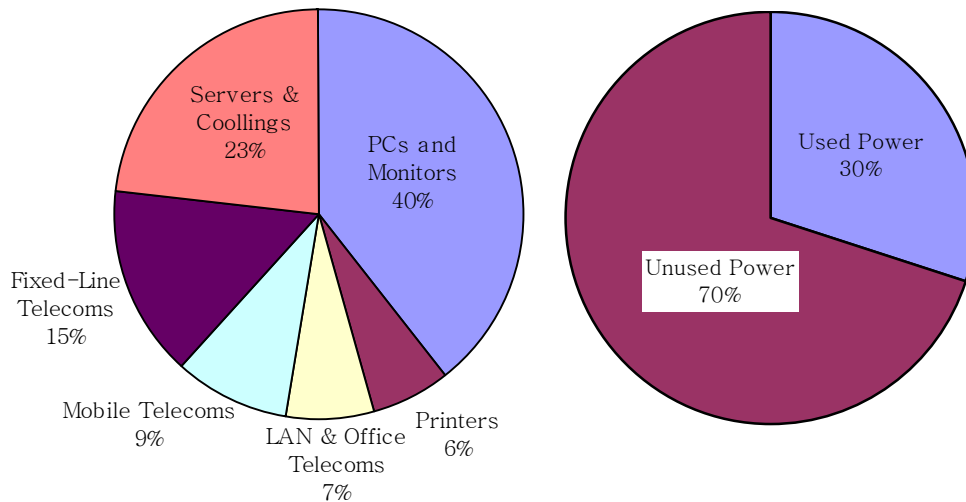
Forrester Research 의 보고서에 의하면 2008년 말 전세계에 사용되는 개인용 컴퓨터 대수는 10억 대가 넘어 설 것으로 추정하였다. PC가 보급된 지 27년 만에 일이다. 하지만 불과 5년 후면 그 두 배인 20억 대의 컴퓨터가 사용될 전망이다. 앞으로 늘어날 PC 사용자 10억 명은 지금까지 PC를 한번도 사용한 적이 없었던 브라질이나 러시아, 인도, 중국 등의 신흥국가의 사람들이 될 것이다[1].

Gartner 자료에 의하면 2007년 2억 5,000만 대의 PC(Desktop & Laptop)가 판매되었으며 1억 6,000만 대의 PC는 버려졌다. 하루에 전세계적으로 68만 대의 컴퓨터가 판매되며 44만 대의 컴퓨터는 폐기되고 있는 셈이다.

PC는 물론이고 급속도로 발전하는 정보통신 분

* ETRI 서버플랫폼연구팀/선임연구원
** ETRI 서버플랫폼연구팀/팀장

아(Information & Communication Technology: ICT Sector) 제품들은 우리 생활 깊숙이 자리 잡고 있다. ICT 제품들은 전세계 에너지의 2%를 소비하고 있다[2]. 즉 전세계 CO₂ 발생량의 2%를 ICT 분야가 차지하고 있다. (그림 1)은 ICT 제품의 전력소모 비율을 나타내고 있다. PC와 모니터는 약 40%에 달하는 에너지를 소비하고 있다. 즉 전세계 에너지의 1%를 PC가 소비하고 있는 셈이다. 그런데 1%의 에너지 소비 중 70%는 실제 사용하지 않는 대기상태로 컴퓨터 전력이 낭비되고 있다. 전력관리 미 적용, 비효율적인 전원공급기(PSU) 사용 및 대기전원 등으로 인한 전력낭비가 PC 전력낭비의 주 원인이다.



(그림 1) ICT 제품의 전력소모 비율(좌), PC의 전력소모(우)[2]

이렇게 비효율적으로 낭비되는 PC 전력을 줄이기 위해 2007년 6월 기후보존컴퓨팅협회(Climat Savers Computing Initiative: CSCI)가 결성되었다. CSCI는 다수의 IT 기업과 환경단체, 미 정부기관이 참여하고 있으며 컴퓨터 에너지 효율을 높여 에너지를 절약하고 지구 환경을 지키고자 활동 중이다.

본고는 PC 전력 실험을 통하여 PC 전력사용의 문제점을 분석하고 개선 방안을 구체적으로 다루고 있다. 또한 현재 전력 사용의 문제점을 개선할 경우 경제적, 환경적 효과에 대해서 다루도록 한다.

II. PC 전력 낭비 분석

본고는 PC 전력 분석을 위해 <표 1>과 같이 일반적 사무실 환경에서 사용되는 3종의 PC

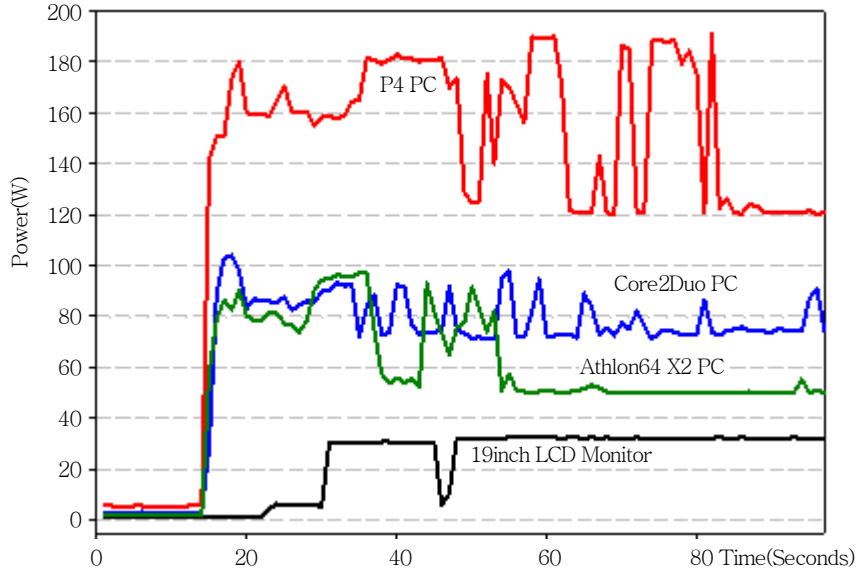
플랫폼을 실험에 사용하였다. 첫째, Intel 펜티엄 4 프레스캣 기반의 PC, 둘째, Intel Core2Duo 콘로 기반의 PC, 셋째, AMD 애슬론 64 X2 기반의 PC 이다. Intel P4 기반의 PC 는 2005 년 형 기본 모델로 외장형 그래픽카드가 장착되어 있다. Intel Dual-Core 기반의 PC 와 AMD Dual-Core 기반의 PC 는 2007 년 형 기본 모델로 내장 그래픽 카드가 장착된 플랫폼이다. Intel PC 는 ATX 규격의 메인보드 제품을 AMD PC 는 Micro-ATX 규격의 메인보드 제품을 사용하였다. 모니터의 경우 3 종 모두 동일한 19 인치 LCD 모니터 제품을 사용하였다. 각각의 PC 의 메인보드, 그래픽, 메모리 및 PSU 등 에 대한 상세한 정보는 <표 1>과 같다. 모든 PC 에는 동일한 Window XP OS 가 설치되었으며 동일한 조건의 Burn 테스트 SW 를 사용하였다.

<표 1> PC 전력 분석에 사용된 PC 및 모니터 사양

구분	Intel P4 PC	Intel Dual-Core PC	AMD Dual-Core PC
CPU	Single Core@3GHz 90nm(Prescott)	Core2Duo E6400 2.13GHz, 65nm	Athlon64 X2 4000+ 2.1GHz, 65nm
Mainboard Form factor	ASUS P5WD2 ATX	Intel DG965 ATX	ASUS M2A-VM Micro-ATX
Graphic	Nvidia Geforce 6600 PCIe 슬롯카드형	메인보드 내장형	메인보드 내장형
Memory	PC2-4200 : 2G	PC2-5300 : 2G	PC2-5300 : 2G
HDD, ODD	SATA 160G, ODD	SATA2 160G, ODD	SATA2 160G, ODD
PSU	Enermax EG475P-VE: 470W, 12V Dual-rail 31A	Seasonic SS-300HS Black: 300W, 12V Dual-rail 22A	A-ONE 350 TFX V2.2: 350W, 12V Single-rail 16A
Monitor	Samsung SynchMaster 195T(19 Inch LCD)		
OS	Window XP Professional Service Pack2		
Burn Test SW	PassMark Software BurnInTest Pro V5.1 Pro		

1. 구형 PC 플랫폼

(그림 2)는 <표 1>에서 제시한 3 종의 PC 플랫폼에 대한 전력소모를 시간에 따라 나타내고 있다. 구형 플랫폼인 P4 기반의 PC 가 신형 듀얼코어 플랫폼에 비해 훨씬 많은 전력을 소모하며 최대 소비전력과 최소 소비전력 차이가 큼을 볼 수 있다. 또한 동일한 듀얼코어 플랫폼도 프로세서 제조회사에 따라 사용된 메인보드의 폼팩터(Form Factor)에 따라 소모전력 차이가 발생함을 볼 수 있다. 반면 19 인치 LCD 모니터의 경우 부팅 초기를 제외하고 Window OS 가 동작하면서 전력소모가 일정한 수준을 유지함을 볼 수 있다. 그러면 좀 더 자세한 전력소모 분석 결과를 살펴보자.



(그림 2) Intel P4, Intel Core2Duo, AMD Athlon64 X2 기반의 PC 전력사용량(ETRI 실험치)

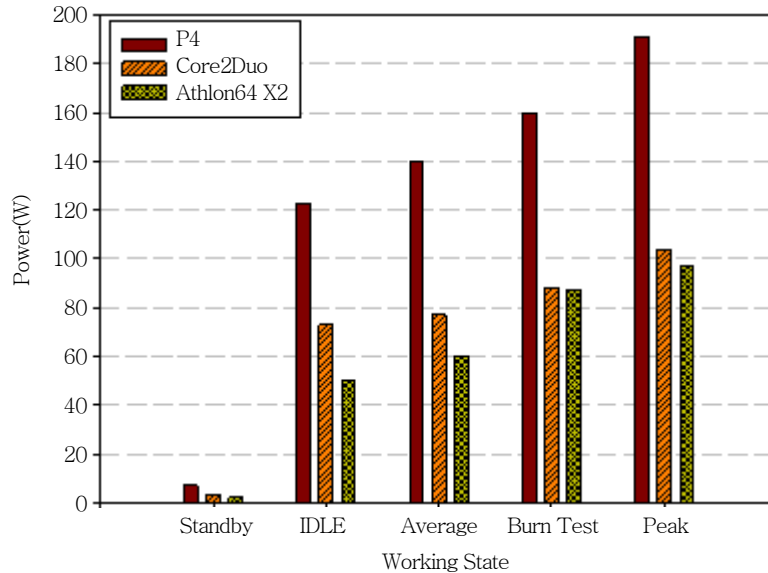
<표 2>와 (그림 3)은 Intel P4, Intel Core2Duo, AMD Athlon64 X2 기반의 PC의 전력사용량 비교 분석을 나타내고 있다. 전력측정 다음 5 가지 상태에서 측정하였다.

- 대기전력: 컴퓨터 Power ON 이전 Standby 상태에서 평균 소모전력
- IDLE 전력: 부팅 이후 아무런 컴퓨터 작업을 하지 않는 상태에서 평균 소모전력
- 평균전력: 일반적인 컴퓨터 작업을 수행하는 상태에서 평균 소모전력
- Burn Test: BurnInTest 프로그램을 사용하여 CPU, 메모리 등의 장치에 부하 테스트 상태에서 평균 소모전력
- 최대전력: 컴퓨터가 가장 많은 전력을 소비할 때 순시전력

대기전력의 경우 P4 PC가 7W를 소모하여 듀얼코어 PC에 비해 2~3 배나 많은 대기전력을 소모하였다. 동일한 듀얼코어 제품도 Micro-ATX 제품을 사용하는 AMD 플랫폼이 Intel 플랫폼보다 더 적은 대기전력을 소모하였다. IDLE 전력소모의 경우 역시 P4 PC가 듀얼코어 PC

<표 2> Intel P4, Intel Core2Duo, AMD Athlon64 X2 기반의 PC의 전력사용량 분석(ETRI 실험치)

	대기전력	IDLE 전력	평균전력	Burn Test	최대전력	부팅시간
P4	7.0W	123W	140W	160.0W	191W	70 초
Core2Duo	3.3W	73W	77W	88.0W	104W	40 초
Athlon64 X2	2.0W	50W	60W	87.4W	97W	37 초



(그림 3) Intel P4, Intel Core2Duo, AMD Athlon64 X2 기반의 PC의 전력사용량 분석(ETRI 실험치)

에 비해 1.6~2.5 배 가량 많은 전력을 소모하였다. 동일한 듀얼코어 제품도 AMD 플랫폼이 Intel 플랫폼보다 23W 나 저전력으로 측정되었다. 이는 폼팩터가 작은 메인보드 특성 외에 AMD 프로세서가 Intel 프로세서에 비해 IDLE 상태에서 저전력으로 동작함을 알 수 있다.

평균전력 역시 IDLE 전력소모와 유사한 형태를 띠며 듀얼코어 제품의 차이는 IDLE 상태보다 많이 줄어 든 모습을 보인다. PC 에 좀 더 많은 부하를 주기 위해서 Burn Test 프로그램을 수행시켰을 경우, CPU 사용률이 높아지며 Intel 과 AMD 듀얼코어 플랫폼이 거의 동일한 수준의 전력소모를 보이고 있다. P4 PC 경우 160W 를 소모해 듀얼코어 PC 에 비해 거의 2 배의 전력소모를 보였다.

PSU 의 용량과 관련성이 깊은 최대 소모전력은 P4 플랫폼의 경우 191W 에 달하며 반면 듀얼코어 플랫폼은 100W 미만의 결과를 보였다. 전력소모가 가장 큰 P4 플랫폼은 동일 OS 환경에서 듀얼코어 제품에 비해 부팅 속도 또한 더 느리게 측정되어 성능, 전력 모두 듀얼코어 제품에 비해 뒤지는 것으로 나타났다.

실험결과에서 보듯이 불과 2~3 년 밖에 되지 않은 구형 PC 플랫폼과 신형 PC 플랫폼의 소모 전력 차가 1.8~2.3 배 정도로 상당히 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 최근 몇 년간 CPU 의 다중코어 기술에 기반한 저전력 프로세서가 시장을 주도하면서 발생한 현상이다. 단일코어에서 클럭 속도를 높이는 형태의 CPU 구조에서는 프로세서 제조 공정이 발전하여도 클럭 속도의

증가로 프로세서 전력 감소의 효과는 미미했었다. CPU의 다중코어 기술과 함께 DBS(Demand Based Switch) 기술로 불리는 Intel의 SpeedStep, AMD의 Cool'n'Quiet 등의 기술이 사용되면서 CPU 부하가 없을 경우보다 저전력으로 동작할 수 있게 되었다. 실험에서 보듯이, 현재 싱글코어 기반의 PC 플랫폼을 사용한다면 대개 PC 본체만 100W 이상 전력이 소모되며 신형 듀얼코어 PC에 비해 2배 이상의 전력 비용을 지출하고 있는 것이다.

2. ACPI 전력관리 미사용

가. ACPI 상태와 윈도 OS에서 전원관리 설정

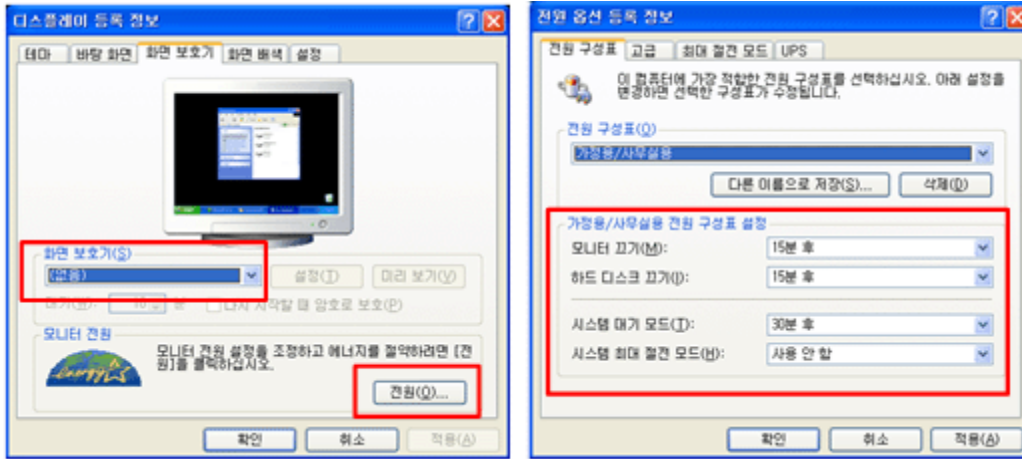
대부분의 PC 하드웨어와 윈도 OS는 ACPI(Advanced Configuration and Power Interface)를 통한 전원관리를 제공하고 있다. ACPI는 전원 관리는 컴퓨터 본체(Global System)와 외부장치(Device)의 두 그룹으로 분류하여 정의하고 있다. 외부장치는 D0~D3까지 4개의 전원상태를 정의하고 있으며, 컴퓨터 본체의 전원 관리는 Global System State라 부르며 G0~G3의 4단계로 나뉘어져 있다.

- G0: CPU의 상태에 따라서 C0~C3의 4가지 상태로 분류되며 다른 장치는 정상적으로 동작하고 있는 상태이다.
- G1: CPU는 물론 본체에 부착되어 있는 다른 장치까지 절전 모드로 동작하는 상태이다. S0부터 S5까지의 여섯 가지 등급으로 구분되며 각각의 특징은 <표 3>과 같다.
- G2: SW적으로 꺼진 상태이며 LAN을 통한 Wake ON 기능이 작동한다.
- G3: HW적으로 꺼진 상태로 전원 플러그를 뽑은 상태이다.

윈도 OS 상에서 전원관리 기능은 (그림 4)와 같이 전원옵션 등록정보에서 설정이 가능하다. 일반적으로 시스템 대기모드는 ACPI에서 S1 혹은 S3 상태를 사용하며, 시스템 최대 절전 모드

<표 3> ACPI의 G1 상태의 S0~S5 특징

G1 상태	설명
S0	전원이 켜져 있으며 G0 상태와 동일하다.
S1	모든 상태를 보존한 채로 슬립모드로 진입한다.
S2	S1에서 CPU 전원이 제거되어 CPU 캐시와 시스템 캐시를 보존하지 않는다.
S3	S1에서 RAM을 제외한 모든 하드웨어 정보를 보존하지 않는다.
S4	모든 전원이 꺼진 상태로 메모리의 내용이 디스크 드라이브에 스와핑 되었다가 시스템이 깰 때 RAM에 다시 로드된다.
S5	전원이 꺼진 상태로 G2 상태와 동일하다.

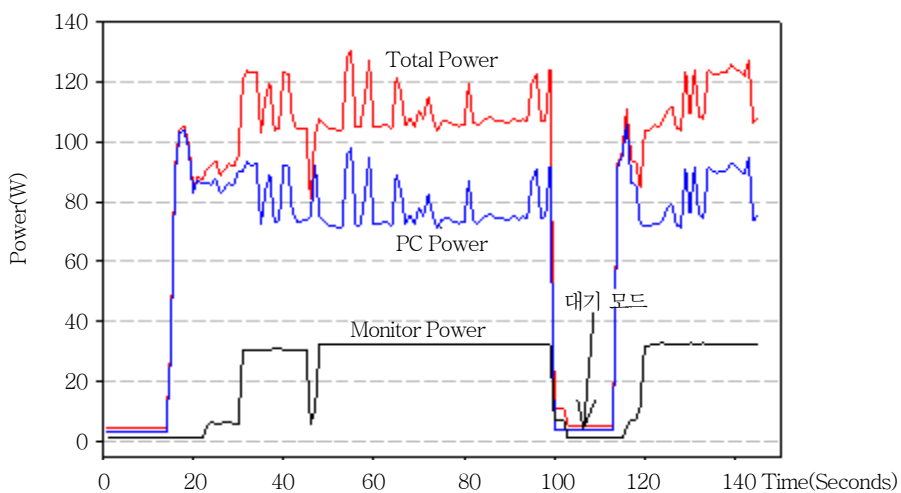


(그림 4) Window OS 상에서 전원관리 기능 설정(CSCI 권고내용)

는 S4 상태를 사용한다. 특히 (그림 4)는 CSCI 가 권고하는 전원관리 옵션 구성을 나타내고 있다. 설정내용은 모니터 끄기 15분 후, 하드디스크 끄기 15분 후, 시스템 대기모드 30분 후, 시스템 최대 절전 모드는 사용 안 함이다. 참고로 화면보호기(스크린 세이브) 기능은 모니터의 전력절감에 전혀 효과가 없으며 이를 사용하지 않고 대기모드 설정하여 사용하는 것이 바람직하다. 그러면 전력관리를 사용할 경우 전력소모를 실험을 통해서 살펴보자.

나. 전원관리 기능 사용 시 전력소모 실험

(그림 5)는 Intel Core2Duo PC 플랫폼을 사용하여 대기모드 때(S1 or S3 상태)와 일반상태



(그림 5) Intel Core2Duo 플랫폼의 대기모드와 일반상태의 전력 소모량(ETRI 실험치)

(G0 상태) 때의 PC 와 모니터의 전력 소모량을 나타내고 있다.

컴퓨터 부팅 이전 모니터와 PC 는 총 4.45W 의 대기전원을 소모하고 있다. 부팅이 완료된 후 모니터와 PC 는 IDLE 상태에 돌입하며 평균 110.5W 의 전력을 소모한다. 그러다가 시스템 대기모드가 동작하면서 모니터는 대기전원만 소모하며 PC 는 4W 정도의 전력을 소비한다. 즉 ACPI 를 통한 대기모드 전환 시 컴퓨터 전원을 끈 Standby 상태와 비교해서 약 0.7W 정도만 전력을 더 소비하게 된다. 이 후 사용자가 키보드 혹은 마우스의 입력장치를 통해서 대기모드에서 깨어날 때 약 4 초 뒤 대기상태 이전의 상태로 되돌아오게 된다. 시스템 최대 절전 모드는 PC 의 Power OFF 상태와 동일한 상태이므로 대기전원의 전력(4.45W)만 소모된다.

<표 4>는 IDLE 모드(G0), 동작모드(G0), 대기모드(G1-S1 or S3), 최대절전모드(G1-S4), OFF 모드(G2)의 경우 PC 와 모니터의 평균 전력소모량을 나타내었다.

<표 4> 각기 다른 동작상태에서 PC 와 모니터 전력소비 비교(ETRI 실험치)

구분	IDLE 모드	동작모드	대기모드	최대절전모드	OFF 모드
PC	73.0W	77.0 W	3.97 W	3.27 W	3.27 W
Monitor	32.5 W	33.5 W	1.15 W	1.18 W	1.18 W
총합	105.5 W	110.5 W	5.12 W	4.45 W	4.45 W

* 사용된 PC 와 모니터는 <표 1>의 Intel Dual-Core PC 제품이다.

<표 5>는 각기 다른 상태에서 정상상태로 복귀시간과 동작을 나타내고 있다. 일반적으로 부팅과정이라 불리는 G2 상태에서 G0 상태로 천이는 지루하게 느껴지는 40 초 가량의 시간이 소요된다. 그러나 부팅이 후 전원관리 기능에 의해 대기모드로 진입한 컴퓨터가 정상상태로 복귀하는 데는 부팅시간의 1/10 인 4 초 만의 시간만 필요하다. 그러나 메모리 전원까지 꺼진 S4 상태 즉 최대절전모드에서 G0 상태로 복귀는 12 초 정도의 시간을 필요로 한다.

<표 5> 각기 다른 상태에서 정상상태로 복귀시간과 동작(ETRI 실험치)

구분	소요시간	동작
OFF 모드(G2) → 정상상태(G0)	40 초	Power 버튼입력(부팅)
대기모드(G1-S3) → 정상상태(G0)	4 초	키보드 혹은 마우스 입력
최대절전모드(G1-S4) → 정상상태(G0)	12 초	Power 버튼입력

* 사용된 PC 와 모니터는 <표 1>의 Intel Dual-Core PC 제품이다.

실험결과에서 보듯이 일반 가정이나 오피스환경에서 대기모드 전원관리만 사용하여도 IDLE 상태에 비해 20 배 이상의 전력을 감소할 수 있음을 알 수 있다. 정상상태 복귀 시간도 4 초 정도로 짧아 실제 불편함이 거의 없다.

3. 대기전력

대기전력(Standby Power)이란 전기전자 기기가 외부전원에 연결된 상태에서 그 주 기능을 수행하지 않거나 내부 혹은 외부로부터 주 기능 수행을 위한 명령을 기다리고 있는 상태에서 소모하는 전력을 말한다. 최근 들어 IT 에너지 문제가 대두되면서 대기전원문제 큰 이슈로 작용하고 있다. 한국은 2008년 8월부터 대기전력 1W 기준을 만족시키지 못하는 가전기기에 ‘대기전력 경고표시 라벨’을 부착하게 된다. 한국전기연구원이 발표한 전자제품별 평균 대기전력 자료에 의하면 평균 컴퓨터 대기전원은 3.26W, 평균 모니터 대기전원은 2.63W 이다.

컴퓨터의 경우 PC의 ATX 전원의 5VSB가 공급되어 컴퓨터를 원격에서 부팅하는 기능을 수행하기 위해 일정량의 대기전력을 소비를 한다. 즉 전원케이블이 연결된 모든 컴퓨터는 ACPI의 G2 상태로 대부분 3~5W의 대기전력을 소비하고 있다. 앞서 실험에 사용된 Intel Core2 Duo PC는 대기전력이 3W 수준이며, 19인치 LCD 모니터는 1W 수준이었다.

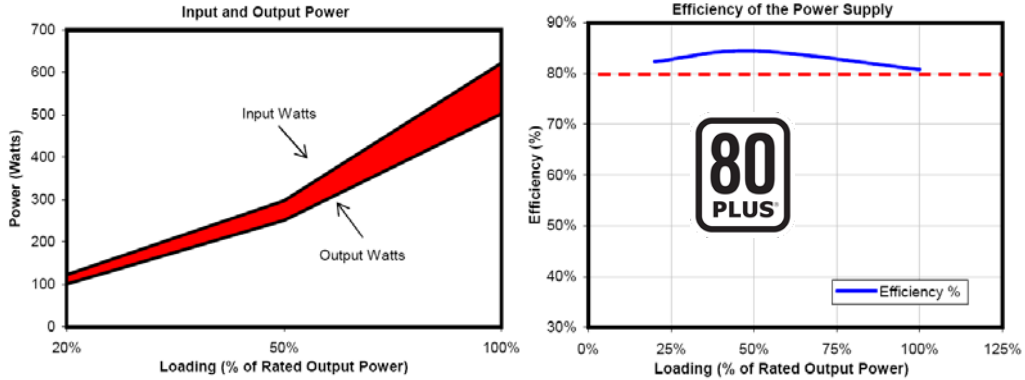
대기전원을 제거하는 방법은 PC를 G3 상태로 전원을 유지하면 된다. 이는 PC의 전원 케이블을 뽑아버리면 가능하다. 하지만 이런 일을 PC를 사용할 때마다 반복하는 것은 매우 번거로운 일이다. 따라서 PC, 모니터 제조업체에서 대기전원을 최소화시키는 것이 적절한 방법이다. 타이머 기능을 이용해 G2 상태에서 일정시간이 흐르면 G3 상태로 전원을 차단하는 컴퓨터 입력전원 특허와 이와 유사한 멀티 탭 등의 제품들이 있으나 일반적으로 많이 사용되지 않고 있다.

4. 저효율, 고용량의 PSU 사용

현재 컴퓨터 전력소모의 가장 큰 문제는 효율이 낮은 PSU로 인한 전력 손실이다. 현재 일반 PC의 경우 PSU 효율은 65~75% 정도이다. 이는 컴퓨터에 100W의 전원을 공급하면 25~35W의 전기는 PSU의 AC/DC 전환 손실로 소모된다는 뜻이다. 따라서 많은 단체에서 PSU의 효율을 높여 에너지 절감 노력을 하고 있다.

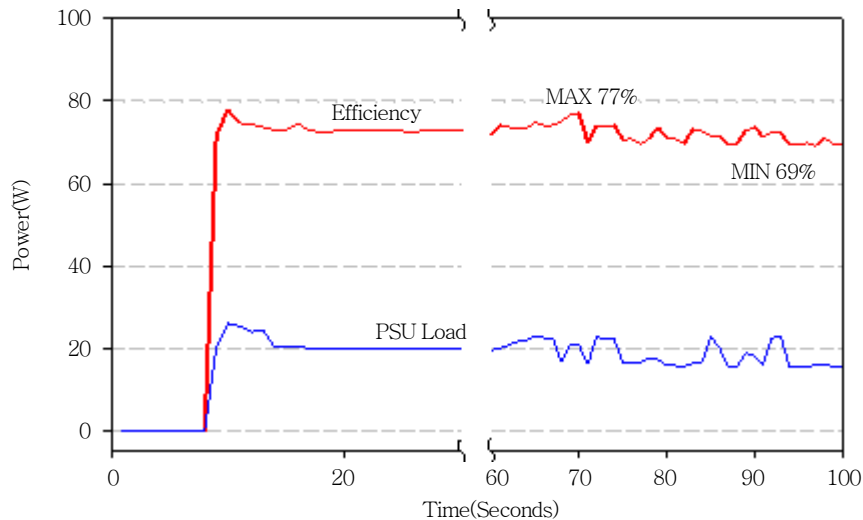
대표적으로 Energy Star 4.0¹⁾ 프로그램은 PC의 전원공급장치(PSU)의 효율이 80% 이상 제품을 사용하도록 미 정부의 규제와 기업의 자발적 동참을 요구하고 있다. 특히 80% 이상의 PSU 효율을 가진 제품에는 80PLUS 인증제도를 운영하고 있다. 80PLUS 인증은 20%, 50%, 100% 부하에서 80% 이상의 효율을 지닌 PSU 제품에 부여되고 있다. (그림 6)은 80PLUS 인증을 통과한 500W 급 ATX PSU의 부하에 따른 소비전력, 효율 측정치를 나타내고 있다.

1) Energy Star 4.0 규격: 2007년 7월부터 발효되었다. 기존 65% 효율의 PSU는 세 가지 부하 즉 20%, 50%, 100%에서 80% 이상의 효율을 가져야 된다. 또한 대기전력은 2W 미만이며 Sleep 상태 전력소비는 4.7W 미만으로 규정하고 있다.



(그림 6) 80PLUS 인증을 통과한 500W 급 AXT PSU 의 부하에 따른 효율 측정치[3]

효율이 낮은 PSU 로 인한 전력손실뿐만 아니라 적정용량의 PSU 를 사용하지 않아서 발생하는 전력손실도 있다. (그림 7)은 Intel Core2Duo 플랫폼에 사용된 PSU(Seasonic SS-300HS 제품, <표 1> 참조)의 효율 및 부하 실험 결과를 보여주고 있다. Seasonic SS-300HS 제품의 데이터시트는 Typical 부하(50%)에서 75% 효율을 기록하고 있다[4]. 그러나 실험에 의하면 부하에 따라 최대 77%에서 최소 69%의 효율을 보이고 있다. 또한 평균 효율은 71%로 75%에 비해 4% 정도 낮은 수치이다. 이는 용량에 비해 낮은 부하 때문이다. PSU 용량은 300W 급이나 실제 Core2Duo 플랫폼은 평균 77W 전력을 소모하며 실제 PSU 손실을 제외한 전력은 54W 전력만 소모하고 있다. 따라서 PSU 부하가 20%도 채 되지 않으며 이러한 낮은 부하에서



(그림 7) Intel Core2Duo 플랫폼에 사용된 PSU 의 효율 및 부하(ETRI 실험치)

PSU 효율은 일반적으로 떨어지게 된다.

기술이 발전할수록 PC 플랫폼은 저전력화(저전력 멀티코어 CPU, 온 보드 그래픽 등)되고 있다. 그러나 PSU 용량은 예전과 동일 혹은 더 큰 용량을 사용하고 있어 실제 PSU 부하가 20%가 채 되지 않는 현상이 일어나고 있다. 따라서 일반적으로 효율이 우수하게 나오는 40~60% Typical 구간에서 동작하는 PSU 를 PC 플랫폼에 설치하는 것이 중요하다. 즉 상기 시스템의 경우 200W 급의 PSU 를 사용하는 것이 현재 300W 급 PSU 보다 효율이 더 우수하게 나온다.

III. PC 전력 절감

본 장은 2 장의 PC 전력실험을 기반으로 살펴본 전력손실의 문제 개선을 통한 PC 전력 절감을 다루고 있다. 본 고에서는 일반적인 사무실 환경의 PC 를 기준으로 전력 절감을 계산하였다. 1년 중 230 일은 PC 사용하여 업무를 수행하며, 135 일은 휴일, 출장 등의 사유로 PC 사용을 하지 않는다고 가정한다. 하루 업무 수행 중 컴퓨터 사용 시간은 9시간이며, 그 중 회의, 식사 등으로 인해 컴퓨터를 사용하지 않는 시간을 평균 2시간으로 설정하였다. 또한 업무 수행 이후 컴퓨터는 꺼져 있는(Standby) 상태이다.

1. 전력 절감 계산

가. 구형 PC로 인한 전력 낭비

여기서 구형 PC 는 실험에 사용된 P4 시스템을 뜻하며 이를 Core2Duo 시스템과 비교하였다. <표 2>에 의하면 P4 시스템은 Core2Duo 시스템 보다 평균 53W 정도 전력소모가 많다. 따라서 구형 PC로 인한 전력 낭비는 년간 다음과 같이 계산된다.

$$- 230 \text{ 일} \times 9 \text{ 시간} \times 53\text{W} = 110\text{KWh}$$

나. ACPI 전력관리 미사용으로 인한 전력 낭비

<표 2>와 <표 4>에서 대기모드를 사용할 경우 Core2Duo 플랫폼에서 약 100W(PC 와 모니터), P4 플랫폼에서는 150W(PC 와 모니터)의 전력을 줄일 수 있음을 보았다. 하루 업무 중 평균 2시간 컴퓨터를 사용하지 않는다고 가정하면, ACPI 전력관리 미사용으로 인한 연간 전력 낭비는 다음과 같다.

- P4 기반 PC: 230 일×2 시간×150W = 69KWh
- Core2Duo 기반 PC: 230 일×2 시간×100W = 46KWh

다. 대기전원으로 인한 전력 낭비

<표 4>에서 Core2Duo 플랫폼에서 PC 와 모니터의 대기전력 합은 약 4.5W 이다. P4 플랫폼은 약 8.2W 이다. 따라서 대기전원 인한 연간 전력 낭비는 다음과 같이 계산된다.

- P4 기반 PC: 230 일×(24 시간-9 시간)×8.2W+ 135 일×24 시간×8.2W=55KWh
- Core2Duo 기반 PC: 230 일×(24 시간-9 시간)×4.5W+ 135 일×24 시간×4.5W=30KWh

라. 저효율, 고용량의 PSU 사용으로 인한 전력 낭비

80% 효율을 가진 고효율의 PSU 와 일반 PSU 는 약 10%의 효율 차이가 있다. 또한 고용량의 PSU 사용으로 인한 전력 손실을 약 4% 로 설정한다. 따라서 저효율, 고용량의 PSU 사용으로 인한 전력 낭비를 다음과 같이 계산할 수 있다.

- P4 기반 PC: 230 일×9 시간×평균전력소비의 14%(18.2W)=38KWh
- Core2Duo 기반 PC: 230 일×9 시간×평균전력소비의 14%(10.5W)=22KWh

2. 전력절감 분석

<표 6>은 앞서 계산된 사무실 환경에서 PC 전력절감 수치를 나타내고 있다. 일부 계산의 중복이 있으나 계산의 편의를 위해서 상기 데이터의 단순한 합으로 전력절감 정도를 계산하였다. P4 PC 에서 Core2Duo 플랫폼으로 교체할 경우 연간 110KW 전력이 절감된다. 이는 약 만원가량의 전기료 절감 효과가 있다. 즉 전력절감만을 위해서 PC 를 교체하는 것은 힘들다는 뜻이다.

플랫폼을 교체하지 않으며 현재 플랫폼에서 적용 가능한 전력 절감 기법은 3 가지로, 첫째, ACPI 전력관리 사용, 둘째, 대기전원 차단, 셋째, 고효율 PSU 사용이다. 이 세 가지 방법을 모

<표 6> 사무실 환경에서 PC 전력절감

구분	PC 1 대당 1년 절감 전력		추가비용
	Core2Duo PC	P4 PC	
ACPI 전력관리 사용	46KW	69KW	없음
대기전원 차단	30KW	55 KW	없으나 불편함
고효율 PSU 사용	22KW	38KW	PSU 가격 1.5 만 원 추가됨
총 전력절감	98KW	162KW	
P4 PC → Core2Duo 교체	110 KW		PC 교체 비용 소요

두 사용할 경우 Core2Duo PC 경우 연간 98KW, P4 PC 경우 연간 162KW의 전력을 절감할 수 있다. 그러나 대기전원 차단인 경우 실제로 적용하기 힘들기 때문에 실제 적용 가능한 방법은 전력관리와 고효율 PSU 사용이다. 따라서 Core2Duo PC 경우 68KW, P4 PC 경우 107KW의 전력을 절감할 수 있다. 대당 약 1만 원 정도의 전기료가 절감된다. 한국의 경우 1KW 전기를 생산하는데 약 500g의 CO₂가 발생된다. 따라서 전력절감 기법을 도입할 경우 컴퓨터 한 대당 연간 34~53Kg CO₂ 발생량을 줄일 수 있다.

3. 전력관리 도입사례: EDS

EDS(www.eds.com)사는 자사의 컴퓨터에 Energy Star 규격에 부합하는 전력관리 설정을 통해 전기료 절감은 물론 탄소배출 절감을 진행 중이다. EDS 사는 14만 대의 컴퓨터가 있으며 이 중 30%는 데스크탑이며 70%는 Laptop이다. 여기서 9만 대의 컴퓨터는 인터넷을 통해 자동 전력설정이 가능하다. EDS 사는 Energy Star 4.0을 만족하는 컴퓨터에 네트워크를 통한 전력관리 설정이 가능하도록 시스템을 구성하고 있다.

EDS 보고에 의하면 전력관리 설정만 변경해도 컴퓨터당 약 20~30W의 전력을 절약하며, 연간 60KW 전력을 절감한다. 전력절감 비용으로 계산하면 대당 7.2달러의 전기료가 감소한다. 따라서 회사 전체는 연간 47만 7,900달러의 전기료를 절감하며 환경보호에도 기여하게 된다[5].

<표 7>은 EDS사의 전력관리 설정 전후의 전원관리 값을 나타내고 있다. 기존에 배터리 구동 Laptop에만 국한되었던 전력관리 설정을 Desktop PC, 전력플러그 된 Laptop에도 동일하게 Energy Star 권고안대로 설정함을 볼 수 있다.

<표 7> EDS사의 전력관리 변경사항[5]

구분	Energy Star Recommended	Desktop	Laptop Powered	Laptop Battery	Energy Star Compliant
Monitor/display sleep	Turn off after 15 min (or less)	20min → 15min	20min → 15min	5min	No → Yes
Turn off HDD	Turn off after 15 min (or less)	Never → 15min	Never → 15min	10min	No → Yes
Sleep Mode	Turn off after 30 min (or less)	Never → 30min	Never → 30min	5min	No → Yes
Wake-On LAN	Enabled	Disabled → Enabled	Disabled → Enabled	Disabled → Enabled	No → Yes

IV. 결 론

본고는 실험을 통하여 PC 전력 절감을 위한 4 가지 방법을 제안하였다. 첫째, 신형 PC 플랫폼 사용, 둘째, ACPI 전력관리 사용, 셋째, 대기전력 감소, 넷째, 고효율 PSU 사용이다. 실험에서 보듯이 가급적 다중코어 기반의 PC가 전력소모 측면에서 유리하다. 또한 어떤 시스템을 사용하는 전력관리 기능이 가장 간단하며 가장 큰 효과가 있는 전력절감 방법임을 알 수 있다. 또한 고효율의 PSU 사용은 연간 22~38KW 전력 절감을 가져다 주고 있다.

컴퓨터 에너지 절감을 위해서는 사용자, 생산자, 정부의 역할이 분명하다. 냉장고는 항상 설정온도를 유지하기 위해 24 시간 동작하고 있다. 하지만 컴퓨터는 냉장고가 아니다. 24 시간 동작하는 서버도 아니다. 컴퓨터를 사용하지 않을 경우 컴퓨터는 저전력의 대기상태로 동작해야 된다. 사용자는 OS 상의 간단한 전력관리 설정만으로 컴퓨터 한 대당 연간 50KW의 전력을 줄일 수 있다. 컴퓨터 생산자는 1W 미만의 대기전력을 가지며 Energy Star 4.0에 준하는 80% 이상의 고효율 PSU를 장착한 PC를 생산을 늘려야 할 것이다. 정부와 공공기관, 기업체는 고효율의 PC를 의무적으로 구매해야 되며, EDS사의 예와 같이 전력관리 설정이 네트워크에 연결된 모든 컴퓨터에 자동으로 설정되도록 해야 될 것이다. 특히 국내의 경우 IT 분야의 주도적인 기업, 연구소 등의 참여와 실행이 필요한 상황이다.

<참 고 문 헌>

- [1] 1 Billion PCs in use by end of 2008, http://www.news.com/8301-10784_3-9727337-7.html
- [2] Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions, <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867>
- [3] http://www.80plus.org/manu/psu/manu_psu.htm
- [4] <http://www.betanews.net/pdf/332195>
- [5] Power Management Implementation, Case Study EDS, http://www.climatesaverscomputing.org/docs/EDS_power%20management%20case%20study.pdf

* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITA의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.