

## 저소비 전력을 위한 DDC 기반의 디스플레이 시스템 제어

임현식<sup>o</sup> 이인환

한양대학교 전자통신전파공학과 대학원

hslim<sup>o</sup>@csl.hanyang.ac.kr ihlee@hanyang.ac.kr

### DDC-Based Control of Display Systems for Low-Power Consumption

Hyunsig Lim<sup>o</sup> Inhwan Lee

Dept. of ECE, Hanyang University

#### 요 약

컴퓨터 시스템의 구성 요소인 디스플레이 시스템은 가장 많은 전력을 소모하는 장치이다. 디스플레이 시스템의 전력을 효과적으로 줄이기 위하여 이미지 제어, 주파수 제어 등이 있지만 가장 효과적인 것은 LCD 패널부와 백라이트(backlight)를 제어하는 것이다. 본 논문에서는 디스플레이 시스템에서 DDC(Display Data Channel)를 이용하여 패널과 백 라이트 전압 레벨을 조절하여 저전력을 구현하였다. 호스트(PC)에서 동작하는 응용프로그램의 작성과 호스트의 명령을 받아 처리할 수 있는 디스플레이부를 구현하였다. 데스크 탑 컴퓨터와 15, 17인치 LCD(Liquid Crystal Display) 모니터에서 소비 전력을 측정하였으며, 2~86%정도의 소비 전력을 줄이는 결과를 확인하였다.

#### 1. 서 론

컴퓨터 시스템의 성능이 높아지면서 필연적으로 전력을 많이 소비하게 되었고 제한된 배터리 용량의 휴대용 컴퓨터뿐만 아니라 데스크 탑 컴퓨터에서도 소비 전력을 줄이기 위한 연구가 많이 되어왔다. 컴퓨터 시스템에서 소비 전력을 줄일 수 있는 구성 요소로서 프로세서, 하드 디스크, 메모리, 디스플레이 등에서 저전력을 만들기 위하여 동적, 정적 전력 제어 방법들이 많이 연구되어 왔다.

이러한 구성 요소 중 디스플레이 요소(component)는 적게는 21%에서 많게는 43%의 가장 많은 소비 전력을 차지하고 있다[1]. 이것의 소비전력을 줄이는 것이 가장 효과적이지만 사용자와 밀접하게 연관이 되어 있어서 저전력을 위한 방법에는 한계가 있다. 따라서 사용자에게 불편이 없도록 DDC를 이용하여 저전력을 구현하고자 하였다.

다음 2 절에서는 기존에 제안한 저전력 방법을 설명하고, 3절에서는 디스플레이 시스템과 제안한 방법의 구현을 설명한다. 4절 측정 결과에서는 구현한 프로그램을 통하여 결과치와 특성을 보이고 마지막으로 결론과 향후 과제로 맺는다.

#### 2. 디스플레이 시스템에서의 저전력을 위한 관련 연구

데스크 탑 컴퓨터와 독립된 디스플레이 시스템에서 소비전력을(표 1) 보면, 전체 전력 소모에서 디스플레이가 차지하는 비율은 15인치 36%, 17인치 36%, 19인치 39%를 차지하고 있다. 대형화가 되어가고 있는 디스플레이 시스템은 앞으로도 더 많은 전력을 소비할 것으로 보인다[2].

표 1. 컴퓨터와 LCD 모니터의 소비전력

| 구성 요소                             | 소비 전력 |
|-----------------------------------|-------|
| 데스크 탑 컴퓨터                         | 57W   |
| SyncMaster 510T<br>(15인치 LCD 모니터) | 15.2W |
| SyncMaster 720B<br>(17인치 LCD 모니터) | 32.7W |
| SyncMaster 192T<br>(19인치 LCD 모니터) | 36.9W |

디스플레이 시스템에서 소비 전력을 줄이기 위한 방법으로, 가변 재생율(variable duty ratio refresh), 동적 칼라 깊이 조절(dynamic-color-depth control)등이 제안 되었다[3]. 가변 재생율은 LCD 패널 소자의 특성을 이용하여 콘덴서(capacitor)의 방전 시간 이전까지 최대한 재생율(refresh rate)을 화면 깜빡임(flicker)이 발생하기 전까지 낮추어서 소비 전력을 줄이고자 하는 방법이고, 동적 칼라 깊이 조절은 색 칼라 비트를 조절하여 사용하지 않는 소자의 전력을 끊음으로써 소비 전력을 줄이는 방법이다.

디스플레이 시스템에서 가장 많은 전력을 소비하는 것은 (표 2)와 같고 LCD 패널을 밝혀주는 백라이트 부가 가장 많은 전력을 소비한다. 따라서 이러한 전력소비를 줄이기 위해서, 변환 전략(transition strategies)로 일정기간 사용자의 입력이 없는 경우 전력을 끊음으로써 소비 전력을 줄이는 방법[1], 밝기(brightness)와 명암(contrast)을 보상함으로써 백라이트 밝기를 낮추어서 소비전력을 줄이는 방법[3], 일정 시간 마다 백라이트부를 점진적으로 줄이는 방법[4] 등이 제안 되었다.

표 2. 디스플레이 시스템의 소비 전력

| 모델              | 구성요소 | 소비전력  | 비율  |
|-----------------|------|-------|-----|
| SyncMaster 510T | 백라이트 | 24.3W | 74% |
|                 | 제어보드 | 4.6W  | 14% |
|                 | 패널   | 3.8W  | 12% |
| SyncMaster 720B | 백라이트 | 15.5W | 75% |
|                 | 제어보드 | 2.4W  | 12% |
|                 | 패널   | 2.6W  | 13% |

3. 디스플레이 시스템 구조와 제안한 방법

이러한 휴대용 컴퓨터 시스템에서의 백라이트 제어 방법은 프로세서의 포트 하나를 지정하여 직접 제어를 한다. 본 논문에서는 DDC를 사용하여 데스크 탑 컴퓨터 환경과 같은 독립된 디스플레이 시스템을 제어 가능하도록 하였다. 이와 같이 구현하면, ACPI(Advanced Configuration and Power Interface)에서 운영 체제가 시스템을 감시 후 슬립(Sleep) 모드로 동작할 때 자동적으로 주변기기를 절전모드로 만드는데, 디스플레이 시스템에도 다양한 모드로 적용이 가능하다[5].

다음은 데스크 탑 컴퓨터 환경에서의 독립된 디스플레이 시스템을 보이고 저전력을 위한 유용한 방법과 DDC를 이용한 디스플레이 시스템 제어 방법을 설명한다.

3.1 디스플레이 시스템 구조

LCD를 이용한 독립적인 디스플레이 시스템은 (그림 1)과 같이 크게 LCD 패널, 제어 보드(control board)로 나눌 수 있고, LCD 패널부는 패널과 백라이트로 구성이 되어있고, 제어 보드는 Scaler, ADC(Analog Digital Converter) 또는 TMDS(Transition Minimized Differential Signalling), 마이크로 컨트롤러, LVDS(Low Voltage Differential Signalling)등으로 구성되어 있다.

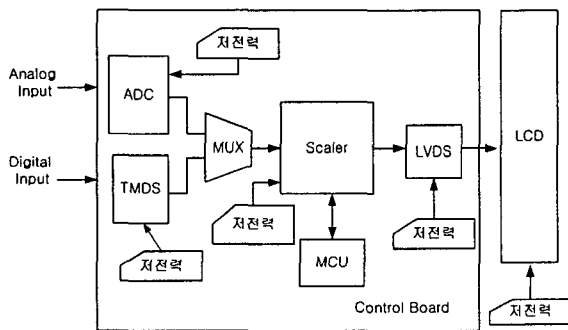


그림 1. 디스플레이 시스템의 블록도

제어 보드 내에서는 마이크로 컨트롤러에 의하여 내부 디바이스들을 제어 가능하며, 저전력이라고 표시된 각 소자는 디스플레이 시스템의 상태에 맞추어 전원을 끊음으로써 저전력을 구현 할 수 있음을 의미한다.

3. 2 제안한 방법

LCD 패널 규격에 보면 패널이 지원하는 One Line Scanning Time의 최소값과 최대값이 있는데, 최소값에 맞추어서 사용하면 약간의 소비 전력을 낮추는 효과를 가지고 올 수 있다[6].

DDC를 사용한 디스플레이 제어 방법은 (그림 2)와 같이 호스트와 디스플레이 간의 통신 채널을 이용하여 VCP(Virtual Control Panel)의 프로토콜을 사용하여 디스플레이 시스템을 제어하고자 하는 방법이다[7]. DDC를 이용하는 방법은 호스트에서 DDC를 통해 VCP 명령을 전송하면 디스플레이 측에서 명령을 분석 후 백라이트, 패널의 전압 조정 등을 통하여 소비 전력을 줄이는 방법이다.

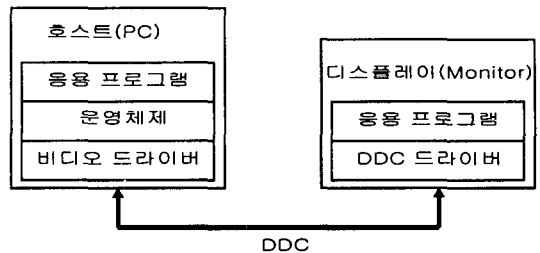


그림 2. 호스트와 디스플레이의 DDC 통신 구조도

따라서, 첫째 호스트에서는 디스플레이를 제어하기 위하여 명령을 디스플레이로 전송하는 응용 프로그램이 필요하다. 둘째 디스플레이에서는 호스트의 VCP 명령을 받아서 처리할 수 있는 함수가 필요하다. (표 3)은 디스플레이부에서 호스트의 명령을 받아서, 9단계까지는 밝기 값만을 제어하고 이후는 사용자가 모니터를 사용하지 않는 것으로 판단, 백라이트 끄고 최종적으로 LCD 패널을 처리하는 루틴이다.

표 3. 마이크로 컨트롤러에서 VCP 명령처리

```

if(vcp_code == VCP_LOW_POWER){
    if(index < 13) index++;
    //원래의 밝기값 저장.
    if(index == 1) Orignal_Brightness = Brightness;
    if(index > 10){
        //밝기값을 9단계로 조정
        Brightness = Brightness - index*10;
        //변경된 밝기값 조정
        Drive_Brightness();
    }
    else if(index == 11){ //백라이트 전원 OFF
        Backlite_Off();
    }else if(index == 12){ //패널 전원 OFF
        Panel_Off();
    }
}
    
```

(그림 3)은 모니터에서 동기(Sync)를 처리하기 위한 흐름도를 보여주고 DPM(Display Power Management)으로 처리하는 경우와 DDC를 이용한

차이를 보여주고 있다. DPM은 모니터에서 저전력을 위한 모드로, 수평 동기나 수직 동기신호가 없을 때 기준 소비전력으로 낮추는 사양이다[8]. DDC를 이용하여 디스플레이를 제어하면(점선 박스 표시) 선택적으로 구성요소 제어가 가능하고, 백라이트 등을 제어 후에도 원래의 이미지로 빠르게 복귀할 수 있다.

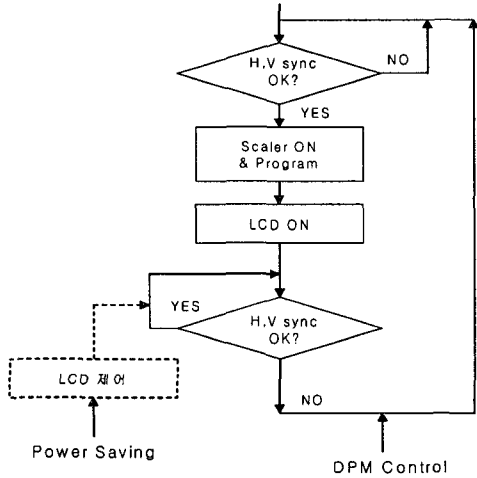


그림 3. Sync 프로세스 흐름도

4. 측정 결과

윈도우 운영체제의 데스크 탑 컴퓨터와 SyncMaster 510T, 720B의 LCD 모니터를 사용하여 소비 전력을 측정하였다.

4.1. 호스트(PC)에서 프로그램 실행

(그림 4)와 같이 윈도우 환경에서 트레이 아이콘 형태로 구현한 응용 프로그램은 호스트에서 ON과 OFF를 설정할 수 있게 하였다. ON으로 설정하면 1분마다 저전력 명령을 디스플레이로 전송하도록 하였다. 이렇게 처리하는 어느 순간에도 컴퓨터의 키보드나 마우스 메시지가 발생하면 사용자가 컴퓨터를 사용하는 것으로 인식하여 원래의 모드로 즉시 복귀하도록 하였다.

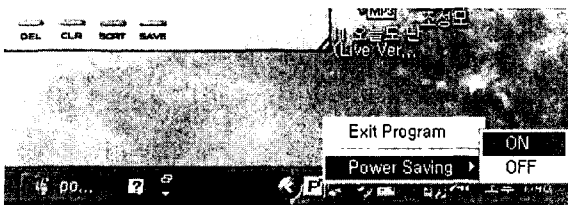


그림 4. 응용 프로그램의 실행 화면

4.2 디스플레이(모니터)에서 전력측정

(그림 5)는 호스트의 저전력 명령에 따라서 모니터의 백라이트 전압과 패널의 전원을 제어하여 모니터의 소비 전력을 측정한 결과이다. 가로축의 밝기로 표시된 값은 백라이트 레벨과 패널 제어를 의미한다. 여기서, 0" 은

백라이트 OFF, 0" 은 백라이트와 패널 OFF를 의미한다. 밝기를 최대 100으로 했을 때 720B에서 보면 32.7W의 소비 전력을 나타내고 있고, 백라이트 유닛만 최저치 0으로 했을 때 20.7W, 0" 인 경우는 4.6W이다. 따라서 밝기 100을 기준으로 하여 밝기 90인 지점에서 31.9W로 최소 2%의 소비 전력을 줄이고, 최대치는 0" 에서 4.6W로 최대 86%로 줄어드는 것을 알 수 있었다.

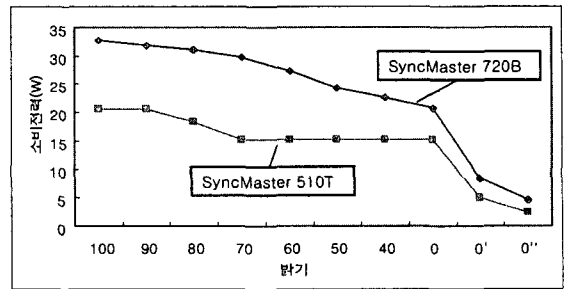


그림 5. 저전력 프로그램의 실행 결과

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 DDC를 이용한 디스플레이 시스템의 소비 전력을 줄이는 방법을 제안하였으며, 호스트로부터 디스플레이로의 명령을 처리하여 패널과 백라이트의 전압 수준을 조정할 수 있도록 하였고, 소모 전력 측정 결과 2~86%의 소비 전력을 줄일 수 있음을 볼 수 있었다.

향후에는 본 논문에서 응용 프로그램 수준에서 디스플레이 시스템을 제어하는 방법에서, 운영체제 수준에서 시스템을 모니터링 후 디스플레이를 제어하여 효율적이고 다양한 모드의 저전력을 구현하는 방법을 연구해 볼 만 가치가 있다.

6. 참고문헌

[1] J. R. Lorch and A. J. Smith, " Software Strategies for Portable Computer Energy Management," IEEE Personal Communications, pp. 60-73, Jun 1998.  
 [2] Harris, E.P., Depp, S.W., Pence, E., Kirkpatrick, S., Sri-Jayantha, M., and Troutman, R.R., " Technology Directions for Portable Computers," Proc. IEEE, vol. 83, no. 4, Apr. 1995, pp 636-658.  
 [3] I. Choi, H. Shim and N.Chang, " Low-Power Color TFT LCD Display for Hand-Held Embedded Systems," Proc. ACM ISLPED, pp.112-117, 2002  
 [4] J. R. Lorch, " A Complete Picture of the Energy Consumption of a Portable Computer" Master's thesis, University of California, Berkeley, December 1995.  
 [5] Advanced Configuration and Power Interface, <http://www.acpi.info/>  
 [6] SAMSUNG TFT-LCD LTM170EU-L11 2003. 11. 11  
 [7] " ENHANCED DISPLAY DATA CHANNEL STANDARD" , <http://www.vesa.org>, September 1999  
 [8] " Display Power Management(DPM) Standard Release A" , <http://www.vesa.org>, March 2003