

논문 2010-47SD-4-1

# Motion Blur를 줄이기 위한 Over-driving Controller 설계

( A Design of Over-driving Controller to Reduce Motion Blur )

남 기 훈\*, 신 용 섭\*

( KiHun Nam and YongSeb Shin )

## 요 약

정지해 있는 물체가 디스플레이 될 때는 상이 선명하지만 움직이는 물체가 디스플레이 될 때는 물체의 가장자리가 번져 보이는 Motion Blur 현상이 일어난다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 논문에서는 XUP Virtex-II Pro Development System을 이용하여 Virtex-II Pro XUP XC2VP30 보드에 Motion Blur를 줄이는 Overdrive 기술을 구성하는 것을 목표로 하였다. 구현된 플랫폼은 하드웨어 IP로 구현하였으며 어플리케이션 및 모델 데이터 인터페이스는 소프트웨어에서 처리하도록 하였다. 본 설계에서는 임의의 동영상 모델을 이용하여 동영상의 이동 속도(Pixel/Frame)에 따른 Blur의 정도와 기존의 Overdrive를 제어하였을 경우 발생하는 역잔상을 개선하였고, 동영상에서 보다 선명한 화질이 구현될 수 있음 보여주었다.

## Abstract

We can see the motion blur phenomenon on the edge of the moving picture when it moves in the LCDs. To reduce this phenomenon, we suggested a new over-driving method, implemented on the board XUP Virtex-2 Pro Development System by using Virtex-2 Pro XUP XC2VP30 and improved the Motion Blur. In this method, we did not use additional parts except for a SDRAM. Hardware implementation for IP and data interface were handled in software. In this paper, we used the moving bar and the moving video image as a design model. We also showed that the afterimage was reduced and the vivid moving images was displayed. through this method.

**Keywords :** Motion Blur, Overshooting voltage, FeedBack Overdrive, ODC(Over Driving Controller)

## I. 서 론

LCD(Liquid Crystal Display)는 비발광형 디스플레이 소자이기 때문에 Backlight 사용이 필수적이다. Backlight는 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)이 주로 이용이 되었고, 최근에는 프리미엄급 디스플레이에서 LED(Light Emitting Diode)가 채용되고 있다. 정지해 있는 물체가 디스플레이 될 때는 상이 선명하지만 움직이는 물체가 디스플레이 될 때는 물체의 가장자리가 번져 보이는 Motion Blur 현상이 일어난다.

Motion Blur의 원인으로는 두 가지의 근본적인 이유가 있다. 첫째로 Backlight는 지속적으로 발광을 하고 있으면서 LCD 액정이 한 프레임 동안 데이터를 유지하고 있는 hold-type display 방식과 눈의 인식 메카니즘에 기인한다. 둘째는 액정의 응답속도에 기인한다. Hold-type의 문제점을 극복하기 위해서 최근에 업계와 학계에서는 여러 가지 방안들이 연구 중에 있다<sup>[1~2]</sup>. Scanning Backlight, Backlight Blinking, Black Frame Insertion, 120Hz, 240Hz, 480Hz 등의 기술들을 집묵한 제품들이 개발되고 있다. 또한, 액정의 응답속도를 개선하기 위해서 최근에 빠른 응답속도를 갖는 액정이 개발되고 있지만, 전 계조에 대하여 1 frame time (16.7ms, 60Hz 기준) 이하를 갖지는 못하고 있다<sup>[3~4]</sup>. 이를 극복하기 위해서 프레임과 이전 프레임의 data 차이를 이용한 Overdrive 기술을 개발하였으며, 현재 양산중인

\* 정회원, 한양대학교 디스플레이공학연구소  
(Information Display Research Institute., Hanyang University)

※ 본 논문은 학술진흥재단 (KRF-2006-005-J04101) 지원에 의하여 작성되었습니다.

접수일자: 2009년8월27일, 수정완료일: 2010년3월15일

monitor나 TV에서는 대부분 이 기술을 적용하고 있다. 그러나 기존의 Overdrive는 frame 간에 동일한 data가 입력이 될 경우 Overdrive가 되지 않는 문제점이 있다. 또한, 응답속도를 높이기 위하여 과도하게 Overdrive를 하여 8ms, 4ms, 심지어 2ms 까지도 실현했다. 그러나 이러한 과도한 Overdrive는 역잔상이 생기는 문제점이 있다. Motion blur를 개선하고자 응답속도를 높였지만, 오히려 역잔상이 나타남으로써 눈에 피로를 더해주는 결과를 초래한다. 따라서 본 논문에서는 새로운 구조의 Overdrive 제어 기술로서 동일 data에 대해서도 예측을 통한 Overdrive가 가능하고, 역잔상을 줄일 수 있는 방식을 제안하였다.

## II. 본 론

### 1. Overdrive Control

그림1은 LCD 패널 응답속도(가로축 - 패널의 휘도가 10%에서 90%가 될 때까지의 응답시간)에 대비하여 실제 인간의 눈으로 인지되는 응답 속도로 MPRT (Moving Picture Response Time)을 표시한 그래프이다<sup>[5]</sup>. 8ms의 스펙상 응답속도를 가진 LCD패널에서 60Hz 구동 TV의 경우 실제로 느끼는 MPRT는 15ms 인데 반해 120Hz 구동 TV는 약 10ms 정도로 개선 효과를 보여주고 있다. 그림 1에서 보여 주듯이 hold-type display이기 때문에 응답속도가 0ms가 되더라도 근본적으로 MPRT는 14ms 정도가 된다. 물론, 120Hz 구동 시 MPRT는 프레임 시간에 비례해서 반으로 줄어들고, MPRT 측면에서는 현재로서는 제일 확실한 방법이 될 것이다. 그러나 120Hz는 구동에서의 power 문제가 있을 수 있고, 고속구동에 따른 액정의 응답속도 문제, 발

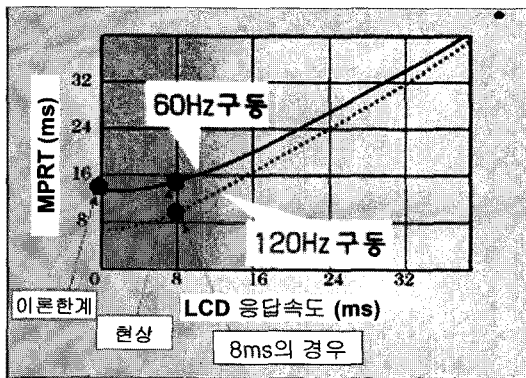


그림 1. MPRT 그래프  
Fig. 1. MPRT Graph.

열문제, 비용문제 등이 있다. 한편, 액정의 응답속도에 기인하는 부분은 16ms 액정의 경우 10ms 정도이다. 응답속도 개선은 Motion Blur에서 이 부분을 개선하기 위한 하나의 기술이다.

그림 2에서는 기존의 FeedForward 방식의 Overdrive Controller Block을 도시해 놓았다. 입력 프레임 데이터를 memory에 저장하고, 현재 프레임 데이터와 전 프레임 데이터를 비교하여 LUT(Look Up Table)에 의해 출력 데이터를 만들어 Source driver로 출력하게 한다.

Overdrive Control 기술은 픽셀에 인가되는 전압의 가장자리에 Overshooting (undershooting) voltage을 인가하여 액정의 응답 속도를 빠르게 하여 느린 응답속도에 의해 발생하는 Motion Blur를 제거할 수 있다<sup>[6]</sup>.

FeedForward Overdriving Control 기술에는 몇 가지 문제점이 존재한다. 고속응답을 충족시키기 위해서 LC(Liquid Crystal)를 Overshooting해야 하는 문제, Black/White에서는 근본적으로 ODC가 불가능하며,

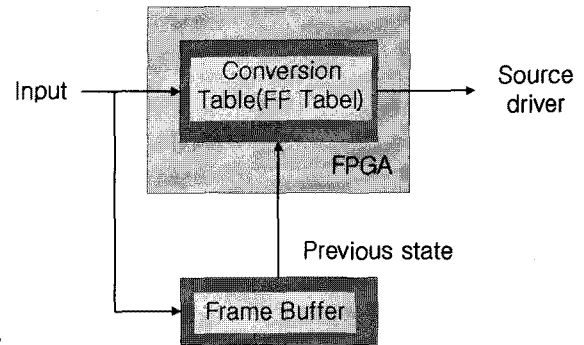
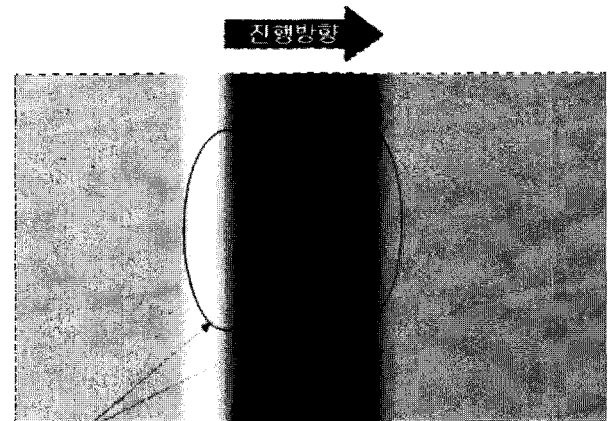


그림 2. FeedForward 방식의 Overdriving Control  
Fig. 2. FeedForward type of Overdriving Control.



과도한 ODC에 생긴 잔상 및 역잔상

그림 3. ODC 기술의 문제점의 예  
Fig. 3. An example of ODC problems.

step response에 대해서 지속적인 ODC가 불가능하다. 특히, 중간 계조에서의 slow response에 따른 Blur가 발생, 과도한 ODC에 의한 역잔상이 발생할 수 있다.

그림 3에서는 과도한 ODC에 의한 문제점을 보여주고 있다. 회색의 막대 bar가 오른쪽 진행방향으로 이동할 시 흰색에 가까운 잔상과 검정색에 가까운 역잔상의 문제가 나타난다. 이를 극복하기 위해서 FeedBack Overdrive Control 기술을 제안한다.

2. 제안하는 FeedBack Overdrive Control

그림 4에서는 제안하는 Feedback Overdrive Controller를 보여주고 있다. 기존의 FeedForward 방식의 Overdrive Controller에서는 전 프레임 데이터와 현재 프레임 데이터를 비교하여 그 차이에 해당하는 만큼의 전압(또는, 데이터)을 Overdriving 한다. 따라서, 같은 데이터가 연속적으로 입력되었을 경우 Overdriving을 할 수 없다. 그러나 제안한 방법에서는 Overdriving

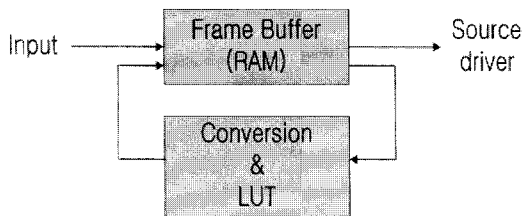


그림 4. 제안하는 FeedBack Overdrive Control  
Fig. 4. Suggested FeedBack Overdrive Control.

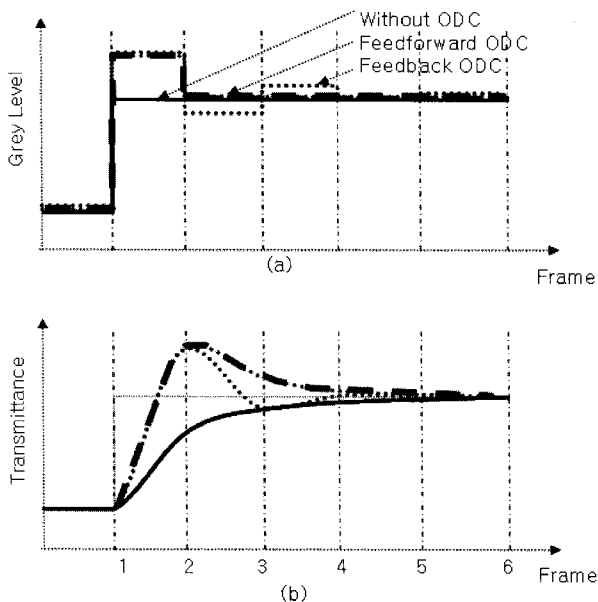


그림 5. 제안하는 Feedback overdrive Control 신호  
Fig. 5. Suggested Feedback Overdrive Control signal.  
(a) Grey level (b) LC Transmittance

후 예측 데이터를 프레임 메모리에 저장하고, 현재의 입력데이터와 비교하여 그 차이를 LCD 출력으로 내 보낸다. 따라서, 동일한 데이터가 들어오더라도 지속적인 Overdriving할 수 있다. 이러한, 원리로 조금 더 빠르게 정상상태에 도달 할 수 있다. 따라서, 영상의 모션에 따른 blur 현상을 줄일 수 있다.

그림 5의 (a)에서는 입력 데이터와 기존의 ODC 출력, Feedback ODC의 데이터 출력의 차이를 비교하였다. 그림 5 (b)는 각 방법을 사용했을 경우 예측되는 액정의 상대적인 투과율을 나타내었다. 첫째, ODC가 없을 경우 step 입력이 그대로 출력(source drive)으로 나가게 된다. Feedforward ODC의 경우 level이 상승하는 시점에 전 프레임(Previous state)과 현 프레임(Input) 간의 데이터 차이가 발생하게 되고, 이 차이를 이용하여 빠른 액정 응답을 달성하기 위해서 overshooting data를 입력한다. 그러나 그 이후 프레임은 전 프레임과 현 프레임 사이의 변화가 없기 때문에 DOC 동작을 하지 않게 되고, LC transmittance는 지속적으로 감소하면서 정상상태에 도달하게 된다. 본 논문에서 제시한 Feedback ODC의 경우는 전 프레임 data 대신 예측 data와 비교하기 때문에 다음 프레임 data는 undershooting data를 Source driver에 입력한다. 따라서, LC transmittance는 진동되면서 정상상태에 빠르게 도달하게 되고, Motion Blur도 줄일 수 있다.

그림 6은 software적으로 구현하기 위한 control block과 메모리 구조를 나타내었다. 300MHz 동작하는 PowerPC Processor로 메모리 주소번지 설정과 Processor local bus를 컨트롤 하게 하였으며, 디스플레이 관련된 monitoring 프로그램을 작성하였다. 메모리는

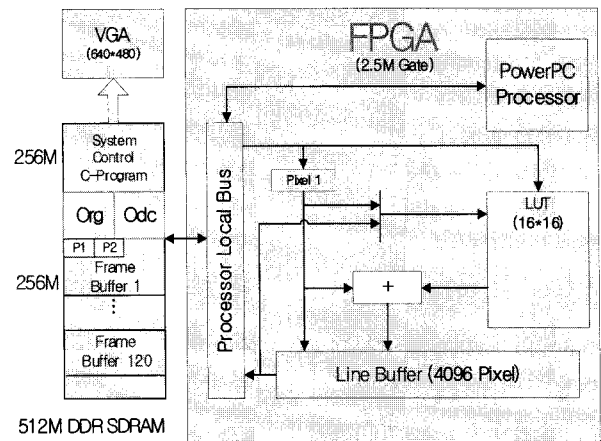


그림 6. Overdrive Control 블록도  
Fig. 6. Overdrive Control Block.

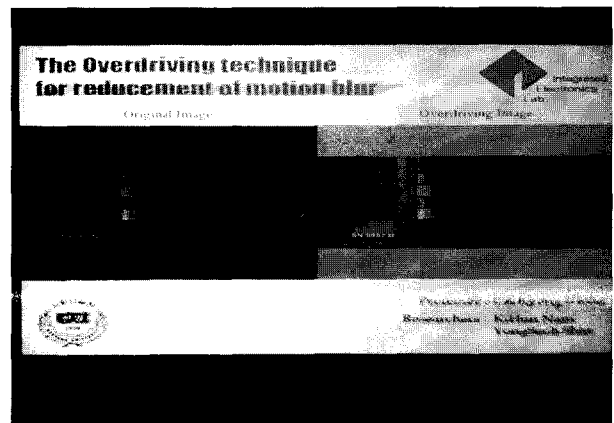
256M에서 512M까지는 시스템 컨트롤로 나머지는 frame buffer로 나누어 영역을 각각 할당했다. 입력은 샘플동영상을 frame(180KB)단위로 capture하여 120개 frame을 메모리에 할당하는 방식을 사용하였다. Frame에서 pixel 단위로 PLB(Processor Local Bus)를 통해 불러오고, 이전 pixel 값과 현재 pixel값의 앞 4bit씩을 합하여 LUT에 256개조로 구분하게끔 설계하였다. LUT(16×16)에 설정된 값과 현재 pixel값의 오차 값을 계산하여 line buffer에 저장한 후 메모리에 loading한다<sup>[7-9]</sup>. 동시에 FeedBack하여 다음 pixel값과 함께 LUT 값을 참조 하도록 하였다. LUT값은 별도의 software program을 통해서 입력하도록 하였다. 출력은 VGA (640×480) 60Hz로 LCD 모니터에 출력하였으며, 데모 영상은 Original image와 Overdriving image로 320×240으로 각각 구분하여 디스플레이하였다.

### 3. 환경설정 및 검증결과

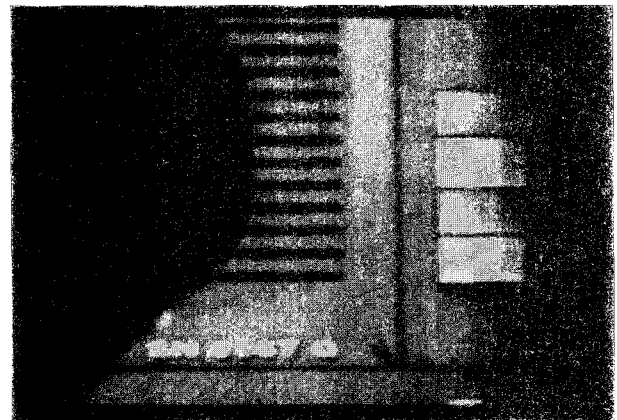
Xilinx의 Virtex-II Pro는 FPGA와 OS(Operating System)가 실행되는 IBM POERPC405 CPU core가 내장되어 PC(Personal Computer)의 메인보드와 비슷하게 I/O 인터페이스를 가지고 있어서 각종 I/O 인터페이스 개발 및 연구가 용이하며, Xilinx ISE를 통해 각종 Logic 설계를 할 수 있고, Xilinx EDK를 통해 Embedded Design, Xilinx System Generator를 통해 DSP(Digital Signal Processor) 설계까지 Virtex-II Pro 보드로 구현이 가능하여 제안된 Controller를 검증하기 위하여 Virtex-II Pro System을 선택하였다. 시스템에 맞는 PLB, On-Chip Peripheral Bus(OPB)와 같은 버스를 이용하여 설계하였다. PLB에서 System Control Bus는 32Bit으로 Data Bus는 64Bit로 설계하였다.

그림 7 (a)는 동영상이 디스플레이 되는 상태에서 image를 capture한 결과이다. 왼쪽의 화면은 Original image data를 오른쪽화면은 Overdrive한 image data를 동시에 출력하게 하였다. 임의의 동영상을 동시에 디스플레이 하여 각각의 화면에서 blur를 관측하였다. 그림 7의 (b)와 (c)는 Full Image에서 부분을 확대하여 각각의 화질을 비교한 화면이다. 흰색 숫자부분과 빨간색 배경 그리고 왼쪽의 검은색부분에서 색의 선명도 및 잔상의 차이점을 구별할 수 있다.

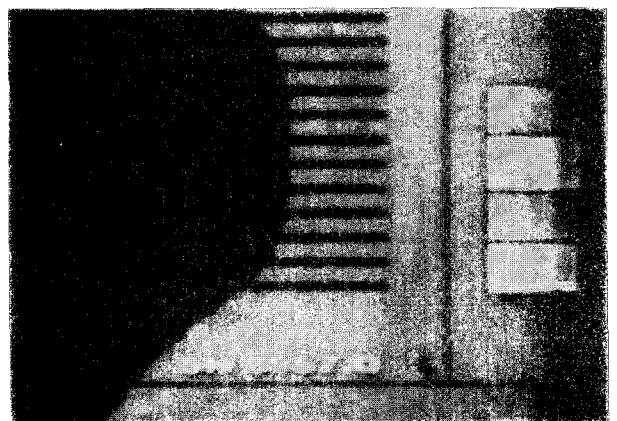
그림 8(b)에서의 image가 전반적으로 흐릿한 반면 (c)에서는 보다 명암의 차이가 뚜렷하게 나타남을 볼 수 있다. 결과적으로 동영상이 디스플레이 되는 상황에



(a)



(b)



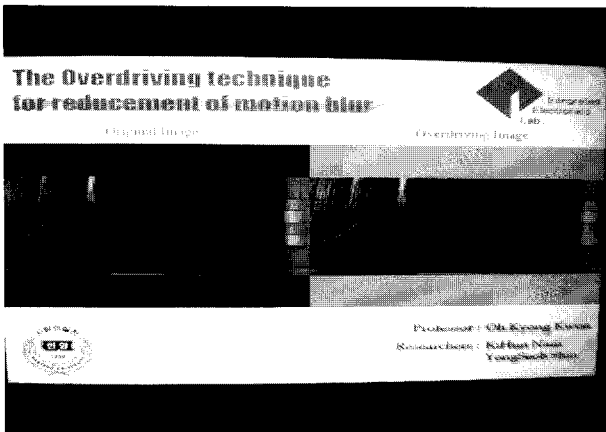
(c)

그림 7. 검증결과 A

Fig. 7. Verification result A.

- (a) Full Image      (b) Original Image data  
(c) Overdriving Image data

서 Overdrive한 화면을 통해 화질이 개선됨을 확인하였다.



(a)



(b)



(c)

그림 8. 검증결과 B

Fig. 8. Verification result B.

(a) Full Image (b) Original Image data  
(c) Overdriving Image data

### III. 결 론

본 논문에서는 기존의 Overdrive controller가 가지고

있던 단점을 극복하면서, 추가적인 hardware 가 필요 없는 새로운 Overdrive controller를 설계하였으며, 데모를 통하여 동영상에서의 blur의 개선과 역잔상을 제거할 수 있음을 시연하였다. 하지만 실제 패널에서 나오는 출력을 FeedBack하여 제어한 것이 아니라, 예측 data를 이용하여 Feed Back 제어를 하였다. 실제 data를 FeedBack하기 위해서는 각 pixel에 해당하는 광 sensor가 필요하기 때문에 양산제품으로는 실현 불가능하다고 할 수 있다. LCD panel의 특성에 맞는 LUT의 구현을 위해서는 각 계조 간 보다 세밀한 응답속도 측정이 필요하다. 그리고 액정의 특성을 분석하여 LUT가 필요 없는 실제적인 FeedBack Control의 개발 가능성을 고려해야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Kazuo Sekiya, Kazuhiro Wako, and Shigeru Nakano., "Overdrive for Compensating Color-Shift on Field Sequential Color TFT-LCDs", *SID Tech Dig.*, 2004 pp. 408~411.
- [2] Sun kwang Hong, Byung Hyuk Shin, Tae-Sung Kim, Brian Berkeley, and S. S. Kim., "Advanced Method for Motion-Blur Reduction in LCDs", *SID Tech Dig.*, 2005, pp. 466~469.
- [3] Hao Pan, Xiao-Fan Feng, and Scott Daly., "LCD Motion Blur Analysis and Modeling Based on Temporal PSF", *SID Tech Dig.*, 2006, pp. 1704~1707.
- [4] T-S. Kim, B-I. Park, B-H. Shin, B. H. Berkeley, and S-S. Kim., "Response-Time Compensation for Black-Frame Insertion", *SID Tech Dig.*, 2006.
- [5] <http://www.jvc-victor.co.jp/tv/lt-37lh955/feature02.html>.
- [6] B-W. Lee, Y-C. Yang, D-J. Park, P-Y. Park, B-K. Jeon, S-W. Hong, T-S. Kim, S-H. Moon, M-P. Hong, and K. Chung., "Spatio-Temporal Edge Enhancement for Reducing Motion Blur", *SID Tech Dig.*, 2006.
- [7] N. Yamagishi, H. Ishibashi, Y. Tanabe, and H. Yamagami., "Moving-Picture Simulation with OCB for Image-Blurring-Free LC TVs", *SID Tech Dig.*, 2006.
- [8] Tae-Chan Kim, Seok-Joon Park and Bong-Young Chung., "Design of a Response Time Accelerator for an LCD Panel", *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. 43, No. 5., November 2003, pp. 858~862.

- [9] Chen-Lung Kuo, Chung-Kuang Wei, Masaru Suzuki, Wen-Tsung Lin, Wang-Yang Li and Li-Yi Chen., "Large-area TFT-LCD using MVA-LCD Mode for TV Applications", *SID Tech Dig.*, 2003, pp. 1200~1203.

---

 저 자 소 개
 

---



남 기 훈(정회원)  
 2006년 서경대학교 컴퓨터과학과  
 박사졸업.  
 2006년 11월~2009년 한양대학교  
 디스플레이공학연구소  
 전임연구원.

<주관심분야 : 마이크로 프로세서, 3D Graphics  
 System, Display>



신 용 섭(정회원)  
 2003년 KAIST 전기및전자공학과  
 박사졸업.  
 2002년 1월~2006년 하이디스  
 선임연구원.  
 2006년 12월~2009년 한양대학교  
 디스플레이공학연구소  
 연구교수.

<주관심분야 : Display, LED control>