

# FPD를 위한 AMBA기반의 콘트라스트 컨트롤러 설계 및 구현

김석후<sup>o</sup> 홍재인 조화현 최명렬  
한양대학교 전자전기제어계측공학과  
{kshoo<sup>o</sup>, monadic1979, chh, choimy}@asic.hanyang.ac.kr

## Implementation and Design of AMBA based Contrast Controller for FPD

Seok-Hoo Kim<sup>o</sup> Jae-In Hong, Hwa-Hyen Cho, Myung-Ryul Choi  
ASIC Lab., Dept. Electric & Electrical Control Eng., Hanyang Univ

### 요 약

본 논문에서는 AMBA 기반의 FPD 시스템에 적용 가능한 콘트라스트 컨트롤러를 설계 및 구현하였다. 제안한 콘트라스트 컨트롤러 내부에는 AMBA의 인터페이스 spec을 준수한 AMBA AHB 컨트롤러와 콘트라스트조정 블록, 메모리 컨트롤러, FPD 컨트롤러가 내장되어있다. 구현한 알고리즘은 실시간 처리가 가능하며 콘트라스트의 범위를 조정하는 가중치를 가진 알고리즘으로 기준되는 값을 이용하여 콘트라스트의 효율적인 조정이 가능하다. 콘트라스트 컨트롤러는 VHDL로 설계하였으며 FPGA를 이용한 H/W를 구현하여 TFT-LCD panel에 디스플레이 하여 검증하였다.

### 1. 서 론

인터넷과 정보기술(Information and Technology, IT)의 발달이 고속화됨에 따라 디스플레이 장치의 중요성이 대두되고 있다. 이에 따라 인간 중심의 정보 디스플레이 하기 위한 PDP(Plasma Display Panel), LCD(Liquid Crystal Tub), FED (Field Emission Display), 유기 EL 등의 FPD에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

FPD는 기존의 CRT(Cathode Ray Tub)에 비하여 고해상도, 박형, 경량, 저전력 소비 등의 장점으로 인해 그 응용분야가 더욱 확대되고 있으며, 응용분야에 따라 다양한 해상도와 고화질을 요구하고 있다.

FPD는 SoC(System-on-a Chip) 및 RISC(Reduced Instruction Set Computer) 프로세서 등을 이용한 휴대용 컴퓨터와 모바일 기기 등에 장착되어 사용되고 있다. 이러한 장치들은 고속 및 광대역의 데이터 액세스를 위해서 저전력, 고성능의 버스 구조를 필요로 한다.

본 논문에서는 AMBA 기반의 FPD 시스템에 적용 가능한 콘트라스트 컨트롤러를 설계 및 구현하였다. 구현한 콘트라스트 컨트롤러는 고성능 버스 구조인 AMBA AHB에 적합하게 설계하였다. 또한 실시간 처리가 가능하며 콘트라스트의 효율적인 조정이 가능하다.

구현한 콘트라스트 컨트롤러는 VHDL로 설계하였으며 FPGA를 이용한 H/W를 제작하여 LCD Panel을 이용하여 성능을 검증하였다.

본 논문의 2장에서 구현한 콘트라스트 조정 알고리즘에 대하여 설명하고 3장에서는 제안한 AMBA 기반의 콘트라스트 컨트롤러에 대하여 설명하였다. 4장에서는 시뮬레이션 및 합성 결과에 대하여 설명하였으며, 5장에서 결론 및 향후 연구방향에 대하여 논하였다.

### 2. 구현한 콘트라스트 조정 알고리즘

기존의 명암 대비 스트래칭의 경우 승산기와 누진기를 사용함에 있어서 실시간 처리가 어렵다는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서 구현한 콘트라스트 조정 방식은 이러

한 단점을 보완하여 급셈기의 역할을 비트 쉬프트를 사용하여 하드웨어 구조를 단순화하였다.

$$New\ pixel = (Input\ Pixel - Low\ Pixel) \times (M + US) \quad (1)$$

If  $(16 \leq DR \leq 127)$  then  
 $US \Rightarrow \{-2, -1, 0, 1, 2\}$

else  
 $US \Rightarrow \{0, 0.125, 0.25, 0.375, 0.5, 0.625, 0.75\}$

$$M(Multiple) : INT \left( \frac{255}{High\ pixel - Low\ pixel} \right) \quad (2)$$

식 1에서처럼 최소 화소 값 채택에서 매우 작은 수를 보유한 화소 값을 채택한다면 M 값이 변하므로 오차가 발생한다.

$$\text{if } (Low\ pixel\ \text{의}\ \text{갯수} > \text{기준}\ pixel\ \text{의}\ \text{갯수}) \quad (3) \\ Low\ pixel = pixel\ \text{의}\ \text{값}$$

그러므로 식 3과 같이 기준이 되는 화소의 수를 가진 화소 값을 최소 화소로 결정하여 콘트라스트의 조정의 오차를 줄였다.

$$\text{if } (High\ pixel\ \text{의}\ \text{갯수} > \text{기준}\ pixel\ \text{의}\ \text{갯수}) \quad (4) \\ High\ pixel = pixel\ \text{의}\ \text{값}$$

또한 최소 화소 값뿐만 아니라 최대 화소 값도 식 4와 같이 최소 화소 값의 채택과 전체적인 콘트라스트 조정의 오차를 줄였다. 식 4에서 최소 화소 값에 대하여 뺄셈 연산으로서 언더플로어 발생을 방지하였다. 또한 오버플로어를 방지하고 전체 영역을 포함하도록 가중치  $(M+US)$ 를 계산한다. 사용자는 US(User Selector)를 사용하여 영상의 콘트라스트를 단계적으로 조정할 수 있으며 오버플로어를 방지하기 위하여 만약  $DR(Differe-$

nce Range)로 16에서 127사이 존재할 경우 US값이 -2에서 2까지 정의되었으며 128이상일 경우 2보다 적은 가중치를 곱하여 확장시킨다.

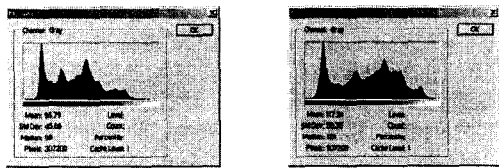
M값은 식 2에 의해서 결정되는데 누산기를 이용하여 M값을 계산하지 않고, 히스토그램의 최대 값과 최소 값의 차에 해당하는 값의 비트 정보를 이용한다. 따라서 간단한 하드웨어 구성이 가능하다[8]. 그림 1,2는 구현 알고리즘의 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 보여준다.



(a) 원본 영상 (b) 결과 영상

그림 1. Lena 영상 실험

위의 그림 1(a)는 원본 이미지로서 개선된 알고리즘을 적용하여 영상을 처리후 그림 1(b)와 같이 콘트라스트가 향상되는 것을 확인할 수 있다. 여기서 기준치라는 것은 최소, 최대 화소 값을 채택하는 기준이 되는 화소 값을 말하며 그림 3에서 RP가 된다.



(a)원본영상 히스토그램 (b)결과영상 히스토그램

그림 2. 영상 실험의 히스토그램

3. AMBA 기반의 콘트라스트 컨트롤러 설계 및 구현

본 논문에서 구현한 콘트라스트 컨트롤러는 AMBA AHB를 기반으로 동작함으로써 무선 통신 단말기, 휴대용 컴퓨터 등에서 별도의 FPD 컨트롤러 없이 동작이 가능한 특징을 가지고 있다. 다음 그림 3은 AMBA 기반의 콘트라스트 컨트롤러의 블록도이다.

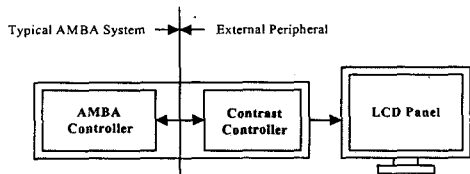


그림 3. AMBA 기반의 콘트라스트 컨트롤러 블록도

(1) AMBA 컨트롤러

AMBA 컨트롤러는 AMBA 슬레이브로서 AMBA spec에 따른 파이프라인 오퍼레이션과 버스트 전송을 하며, AMBA 버스를 이용하여 영상 데이터를 전송한다. AMBA를 통해 마스터가 전송한 컨트롤 신호 및 VGA 해상도의

화면 데이터를 전송받아 콘트라스트 컨트롤러 블록으로 ADDR과 R/G/B 데이터를 전달한다. 그림 4는 AMBA 컨트롤러의 블록도이다.

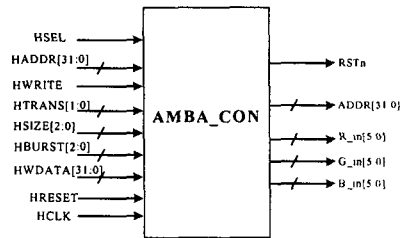


그림 4. AMBA컨트롤러의 블록도이다.

그림 5는 콘트라스트 컨트롤러의 블록도이다. 콘트라스트 컨트롤러는 콘트라스트 조정 블록, 메모리컨트롤러, FPD 컨트롤러로 구성되어 있다.

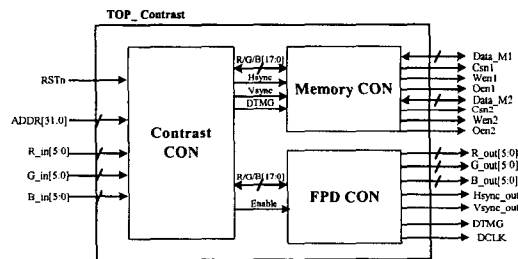
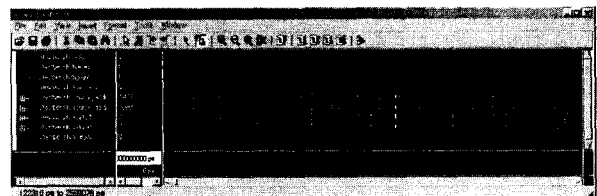


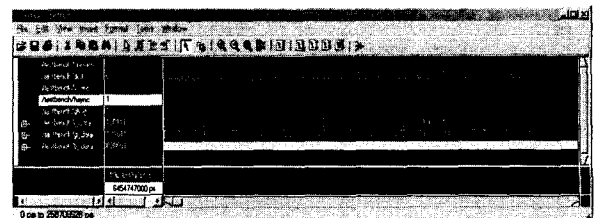
그림 5. 콘트라스트 컨트롤러 블록도

4. 시뮬레이션 및 합성 결과

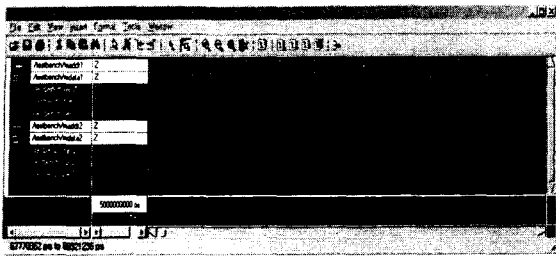
그림 6은 구현한 AMBA 기반의 콘트라스트 컨트롤러의 시뮬레이션 파형이다.



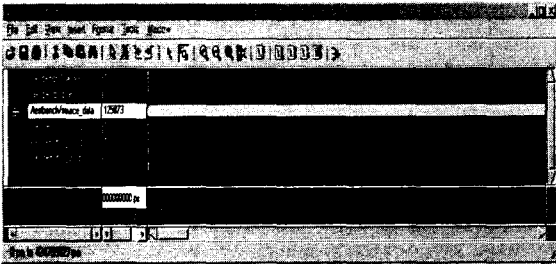
(a) AMBA 컨트롤러 입력 파형



(b) 콘트라스트 컨트롤러의 입력파형



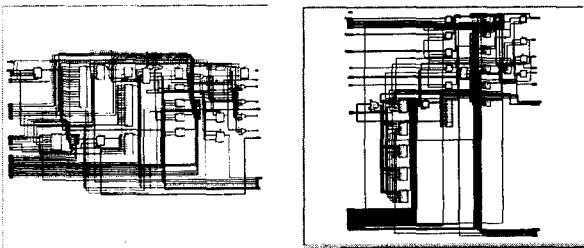
(c) 외부 메모리 Read/Write 파형



(d) 콘트라스트 컨트롤러의 출력파형

그림 6. 시뮬레이션 파형

그림 7은 콘트라스트 컨트롤러의 VHDL 합성 결과이다. Xilinx에서 제공하는 ISE5.2i를 사용하여 합성하였다.



(a) AMBA 컨트롤러

(b) 콘트라스트 컨트롤러

그림 7. 합성 결과

그림 8은 구현한 FPGA-Board이고 그림 9는 전체 시스템이다. 실제 LCD Panel에 디스플레이 되는 모습을 볼 수 있다.

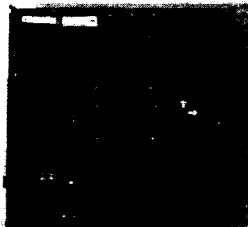


그림 8. FPGA-Board

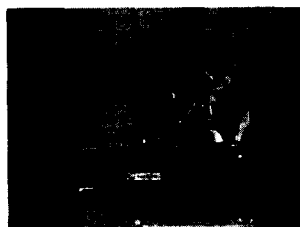


그림 9. 전체 시스템

### 5. 결론 및 향후 연구방향

일반적으로 화질향상의 방법으로는 콘트라스트 조정, 에지 강화, 잡음 감소 등의 기법들이 있다. 이러한 기법들을 이용하여 영상내의 영상 정보량을 전혀 증가시키지 않고 화질을 향상시키는 것이 가능하다.

본 논문에서는 AMBA 기반의 FPD 시스템에 적용 가능한 콘트라스트 컨트롤러를 설계 및 구현하였다. 제한한 콘트라스트 컨트롤러 내부에는 AMBA의 인터페이스 spec을 준수한 AMBA AHB 컨트롤러와 콘트라스트조정 블록, 메모리 컨트롤러, FPD 컨트롤러가 내장되어있다. 구현한 콘트라스트 컨트롤러는 기존의 알고리즘을 개선하여 실시간 처리가 가능하며 연산에 있어서 기준되는 값을 이용하여 콘트라스트의 효율적인 조정이 가능하다. 또한 AMBA 컨트롤러가 내장되어 있어 AMBA AHB를 기반으로 동작함으로써 무선 통신 단말기, 휴대용 컴퓨터 등에서 별도의 FPD 컨트롤러 없이 동작이 가능한 특징을 가지고 있다. 콘트라스트 컨트롤러는 VHDL을 이용하여 설계하였으며 검증은 FPGA-Board를 H/W로 구현하여 LCD Panel을 이용하여 성능을 검증하였음을 보였다.

향후 연구계획으로는 콘트라스트 조정 및 스케일링 기능을 가진 AMBA 기반의 FPD 컨트롤러를 설계 및 구현할 계획에 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] Y. Koo, et al., "An Image Resolution Enhancing Technique Using Adaptive Sub-Pixel Interpolation for Digital Still Camera system", IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 45, No. 1, pp. 118-122, 1999.
- [2] Kim et al., "Digital Signal Processor with Efficient RGB Interpolation and Histogram Accumulation", IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 4, pp. 1389-1395 1998.
- [3] Markhuser, C.P., "NTSC Image Improvements using Basic Inter and Intra/Frame Signal processing", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. CE-35, pp. 836-871, 1989.
- [4] Rafael G. Gonzales, "Digital Image Processing", Addison-Wesley, pp. 161-249.
- [5] Randy Crane, Simplified Approach to Image Processing, Prentice-Hall, pp. 55-83, 1994.
- [6] M. A. Sid-Ahmed, Image Processing, McGrawHill, pp. 83-98, 1995.
- [7] Bernd Jähne, Digital Video Processing, Springer-Verlag, pp. 77-94, 1993.
- [8] C. Choi, et al., "An Image Processor for SXGA/UXGA FPD", AP-ASIC'99, pp. 250-253, 1999.