

LED BLU 분할구동(Local Dimming)을 위한 영상처리 알고리즘에 관한 연구

A Study on Image Processing For Local Dimming Of LED BLU

, 한승훈*
, (주)로그시스*

Nae Joung Kwak, Seung Hun Han*
Mokwin Univ., Logsys Co., Ltd

요약

LCD는 BLU를 통해 빛을 공급받고 공급 받은 빛은 각각의 칼라필터에 의해 색을 부여받으며 상판과 하판 glass 사이의 액정을 제어함으로써 빛의 양을 조절한다. 하지만 액정의 구조적 물리적 특성상 빛을 완벽히 차단하는 것은 현재 불가능하므로 광학 sheet와 액정을 통과하면서 많은 양의 손실을 겪게된다. 이는 에너지 효율과도 관련이 있으며 더 나아가 Contrast에도 큰 영향을 미치게 되어 다른 디스플레이 장치에 비해 Contrast ratio가 상당히 낮아질 수 있다. 이에 따른 해결 기술이 많이 개발되고 있으나 근본적인 해결책이 될 수 없었다. 그 중 한가지 예가 LCD에 적용되는 Dimming 기술로서 본 논문은 소비전력을 감소시키면서 영상의 화질을 적절히 표현하기 위하여 LCD의 광원으로 사용되는 LED BLU에서 분할구동(Local Dimming)을 하기위해 요구되는 영상처리 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 고속 신호처리가 가능한 FPGA를 이용하여 영상신호로부터 분할된 영역의 최대 밝기신호를 추출하고, BLU의 분할된 영역을 추출된 밝기로 개별 점등하는 동시에 분할영역의 밝기에 상응하는 영상신호를 생성 LCD Panel에 공급함으로써 명암비가 향상된 영상을 표현한다.

Abstract

LCD is supplied light by BLU(Back Light Unit) and the light represents color by each color filter. Also LCD adjusts the amount of light by controlling liquid crystal between the glass of upper plate and one of lower. However, it is impossible to completely exclude light due to the structural and physical characteristic of liquid crystal. Therefore, on transferring light through optical sheet and liquid crystal, many problems are generated. They are related with energy efficiency and get effective for the contrast of LCD to have lower contrast ratio than other display devices. To solve the problems, many techniques have been studied and developed but don't exist keys to solution for them. Among methods, local dimming is one example to be applied to LCD. In this paper we propose image processing algorithm for local dimming of BLU of LED used as light source. The proposed algorithm extracts maximum luminance signal and lights using each extracted signal on segmented region of BLU. Also the proposed algorithm generates image signal in corresponding to luminance of the segmented region and supplies them with LCD panel to represent image with improving luminance ratio.

I. 론

LCD는 액정(Liquid Crystal)자체로는 빛을 내지 못하고 투과광의 양을 변조시키는 역할만 수행하므로 외부로부터의 광원(Light-Source)을 필요로 한다[1]. 따라서 LCD 패널은 화면 전체를 균일한 밝기로 유지할 수 있는 면광원 형태의 백라이트가 필수적인 구성요소이다.

LCD 모듈(Module)은 액정패널, 구동회로 및 BLU(Back light unit)로 구성된다[2]. LCD 패널은 BLU에서 입사된 백색 평면 광을 구동회로로부터 입력된 개별 화소의 신호 전압에 따라 화소에 투과되는 빛을 제어하여 이미지를 표현한다. BLU은 광원으로 사용되는 램프부터 밝기가 균일한 평면 광을

만드는 역할을 수행하며, 액정 디스플레이가 대형화 고화질화 될수록 중요성이 증가하고 있다[2].

BLU을 통해 LCD 패널에 빛을 입사 시켜주는 광원으로서 주로 사용되는 램프의 종류는 LED(Light Emitting Diodes), OLED (Organic Light Emitting Display), CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)등이 있다[1]. 이중 냉음극형광 램프(Cold-Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)는 수은(Hg)형 형광램프 수십개가 패널 밑에 병렬로 배치된 구조로 이루어져 있고 이로 인한 구동회로의 고가화, BLU 구조 및 조립공정의 복잡하며 수은이 포함되어 있어 환경문제 유발의 소지를 갖고 있다. LED는 수명이 거의 10만 시간에 가까우며 소

비전력 또한 백라이트 전체 기준으로 보면 CCFL 대비 절반정도로 낮다. 또한 제품의 박형화가 가능하고 풍부한 색 재현성 또는 연색성과 높은 명암비를 얻을 수 있다는 장점을 들 수 있다[3].

디스플레이 광원이 LED로 변화하면서 BLU를 다수의 영역으로 구분하여 휘도를 영상 신호와 연계하여 영상의 검은 색 부분에 해당되는 LED 휘도를 줄이고 밝은 휘도를 올려서 명암비를 개선하고 선명도를 높이는 분할구동(Local Dimming) 기술이 대두되고 있다. 이 기술은 풍부한 색감 재현하며 소비전력을 감소시킬 수 있다[4].

이때 블록으로 나누어진 각 영역에서 명암의 보정 및 향상이 필요하며 이를 하드웨어적으로 구현하는 기술에는 한계가 있으므로 영상처리 기법을 도입함으로 영상 디스플레이시 좀더 개선된 화질을 얻을 수 있다.

본 논문은 소비전력을 감소시키면서 영상의 화질을 적절히 표현하기 위하여 LCD의 광원으로 사용되는 LED BLU에서 분할구동(Local Dimming)을 하기위해 요구되는 영상처리 기술에 관하여 연구한다. FPGA 보드로 영상신호를 입력받아 블록으로 나누어 각 블록 단위로 LED BLU 제어신호를 추출하고 제어신호를 이용하여 블록단위로 영상의 명암비를 개선하는 알고리즘을 개발한다.

II. (Local Dimming)

1. 요

CRT는 반응속도가 아주 빠른 Phosphor의 반응을 이용하여 화상데이터를 임펄시브(impulsive) 방식으로 디스플레이 한다. 이 경우 동영상의 화질 특성이 매우 우수하다. 반면 LCD의 경우 한 프레임 시간동안 하나의 이미지를 계속해서 디스플레이 하는 Hold-type 디스플레이이다. 이런 경우 정지 영상의 경우 플리커 현상을 벗어 선명한 영상을 제공하지만 동영상의 경우 화질이 뚜렷하지 않고 흐릿하게 보이는 Motion Blur 현상이 발생한다. 그림 1은 CRT와 LCD에서 두 영상의 화질을 비교한 결과이다. 이러한 문제점을 개선한 방법으로 Blinking BLU, Dynamic BLU, BDI(black data insertion), GDI(gray data insertion) 등이 있다. 이러한 방법들은 동영상의 번짐(blur)은 감소시키나 휘도가 저하되거나 명암비가 저하되는 단점이 있다[5].

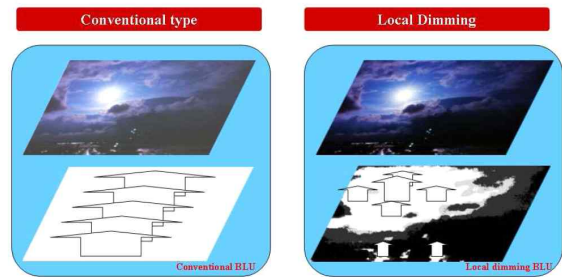
또한 LCD는 다른 디스플레이에 비해 낮은 Contrast를 구현한다. Backlight에서 공급되어지는 빛을 액정의 광학적 배열 특성과 Polarizer 배열상의 문제로 인해 완벽히 차단하지 못한다. 또한 인간의 시각적 특성은 어두운 곳에서 분해능력이 떨어지기 때문에 어두운 영상을 구현할 때 LCD를 통해 전달되

어지는 영상외에 액정에서 차단하지 못한 빛이 추가되어 구현되므로 선명한 이미지 즉 명암비가 높은 Contrast를 구현하기 어렵다[6].



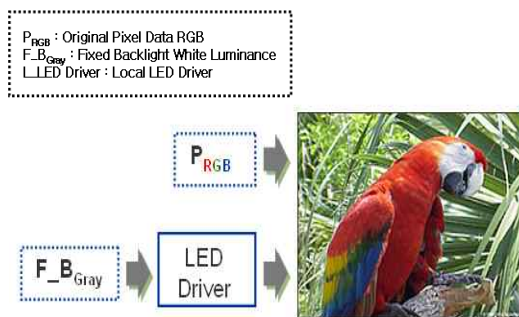
▶▶ 1. CRT와 LCD 동영상의 화질 비교

분할구동(Local Dimming) 이란 Backlight를 분할 구동하고 분할된 영역내의 휘도 변화를 개별적으로 제어하는 기술을 말한다. Local Dimming 을 구현함으로써 Contrast 향상을 극대화 할 수 있으며 Hold-type 단점과 Motion Blur 현상을 극복할 수 있는 기술이다. 그림 2는 일반적인 BLU를 이용한 영상과 Local Dimming을 통해 얻을 수 있는 영상에 대한 비교 영상이다. 그림 2 (a)의 Conventional type은 CCFL 광원을 이용한 LCD 구현 영상을 표현한 영상이다. 옆의 Local Dimming은 LED를 이용하여 구현할 수 있는 부분별 휘도 제어 방법이다. 그림 2 (b)과 같이 밝은 부분은 더욱 밝게 어두운 부분은 더욱 어둡게 만들어 줌으로써 LCD 패널 상에서 구현되는 이미지의 Contrast Ratio 향상을 가져올 수 있다.

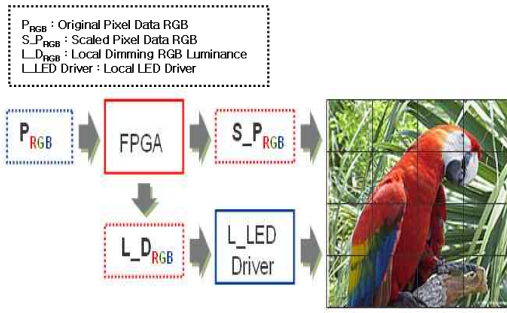


▶▶ 그림 2. 일반 Backlight를 이용한 구현 모습과 Local Dimming 구현 모습

2. 기존 시스템과 분할구동 시스템의 구성도



▶▶ 그림 3. LCD 패널에 영상을 표현하는 기존의 시스템 구성도



▶▶ 4. 분할구동 방법을 이용하여 LCD 패널에 영상을 표현하는 시스템 구성도

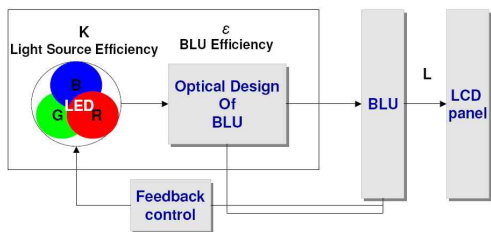
기존의 방법은 LCD 패널에 영상정보를 디스플레이할 때 그림 3과 같은 구조를 갖는다. 이 시스템은 표현하고자 하는 영상의 명암 정보를 이용하여 전체 영상에 대해 동일한 백라이트 값을 설정하여 LED driver를 구동한다. 그러므로 전력 소비량도 크고 명암비도 효율적이지 않다.

그림 4는 분할구동 방법을 적용하여 LCD 패널에 영상을 표현하기 위한 시스템 구성도를 보여준다. 입력된 영상에서 각 칼라정보를 이용하여 블록단위로 LED 제어정보를 구하고 그 정보를 이용하여 입력된 영상의 명암비를 보정한 후 보정된 영상을 LCD 패널에 영상을 표현한다. 이와 같이 분할구동 방법을 사용할 경우 블록 단위로 백라이트 값을 설정하여 조정하므로 전력 소비를 감소시키며 전체 영상의 명암비도 개선되어 화질이 개선된다.

III. LED BLU 위한 영상처리 알고리즘

본 논문은 96개의 분할된 영역을 갖는 LED BLU의 분할구동(Local Dimming)을 위한 영상처리 알고리즘을 개발한다.

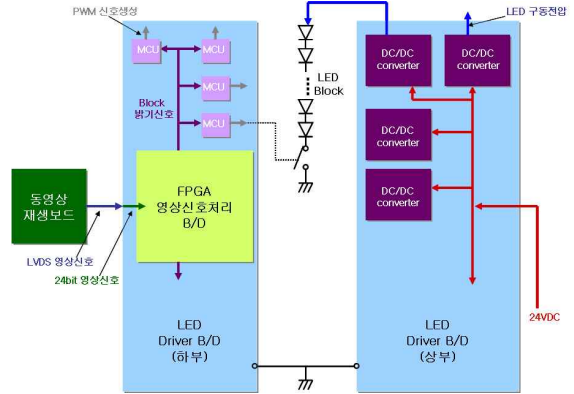
1. LED BLU 위한 전체 시스템



▶▶ 그림 5. LED BLU 분할구동을 위한 영상 신호 및 컨트롤 신호 흐름도

그림 5는 LED BLU 분할구동을 위한 영상 신호 및 컨트롤 신호의 흐름을 보여준다. R, G, B입력 데이터는 BLU의 명암 값을 변화시키기 위하여 BLU 출력을 개선하기 위한 처리과정

을 거치게 된다. 즉 BLU의 광학적 설계를 바탕으로 R, G, B 입력을 제어하는 제어신호를 얻어 BLU의 값을 조절한다.

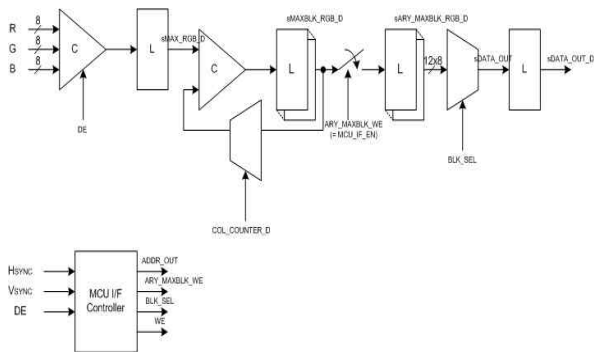


▶▶ 그림 6. LED BLU 분할구동을 위한 전체 시스템 구성도

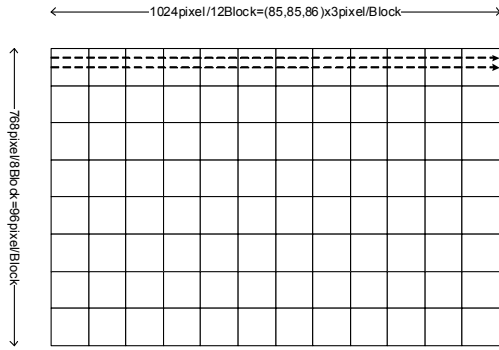
이러한 원리를 이용하여 본 논문에서는 그림 6과 같은 시스템을 구성하였다. 동영상 재생 보드를 통해 영상 데이터 "RED, GREEN, BLUE" 신호는 FPGA 보드로 입력이 되고 FPGA 보드는 입력받은 영상신호를 블록단위로 처리한다. 하나의 블록은 85×96픽셀 혹은 86×96 픽셀로 구성되며 하나의 블록에서 가장 밝은 명암도의 값을 추출하여 그 블록의 대표 명암도로 설정한다. FPGA는 설정된 대표 명암값을 출력으로 하여 MCU로 전송하고 MCU는 LED의 값을 제어하여 LED로 입력되는 전류의 흐름을 조절하여 명암비를 변화시킨다.

2. LED BLU 분할 구동을 위한 영상처리용 FPGA 하드웨어

그림 7은 FPGA에서 구현된 전체 블록도이다. 입력으로 R, G, B 신호와 HSYNC, VSYNC, DE와 출력으로 DATA_OUT, ADDR_OUT, WE 이다. R, G, B 입력은 unsigned int 형으로 8비트의 magnitude를 갖는다.



▶▶ 그림 7. FPGA 전체 블록도



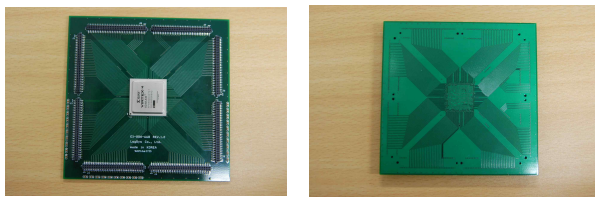
▶▶ 8. 비디오 입력 신호

그림 8은 입력되는 신호로 화면을 블록단위로 분할하게 되며, 화면의 세로 축은 96 화소씩 묶이며, 가로 축은 85, 85, 86, 85, 85, 86, 85, 85, 86, 85, 85, 86 화소씩 분할하게 된다. 하나의 블록에서 가장 큰 값을 저장하는 레지스터는 sMAXBLK_RGB_D이며, MCU로 전달하기 위해 sARY_MAXBLK_RGB_D 메모리에 저장시키게 된다.

IV.

LED BLU는 50인치 TV용 으로 96개의 블록을 가지며 LED driver의 블록별 RGB 제어신호에 의해 구동된다. LED Driver는 FPGA로부터 96개 블록의 LED 구동신호를 수신하여 LED BLU를 구동한다. FPGA는 영상보드로부터 RGB 24bit 신호 입력을 입력받아 밝기신호 추출하고 영역별 영상신호 생성한다.

그림 9는 제작된 FPGA의 상부 및 하부 사진이다.

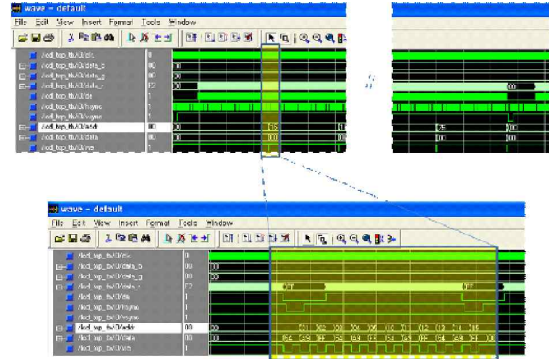


(a) FPGA 보드 상부 사진 (b) FPGA 보드 하부 사진

▶▶ 그림 9. FPGA 보드 사진

그림 10은 설계된 회로를 Function 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타낸 것이다. Addr, Data, WE는 MCU와 인터페이스를 위한 FPGA 출력신호이다.

그림 11은 동영상보드로 입력되는 영상 (a)에 의해 제어되는 LED의 출력결과를 보여준다. 화면 전체에 백색의 영상이 입력되므로 (b)의 결과는 가장 밝은 명암도를 갖도록 나타난다.



▶▶ 그림 10. 시뮬레이션 과정



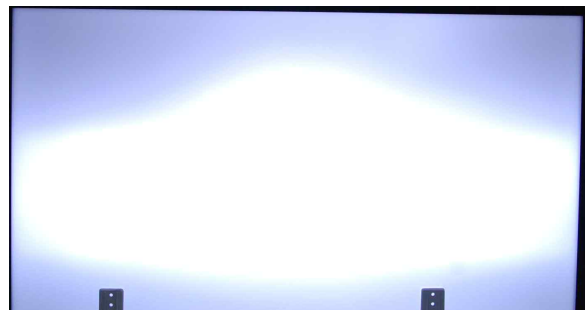
(a) Full White 영상 (b) (a)에 의해 제어된 LED 출력결과

▶▶ 그림 11. 동영상 보드를 통해 입력된 전체 백색 입력영상과 분할 구동된 LED

그림 12의 (a)는 SUNSET 동영상으로 전에 입력된 영상의 블록당 명암값에 의해 분할 구동된 결과를 (b)에 보여주고 있다. 전체 화면에서 밝은 부분의 명암비는 255의 값을 갖고 그 외의 값은 상대적으로 조절되어 나타난다.



(a) sunset 영상



(b) (a)에 의해 제어된 LED 출력결과

▶▶ 그림 12. 동영상 보드를 통해 입력된 Sunset 영상과 분할 구동된 LED

V. 론

본 논문은 입력영상으로부터 들어오는 RGB 신호를 이용하여 LED BLU 제어신호를 추출하며 제어신호를 이용하여 블록단위로 영상의 명암비를 개선하는 알고리즘을 개발했다.

본 논문을 통해 개발된 기술은 LED BLU의 새로운 기술적 용이 보편화 될 수 있도록 다양하게 활용될 수 있다. 고속 영상처리는 고해상도 패널의 개발과 최근 화질개선을 위한 동작 주파수의 상승으로 활용범위가 더욱 확대될 것으로 예상된다. 또한 기본적으로 LED BLU의 분할구동(Local Dimming) 솔루션을 제공하며 FPGA로 구현되는 솔루션은 ASIC화 가능하여 저가의 영상처리 솔루션으로도 발전 가능하다. 그리고 BLU 단계의 시험 검사장비 및 BLU 광원개발용 영상 및 제어 신호 생성장치 등의 다양한 용도로의 활용도 용이하다.

참 고 문 헌 ■

- [1] 김현진, "LCD BLU용 광원기술 동향", 대형 액정TV 대상 BLU 신기술 세미나 자료집
- [2] "2000년 신기술동향조사 보고서(백라이트부분의 저소비 전력화)", 특허청, 2000
- [3] H. Hahm, "LED, the Light Source for the LCD", Backlight Market Analysis & Technology Trends, Korea Display Conference Book, Displaybank, 2006. 7. 7.
- [4] 김차연, "Backlight Unit 부품소재 기술개발 동향", 인포메이션 디스플레이, 제6권, 제3호, 2005.
- [5] M. Anandan, "LED Backlight for LCD/TV Monitor: Issues that Remain", SID'06 Digest, p.1509, 2006.
- [6] M. Anandan, "Backlights for LCD/TV Monitors: LCD vs. CCFL", SID '06 Seminar Lecture Notes M-2/1, 2006.