액정표시 장치에서 영상에 따른 콘트라스트 제어 방법

A Method for Contrast Enhancement according to Video image in Liquid Crystal Display

박행원*·**, 전병우*, 이승우**, 김영기*
*성균관대학교 정보통신공학부
**삼성전자 Device Solution Network 총괄
E-mail : howard.park@samsung.com

Abstract

This paper describes a novel method for image contrast enhancement by controlling gamma curve in AMLCD. The key idea is to automatically manipulate gamma voltage in accordance with the image data distribution. This method is applied to 17" SXGA LCD monitor module. The contrast ratio and the brightness are enhanced respectively by about 3 times and 1.7 times, by using the proposed method.

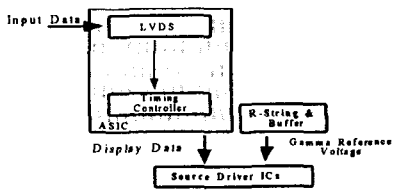
I. 서론

최근 CRT(Cathode ray tube)를 대신하여 다양한 형태의 새로운 디스플레이 장치를 이용하여 동화상의 이미지를 보는 기회를 많이 접하고 있다. 새로운 디스플레이 장치는 LCD, LED, PDP 그리고 유기 EL 등이며, 특히 새로운 디바이스들 중에 LCD 장치는 경박 단소 하며, 소비전력이 CRT 에 비해 낮은 장점이 있으며, 또한 공간, 에너지 절감, 인간에 대한 환경 친화적인 이점도 가지고 있어, CRT 를 대체할 가장 유력한 디스플레이다. 하지만 아직도 동영상을 재현 하기에 여러 특성면에서 아직도 충분치 못하다. 특히 액정 표시 장치가 노트북 컴퓨터의 표시 장치로 널리 쓰이게 되고 현재는 Desktop 컴퓨터 모니터 와 Digital TV 의 디스플레이 장치로 사용이 확대되고 있다. 컴퓨터 사용자들은 발전하는 멀티미디어 환경에서 컴퓨터 표시장치로 DVD Player 를 이용하여 동영상을 시청하기를 원하고 있으며, LCD TV 의 제품도 확대되는 시점에서 동영상 표시 품질은 현재보다 향상이 되어야 한다. 특히 동영상에서 정적 상태의 명암 대비비(Contrast Ratio) 보다 낮은 명암 대비비로 인하여 시청자에게 답답함을 주는 문제는 존재하고 있어 개선의 필요성이 대두되고 있다. 이에 대해 System 업체에서 디지털 영상처리 방법으로 히스토그램 slice & stretching, 히스토그램 equalization 과 히스토그램 specification 기술을 이용하여 영상의 Contrast 를 향상하려하고 있다. 위의 방법은 별도의 정보 증가량 없이 화질 향상이 가능하나, 히스토그램 조작에 의한 데이터의 손실 및 복잡성, 전체적으로 밝은 영상에 대해 white 에서 saturation 과 데이터 조작을 위한 Non real-time 구동으로 인한 비용상승의 문제가 발생하여 실제구현을 위한 여러 가지 다른 방법이 연구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 액정 표시장치의 감마 특성을 시스

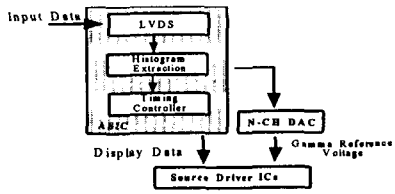
탬의 디지털 영상 처리 기술이 아닌 LCD 패널 자체에서 디지털 데이터의 조작없이 화면의 데이터 분포 상태에 따라 매 프레임마다 감마 특성을 변화시켜 명암 대비를 제어함으로써 동영상에서 역동적인 화질 향상을 구현하기 위한 동적 감마 제어(Dynamic Gamma Control:DGC)방법을 제안한다.

II. 동적 감마 제어 기술(DGC)

일반적으로 LCD 패널은 그림 1(a)에서와 같이 직렬 저항 String 에 의해 감마 값이 고정되어 있다. 그러나 이 방법은 입력 Gray 데이터에 무관하게 고정된 감마 커브를 갖게 되어 다음과 같은 문제점이 있다. 우선 해변이나 하늘 같은 밝은 화면에서는 Gray-level 들이 대부분 높은 밝기를 나타내게 되므로 화면 전체적으로 Contrast 가 떨어져 보인다. 즉 Dynamic Range 가 줄어들어 Contrast 가 작아지는 것이다. 마찬가지로 숲속같은 전체적으로 어두운 화면에서도 대부분의 Gray-level 들이 낮은 밝기를 나타내게 되므로 이 역시 Contrast 가 떨어져 보이는 화면이 Display 된다. 이 문제를 해결하기 위해 LCD 회로에서 취할 수 있는 방법은 화면특성에 따라 감마 전압을 변경하는 것이다.



(a) 기존의 LCD 감마전압 발생방법



(b) 본논문의 감마전압 발생방법

그림 1. LCD 에서 감마 전압 발생방법

이를 위해 그림 1(b)에서와 같이 직렬 data 인터페이스를 가진 다채널 DAC 를 사용하여 각 프레임마다 자동적으로 감마 전압을 변화시켜 줌으로 향상된 다이나믹 Contrast 이미지를 얻을 수 있다.

2.1 밝기 히스토그램 추출 알고리즘

그림 2 에 밝기 히스토그램을 추출하기 위한 로직 흐름도(flow chart) 를 나타내었다. 여기에서 L 은 R,G,B 각각 8 비트 데이터로부터 계산해 내는 8 비트 밝기 데이터를 의미한다. 또한 L32 는 계산된 L 데이터가 16-32 의 범위안에 몇 개가 존재하는가, L64 는 32-64 의 범위안에 몇 개 존재하는가를 나타내는 계수 값이다.

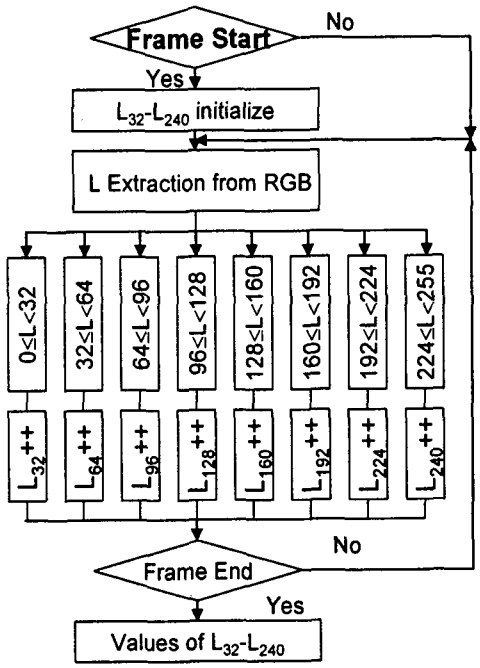


그림 2. 밝기 히스토그램 추출 로직 흐름도

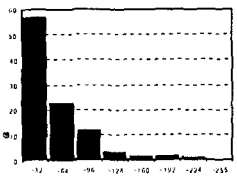
그림 2 의 흐름도에 따라 다음과 같이 동작이 수행된다 화면이 시작되면 모든 계수 값(L32~L240)을 초기화 → RGB 8 비트 값에서 밝기 신호 L 을 계산 → L 이 속한 영역의 계수 값을 하나씩 증가 → 화면 끝까지 한 프레임 전체에 대한 데이터를 누적 →화면이 끝나면 각 영역의 계수 값을 유지한다.

2.2 밝기 히스토그램 추출 알고리즘

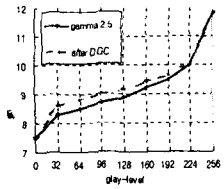
화면의 끝에서, 즉 Vertical blank 구간에서 추출한 히스토그램을 바탕으로 감마 전압을 변경하는 작업을 하게 된다. 그 원리는 간단하게 설명하면 다음과 같다. 우선

어느 영역의 밝기 분포가 평균 분포보다 많은지 적은지 판단하여, 분포가 많으면 그 영역의 감마 전압의 기울기를 크게 하고 적으면 기울기를 작게 한다. 즉, 데이터가 많은 영역의 데이터는 상대적으로 전압차가 커져 상대적 Contrast Ratio 가 증가되고, 데이터가 적은 영역은 상대적을 전압차를 작게 하여 Contrast Ratio 를 감소시키는 것이다. 예를 들어 그림 3(a) 와 같이 어두운 화면이라고 가정한다면 0~64 의 데이터가 가장 많이 존재함을 알 수 있다. 위에서 제시한 알고리즘을 적용하면 그림 (c)에서와 같이 0~64 에서의 전압 기울기가 적용 전보다 커져 있음을 알 수 있다. 또한, 데이터가 적은 영역에서는 오히려 그 기울기가 적용 전보다 작아짐을 알 수 있다.

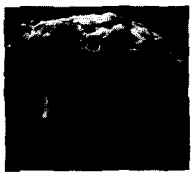
(a) 원영상



(b) 히스토그램



(c) 감마 기준전압변경



(d) DGC 적용 후

그림 3 동적 감마 제어 방법의 실시 예

2.3 조정된 감마 전압을 디지털로 전송하여 감마 전압을 변경하는 기술

최종적으로 화면의 끝 부분에서 정해진 디지털 감마 값을 3-wire Serial Interface (SDI, SCLK, ENA)를 이용하여 보내어 새로운 아날로그 감마 전압으로 변경하기 위한 다채널 디지털 아날로그 컨버터(DAC)를 설명한다. 동적 감마 제어(DGC) 기능을 위해 개발된 것은 Elantec 사의 EL5825C 으로 내부 구조는 그림 4 와 같다. 10 비트 DAC 하나로 8 채널의 데이터를 출력하기 위해 8 개의 디지털 register 중 하나씩 선택하여 아날로그로 변환한다. 이것을 아날로그 샘플/홀드 회로를 이용하여 아날로그 버퍼로 Column 드라이버 IC 를 구동하는 구조로 되어 있다.

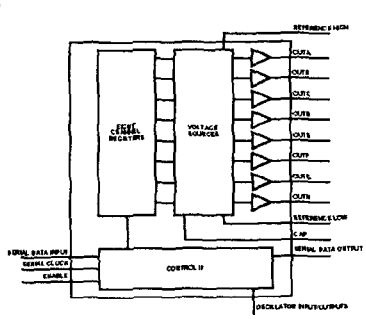
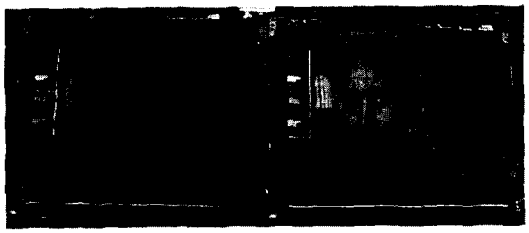


그림 4 다채널 DAC 의 Block Diagram

III. 실험적 결과

본 논문에서 제안한 동적 감마 제어 방법을 검증하기 위해 데모화면으로 사용한 DVD title 은 "City of angel"과 "스타워즈 에피소드 I" 이다



(a) 적용 전 (b) 적용 후

그림 5 동적 감마 제어 방법 적용 전,후

그림 (a)은 동적감마 제어 방법을 적용하기 전의 화면이고 (b)는 동적 감마 제어 방법을 적용 후의 화면이다. 그림에서도 볼 수 있듯이 영상이 매우 생생해지고 선명해진다는 느낌을 받을 수 있다. 컬러 영상을 보았을 때 살색도 더 좋다는 느낌을 주며, 대체적으로 동영상의 데모 시 화면이 생생해지고 선명해지며 색상도 향상되는 결과를 얻었다.

위의 영상에서 DGC 를 적용했을 때의 감마 전압을 측정한 결과를 그림 6 에 나타내었다. 그림의 왼쪽에 나타난 막대들은 RGB 그리고 RGB 평균의 히스토그램을 나타내는 것이다.

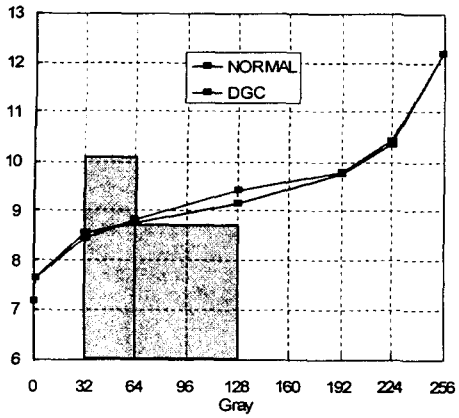


그림 6 제안된 방법의 적용 전 후의 감마 전압

히스토그램을 보면 알 수 있듯이 대부분의 영상은 32~128 영역내에 존재하면, 특히 32~64 의 영역에 데이터가 가장 많이 존재한다. 감마 2.6 에 맞춰진 일반 패널의 전압(blue line)과 DGC 적용 후의 감마 전압(red line)을 영상 히스토그램과 동시에 나타내었다. 앞서 예상한 대로 데이터가 분포하는 영역의 인가 감마 전압 기울기가 증가하는 것을 알 수 있다. 동적 감마 제어 방법 적용 전, 후의 데이터가 존재하는 영역의 contrast ratio 를 측정해 보았다. 아래의 표 1 에서도 알 수 있듯이 Contrast ratio 가 약 2.92 배 향상된 영상을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한 존재하는 데이터 중 가장 밝은 휘도값의 밝기가 1.7 배로 향상되었다.

표 1 DGC 전후의 휘도 변화

	Max. Gray value(A)	Min. Gray value(B)	Contrast Ratio(A/B)
Before DGC	42.8 cd/m^2	1.34 cd/m^2	31.9
After DGC	73.7 cd/m^2	0.79 cd/m^2	93.3

IV. 결론

본 논문에서는 액정표시장치에서 감마 커브를 제어함에 의해 영상의 명암 대비비(contrast ratio)를 향상하기 위한 새로운 방법을 제안하였다. 이 방법을 17inch SXGA TFT-LCD 에 적용하여 실험한 결과 명암 대비비(Contrast ratio)가 약 3 배 증가하고, 또한 그 영상에서 존재하는 데이터의 가장 밝은 휘도(brightness)는 1.7 배 증가하는 결과를 얻었다. 향후 이 제안된 방법은 모니터 및 TV 용 TFT-LCD 에 폭넓게 사용이 가능한 방법이다.

참고문헌

[1] Back Woon Lee, et al., "TFT-LCD with Sub-10ms of All Gray Response Time: Dynamic Capacitance Compensation", IDW'00 Digest, pp. 1153~1154, 2000.

[2] Y.-T. Kim, "Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi_histogram Equalization", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 43, no.1, pp. 1-8, February 1997.

[3] Hee Chul Kim, et al., "An image interpolator with image improvement for LCD controller", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 47, no.2, pp. 263-271, May 2001.