

LCD Monitor를 위한 콘트라스트 개선 알고리즘

윤진석^{U*} 권병헌^{**} 최명렬^{*}

^{*}한양대학교 전자전기제어계측공학과 ASIC 연구실

^{**}유한대학 정보통신과

{h94039, choimy}@asic.hanyang.ac.kr bhkwon@green.yuhan.ac.kr

Contrast Improvement Algorithm for LCD Monitor

Jin-Suk Youn^{U*} Byong-Heon Kwon^{**} Myung-Ryul Choi^{*}

^{*}ASIC Lab., Dept. of Electric & Electrical Control Eng., Hanyang Univ.

^{**}Dept. of Information and Telecommunication Eng., Yuhan College.

요 약

본 논문에서는 화질 향상을 위한 콘트라스트 조정 기법을 제안한다. 제안한 방식은 기존의 알고리즘을 단순화하여서 실시간 처리가 가능하며 콘트라스트의 범위를 조정하는 가중치를 두었다. 연산을 함에 있어 기준이 되는 값을 선언하여 콘트라스트의 효율적인 조정과 오차율을 줄였다. 제안한 방식에 의한 처리 결과와 원 영상의 화질 평가를 위해 시각적 검증과 히스토그램의 표준 편차를 도입하였다.

1. 서 론

정보화 사회에서 정보의 디스플레이를 위해서는 과거의 CRT(Cathode Ray Tub)나 인쇄를 이용한 방법으로 정보를 사용자에게 표시를 해주고 있다. 현재는 고기능, 인간 중심적인 정보의 디스플레이의 연구를 활발히 진행 중에 있다. LCD(Liquid-Crystal Display) 장치는 예전에 사용하던 CRT보다 저전력, 고해상도, 박형, 경량 등의 이점을 가지고 있으며 디지털 구동 방식을 사용하고 있다. 디지털 구동 방식은 잡음에 강하며, 비트수가 많아지면 그에 비례하여서 표현할 수 있는 범위가 넓어지기 때문에 열화가 적은 연산 처리나 축적이 가능하고 고품질을 실현할 수 있다. 이러한 LCD에 표시되는 영상에 대한 연구는 콘트라스트 조정(Contrast Control), 노이즈 감소(Noise Reduction), 에지 복원(Edge Restoration), 에지 강조(Edge Enhancement), 감마보정(γ -Correction) 등이 있다. 이 중 콘트라스트 조정을 이용하면 별도의 정보 저장이 필요 없이 화질의 향상이 가능하게 된다[1]. 콘트라스트를 향상하기 위해서는 히스토그램이란 영상의 명도 내용을 요약한 것을 이용하여 히스토그램의 분포를 최대한 넓게 사용하여 양질의 영상을 얻어 낼 수 있다[2,3].

본 논문에서는 LCD 모니터에서 화질 향상을 위한 콘트라스트 조정 방식에 대하여 제안한다. LCD 모니터에서 영상의 최대 및 최소 값을 적용하는데 있어서 기준 되는 화소의 수와 비교하여 최대 및 최소의 값을 정한다.

본 논문의 제 2장에서는 기존의 콘트라스트 조정 방식을 설명하였고 제 3장에서는 본 논문에서 제안한 콘트라스트 조정의 원리에 대하여 설명하였으며 제 4장에서는 컴퓨터 시뮬레이션 방법 논하며 마지막 결론 부분에서는 새로이 제안한 알고리즘의 특징에 대하여 논하였다.

2. 기존의 콘트라스트 조정 방식

콘트라스트는 영상의 가장 어두운 영역부터 가장 밝은 영

역의 범위이다. 이러한 범위가 넓어지면 영상의 콘트라스트가 증가하며 영상을 더욱 상세하게 볼 수 있게 된다.

인간의 시각은 채도의 콘트라스트 보다 광도의 콘트라스트에 더욱 민감하다. 이러한 광도의 콘트라스트는 영상의 명암 값을 알 수 있는 히스토그램을 통하여 영상의 정보를 구할 수 있고 이러한 영상의 정보를 토대로 명암 값의 분포를 알 수 있다[4-6]. 어두운 영상은 히스토그램 상에서 화소 값들이 왼쪽으로 편중되며 반대로 밝은 영상은 히스토그램에서 오른쪽에 화소 값들을 가지게 된다. 하지만 이상적인 영상이라면 화소의 분포가 히스토그램에서 균일하게 분포하게 된다.

디지털 영상 처리 부분에 이용되는 콘트라스트 조정 방식으로는 룩업 테이블(Look-Up Table) 방식, 히스토그램 슬라이딩(Histogram Sliding)방식, 히스토그램 스트레칭(Histogram Stretching) 방식이 있다.

룩업 테이블 방식은 현재의 화소 값들을 룩업테이블의 주소부분과 대응하게 되며 주소부분에 저장되어 있는 데이터 값들을 새로운 화소 값으로 변환되어서 바뀐 영상으로 출력된다. 룩업테이블 방식은 식 1로 표현되고, 그림 1은 3비트 룩업테이블을 이용한 콘트라스트 조정 방식을 보여주고 있다.

$$New\ pixel = DATA[Add(Input\ pixel)] \quad (1)$$

여기서, $Add(*)$: * 주소의 Address

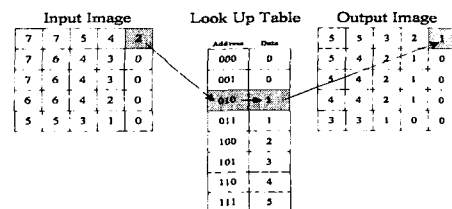
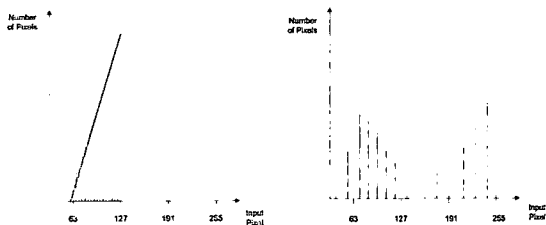


그림 1. 3비트 룩업 테이블을 이용한 영상

그림 1에서 바뀐 영상의 화소의 값들의 인덱스에 의한 배열 데이터이고, 바뀐 영상의 화소의 값들은 인덱스에 의해서 지시되는 작업을 통하여 생성되게 된다. 이 방식은 LUT(Look-Up Table)에 의해 계산된 값들을 저장하기 위한 메모리를 필요로 하며 처리한 데이터의 값들의 언더/오버 플로우 방지를 위한 회로가 부가적으로 필요하다. 따라서 복잡한 회로 구조를 가지는 단점이 있다.

히스토그램 슬라이드 방식은 화소의 값들에 일정한 가중치를 두어서 바뀐 화소의 값을 결정하는 방식으로 식 2와 같이 표현 할 수 있다. 그림 2는 처리 방식 과정을 히스토그램으로 나타내고 있다.

$$New\ Pixel = Input\ pixel \times Weight \quad (2)$$



(a) 변환전의 히스토그램 (b) 변화후의 히스토그램
그림 2. 히스토그램 분포

그림 2(a)의 직선은 입력 관계를 나타내며 이 함수의 관계는 직선의 기울기에 따라 입력 영상의 화소의 분포를 출력 영상에서 고르게 분포시킨다[5]. 히스토그램 슬라이드 방식과 룩업테이블방식의 차이점은 LUT값을 저장하는 메모리가 필요 없으며 가중치가 일정하게 적용된다는 점이다. 히스토그램의 분포가 일정하지 않으므로 언더/오버 플로우가 발생하지 않도록 방지하는 회로가 부수적으로 필요하다.

명암 대비 스트레칭 방식은 가장 보편적으로 많이 이용되는 방식으로 중앙에 명암 값이 치우치는 영상에 효율적으로 적용이 되며 출력 화소 값은 식 3으로 표현된다.

$$New\ Pixel = \frac{Input\ pixel - Low\ pixel}{High\ pixel - Low\ pixel} \times 255 \quad (3)$$

식 3에서처럼 작은 화소의 값을 이용하여서 입력 영상의 히스토그램을 왼쪽으로 이동시킨 후에 히스토그램의 분포를 전체 영역으로 분산시킨다[6,7]. 이 방식은 승산기와 누산기를 이용하기 때문에 복잡한 구조를 가지고 있으며 그에 따른 실시간 처리가 어렵다는 단점이 있다.

3. 향상된 콘트라스트 조정 알고리즘

제안한 콘트라스트 조정 방식은 기존의 명암 대비 스트레칭의 경우 승산기와 누산기를 사용함에 있어 실시간에 용이하지 못하다는 단점이 있어 이를 보완하여서 곱셈기의 역할을 비트 쉬프트를 사용하여 하드웨어적인 구조를 단순화할 수 있으며 구현이 용이하다. 그리고 제안한 알고리즘은 식 4로 표현된다.

$$New\ pixel = (Input\ Pixel - Low\ Pixel) \times (M + US) \quad (4)$$

If(16 ≤ DR ≤ 127) then
US ⇒ {-2, -1, 0, 1, 2}

else
US ⇒ {0, 0.125, 0.25, 0.375, 0.5, 0.625, 0.75}

$$M(Multiple) = INT\left(\frac{255}{High\ pixel - Low\ pixel}\right) \quad (5)$$

식 4에서처럼 최소 화소 값 채택에서 매우 작은 수를 보유한 화소 값을 채택한다면 M 값이 달라지므로 오차가 발생한다.

if (Low pixel의 갯수 > 기준 pixel의 갯수)
Low pixel = pixel의 값 \quad (6)

그러므로 식 6과 같이 기준이 되는 화소의 수를 가진 화소 값을 최소 화소로 결정하여 콘트라스트의 조정의 오차를 줄였다.

if (High pixel의 갯수 > 기준 pixel의 갯수)
High pixel = pixel의 값 \quad (7)

또한 최소 화소 값뿐만 아니라 최대 화소 값도 식 7과 같이 최소 화소 값의 채택과 전체적인 콘트라스트 조정의 오차를 줄였다. 식 4에서 최소 화소 값에 대하여 뺄셈 연산으로서 언더플로우 발생을 방지하였다. 또한 오버플로어를 방지하고 전체 영역을 포함하도록 가중치 (M + US)를 계산한다. 사용자는 US(User Selector)를 사용하여서 영상의 콘트라스트를 단계적으로 조정할 수 있으며 오버플로어를 방지하기 위하여 만약 DR(Difference Range)로 16에서 127 사이에 존재할 경우 US값이 -2에서 2까지 정의되었으며 128이상일 경우 2보다 적은 가중치를 곱하여 확장시킨다.

M값은 식 5에 의해서 결정되는데 누산기를 이용하여 M값을 계산하지 않고, 히스토그램의 최대 값과 최소 값의 차에 해당하는 값의 비트 정보를 이용한다. 따라서 간단한 하드웨어 구성이 가능하다[8].

위의 개선된 알고리즘을 처리 흐름도로 도식화를 하면 그림 3과 같다. 그림 3에서 RP(Reference Pixel)은 기준이 되는 화소를 의미하며 HP(High Pixel)은 최대 화소 값, LP(Low Pixel)은 최소 화소 값을 의미한다.

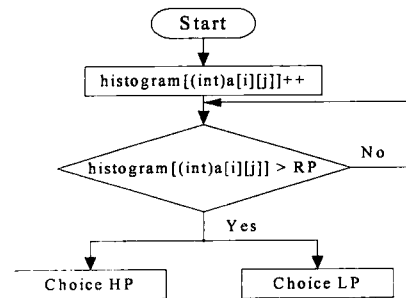


그림 3. 제안한 알고리즘의 처리 흐름도

4. 컴퓨터 시뮬레이션

컴퓨터 시뮬레이션 결과는 처리된 영상의 히스토그램 분포를 이용하여 비교하였다. 그 이유는 양질의 화상이란 히스토그램의 분포가 균일하다는 것을 의미하기 때문이다. 실험 영상으로는 512x480 해상도의 가진 영상을 이용하였다.



그림 4. Salesman 영상 실험

위의 그림 4(a)는 원본 이미지로서 개선된 알고리즘을 적용하여 영상을 처리하면 기준치의 값에 따라 그림 4(b), (c), (d)와 같은 결과 영상은 콘트라스트의 조정이 가능하다. 여기서 기준치라는 것은 최소, 최대 화소 값을 채택하는 기준이 되는 화소 값을 말하며 그림 3에서 RP가 된다.

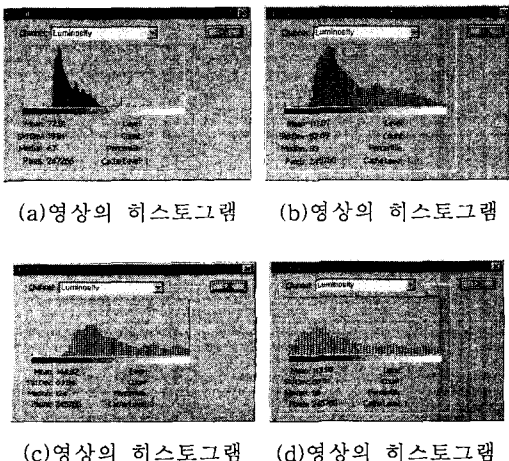


그림 5. 영상 실험의 히스토그램

그림 4와 같이 시각적으로 뿐만 아니라 히스토그램 분포에 의해 각 히스토그램의 표준편차의 차이를 볼 수 있다. 이것으로 통하여 콘트라스트가 개선되었다는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

일반적으로 화질향상의 방법으로 콘트라스트 조정, 예지 강화, 잡음 감소 등의 기법들이 있다. 이러한 방법은 영상내의 영상 정보량을 전혀 증가하지 않고도 화질을 향상시키는 수단으로 이용되는데, 본 논문에서는 현재 연구가 활발히 진행중인 LCD 디스플레이 상에서 화질향상을 위한 향상된 콘트라스트 조정 기법을 제안하였다. 제안한 방식은 하드웨어 구현 시 별도의 메모리가 필요하지 않고, 영상 화소내의 최대 화소 값과 최소 화소 값을 이용하여 변환하여 사용되기 때문에 언더플로어 또는 오버플로어를 방지할 수 있다. 가중치 값을 계산하기 위해서 누산기, 승산기를 사용하지 않고 한 영상내의 최대 화소 값과 최소 화소 값 차를 이용하므로 상대적인 연산량이 적어진다. 따라서 실시간 처리를 요하는 LCD 디스플레이 장치에 적합하다.

참고문헌

- [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.