

고해상도 FPD를 위한 적응형 콘트라스트 조정 알고리즘에 관한 연구

최성원*, 서범석*, 권병헌**, 황병원*

*한국항공대학교 항공전자공학과

**유한대학 정보통신과

e-mail:sbsjbs@mail.hangkong.ac.kr

A Study on Adaptive contrast control Algorithm for High Resolution FPD

Sung-Won Choi*,Burm-Suk Seo*,Byong-Heon Kwon**
,Byong-Won Hwang*

*Dept of Avionics, Hankook Aviation University

**Dept of Information and Telecommunication, Yuhan College

요 약

본 논문에서는 실시간 고해상도 FPD(Flat Panel Display)에서 동영상의 화질 향상을 위해 입력되는 영상신호의 평균과 분산을 이용함으로써 화면의 밝기상태에 따라 적응적으로 콘트라스트를 향상시켰다. 또한, 영상의 밝기에 따른 가중치 결정은 표본(픽셀) 수가 적절히 많으면, 그 분포는 정규분포를 따른다는 “중심극한이론(Central Limit Theorem)”을 적용하여 고해상도 입력 영상에 대한 히스토그램의 분포가 정규분포와 유사하다고 가정하였으며 영상의 밝기 종류를 총 4가지로 구분하여 영상의 밝기 종류에 따라 최적의 가중치로 콘트라스트를 향상시켰다. 제안한 방법은 C언어로 시뮬레이션 하였으며 시뮬레이션 결과 향상된 영상을 얻을 수 있었다.

1. 서 론

디스플레이 장치는 CRT(cathode ray tub)와 FPD(flat panel display)로 분류된다. 현재 평판디스플레이 분야중 LCD(liquid crystal display)에 늘어난 연구성과 결과 대부분을 형성하고 있으며 PDP(plasma display panel)은 대화면화의 용이함과 CRT 수준의 화질을 나타냄으로써 이에 대한 연구도 활발히 진행중이다. FPD 디스플레이 장치는 CRT에 비해서 저전력 소비, 고 해상도, 박형, 경량의 특징이 있으며 디지털 구동 방식을 채택하고 있다. 이러한 디지털 처리 방식의 장점은 잡음에 강하며, 비트 수를 증가시키면 표현 가능한 수치의 범위가 넓어지기 때문에 열화가 적은 연산처리나 축적이 가능하고 고화질을 실현할 수 있다. 따라서 FPD에 표시되는 영상에 대한 디지털 신호처리 기법에 대한 연구가 필요하다. 그 중 화질 향상을 위한 화상처리 방식에는 콘트라스트 조정(contrast control), 노이즈

감소(noise reduction), 에지 복원(edge restoration), 에지 강조(edge enhancement), 감마보정(γ -correction)등이 있다. 이중 한 분야인 콘트라스트 조정을 이용하면 별도의 정보 증가량 없이 화질 향상이 가능하다[1]. 따라서, 본 논문에서는 평판디스플레이 상에서 화질 향상을 위한 콘트라스트 조정 알고리즘에 대하여 논하였고, 입력되는 영상의 평균과 표준편차를 이용하여 적응적으로 콘트라스트를 향상시켰다. 논문의 구성은 제 1장 서론에 이어 제 2장은 기존의 콘트라스트 조정 알고리즘에 관하여 논하였고, 제 3장은 제안한 콘트라스트 조정알고리즘에 관하여 논하였다. 제 4장은 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 제안한 방식의 성능을 검증하였으며, 마지막으로 제 5장은 시뮬레이션결과를 바탕으로 결론을 맺는다.

2. 기존의 콘트라스트 향상기법

2.1 룩업테이블(Look-Up Table) 방식

이 방식은 현재 입력 픽셀 값이 룩업 테이블의 주소가 되고, 룩업 테이블의 주소 내용이 새로운 출력 픽셀 값으로 변환되어 출력되는 방식이다. 룩업 테이블 데이터 측정 및 계산이 사전에 필요하며, 미리 계산된 데이터 값에만 의존하기 때문에, 영상의 종류 및 환경 변화에 따라 대처할 수 있는 유연성(Flexibility)이 떨어진다[2][3].

$$P_{OUT} = DATA[P_{IN}] \quad \text{<식 1>}$$

여기서, P_{IN} : 입력 픽셀 값

P_{OUT} : 출력 픽셀 값

DATA(Addr) : Addr이 가리키는 데이터

2.2 히스토그램 슬라이딩 방식

입력 픽셀 값에 일정한 가중치를 두어 출력 픽셀 값을 결정하는 방식으로 히스토그램의 분포 영역에 의해 결정된 직선의 기울기에 따라 입력 픽셀의 영역을 균일한 영역으로 확장하는 방법이다[4].

$$P_{OUT} = P_{IN} \times Weight \quad \text{<식 2>}$$

영상마다 히스토그램의 분포는 일정하지 않기 때문에, 고정된 가중치로 확장할 경우 M 계조 전체 영역을 균일하게 확장할 수 없는 단점이 있다.

2.3 히스토그램 평활화 방식

이 방식의 궁극적인 목적은 일정한 분포를 가진 히스토그램을 생성하는 것이고, 평활화를 수행한 히스토그램은 보다 균일한 분포를 가진다. 단지 히스토그램을 평탄하게 하는 것이 아니라 명암값 분포를 재분배하는 것이며, 포인트 처리이기 때문에 새로운 명암값이 영상에 추가되지는 않는다. 이 방식은 다음과 같은 3단계로 이루어진다.

- 1) 히스토그램 생성
- 2) 히스토그램의 정규화된 합을 계산
- 3) 입력영상을 변형하여 결과 영상을 생성

2.4 명암 대비 스트레칭 방식

영상에서 최소 픽셀값을 이용하여 현재 입력되는 픽셀 값과 맵스 연산을 수행하면 히스토그램이 왼쪽으로 이동하게되는데 최소 픽셀값을 0으로 처리한 후에 왼쪽으로 이동된 히스토그램 분포를 전체 영역으

로 포함하도록 확장하는 것이다[5][6]. 입력 픽셀의 최소값 및 최대값에 따라 가중치가 변화되며 복잡한 승산기와 누산기로 구성되어야하므로 실시간 처리에 적용하기 힘든 단점이 있다.

$$P_{OUT} = \frac{P_{IN} - P_{LOW}}{P_{HIGH} - P_{LOW}} \times (M - 1) \quad \text{<식 3>}$$

여기서, P_{IN} : 입력 픽셀값

P_{OUT} : 출력 픽셀값

P_{LOW} : 입력 픽셀 중 최소값

P_{HIGH} : 입력 픽셀 중 최대값

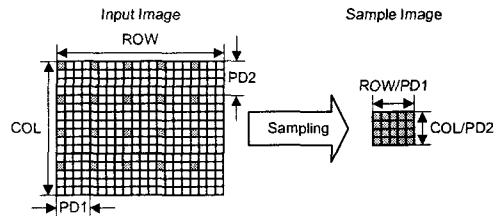
M : 계조

3. 제안한 콘트라스트 향상기법

3.1 샘플영상

고해상도 영상에 대한 히스토그램의 분산을 효율적으로 계산하기 위하여 <그림 3.1>과 같이 가로 방향으로 PD1, 세로방향으로 PD2만큼 일정하게 샘플 영상을 취득하여 평균 및 분산을 계산하였다. 이때, PD1 및 PD2 값은 분산 계산시 필요한 누산 계산을 간단하게 하기위해서 <식 3.1>과 같이 정하였다.

$$\frac{ROW}{PD1} = \frac{COL}{PD2} = 2^k \quad \text{<식 4>}$$



<그림 1> 샘플 영상의 취득

3.2 영상의 밝기 결정함수

분산의 제곱근인 표준편차는 어떤 분포에 대한 분산도 또는 변동의 척도를 가리킨다. 영상의 콘트라스트를 조정하는 것은 히스토그램 상에서의 산포도(퍼짐정도)를 높이는 것이며, 화질 향상의 효과를 얻을 수 있다. 따라서 영상의 콘트라스트를 조정하는 문제는 히스토그램 상에서의 산포도를 측정하여, 그 영상의 밝기를 결정하고, 적절한 가중치로 산포도를 높이는 방법이 타당하다. 본 논문에서는 분산과 평균값을 이용하여 영상의 밝기 결정 함수를 적용하였으며, <식 5>와 같다.

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - \mu)^2 \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i^2 - \mu^2 \end{aligned} \quad \text{〈식 5〉}$$

여기서, σ^2 : 분산

P_i : 샘플영상의 픽셀 값

μ : 평균

N : 샘플 영상의 해상도

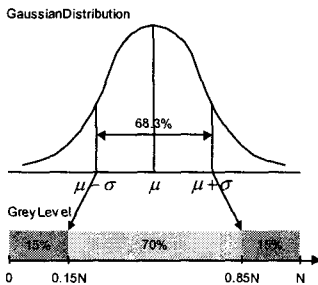
$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_i \quad \text{〈식 6〉}$$

여기서, P_i : 샘플영상의 픽셀 값

N : 샘플 영상의 해상도

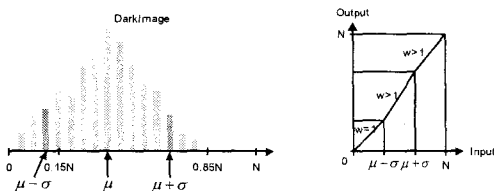
3.3 영상의 밝기에 따른 가중치 결정

영상의 밝기에 따른 가중치 결정은 표본(픽셀)수가 적절히 많으면, 그 분포는 정규분포를 따른다는 “중심극한이론(Central Limit Theorem)”을 적용하였으며, 따라서 고해상도 입력 영상에 대한 히스토그램의 분포가 정규분포와 유사하다고 가정하였다[7]. 정규분포의 경우 μ 를 중심으로 $\mu - \sigma$ 및 $\mu + \sigma$ 까지가 전체 분포의 68.3%를 차지한다.

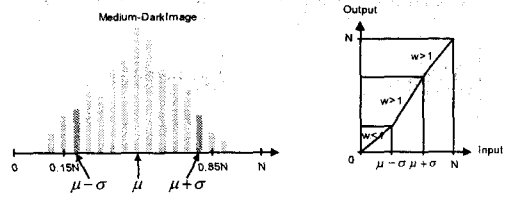


〈그림 2〉 정규분포와 N 계조상의 분포 관계

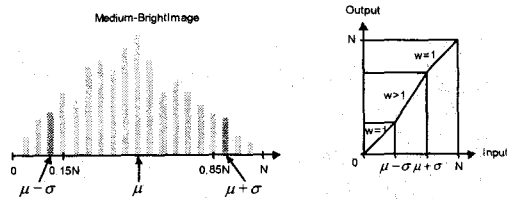
정규분포를 이상적인 밝기 분포라 가정하고, 히스토그램 분포와 비교하여 히스토그램 상의 $\mu - \sigma$ 및 $\mu + \sigma$ 값과 N계조상의 0.15N 및 0.85N 값을 비교하여 이들 값의 크고 작음에 따라 영상의 밝기 종류를 4가지로 구분하였고 영상의 밝기 종류에 따라 최적의 가중치로 콘트라스트를 향상시켰다.



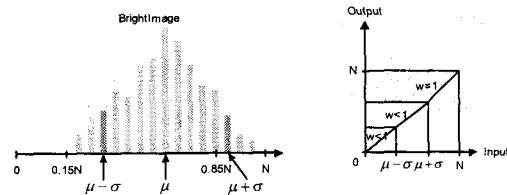
(a) 어두운 영상인 경우



(b) 중간 어두운 영상인 경우



(c) 중간 밝은 영상인 경우



(d) 밝은 영상인 경우

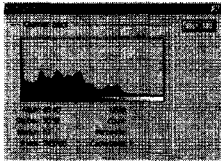
〈그림 3〉 영상의 밝기에 따른 구분과 각각의 가중치 결정

본 논문에서 제안한 입력 영상의 히스토그램 분포에 따라 가중치가 가변되며, 가중치가 적용되는 구간도 영상의 히스토그램 분포에 대한 분산 및 평균에 따라 역시 가변되는 장점이 있다.

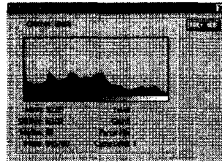
4. 시물레이션

시물레이션은 실험용으로 널리 사용되고 있는 이미지의 lena를 사용하였다. 그림 4에서 6까지는 Lena 이미지의 각각의 타일별로 콘트라스트 조정알고리즘에 의해 개선된 이미지의 시물레이션 결과이다.



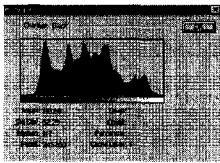


(a) Dark lena

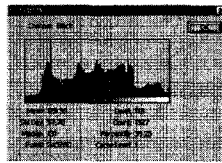


(b) 결과영상

<그림 4> 어두운 영상의 시뮬레이션 결과

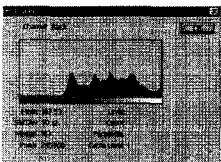


(a) medium Dark lena

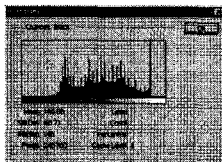


(b) 결과영상

<그림 5> 중간 어두운 영상의 시뮬레이션 결과



(e) bright lena



(f) 결과영상

<그림 6> 밝은 영상의 시뮬레이션 결과

상도 FPD 디스플레이 상에서 화질향상을 위한 향상된 콘트라스트 조정 기법을 제안하였다. 제안한 방식은 영상의 종류를 총 4가지로 나누어서 밝기의 변화에 적응적으로 콘트라스트를 향상시키는 방법이다. 또한 영상의 밝기에 따른 가중치 결정은 “중심극한이론”을 적용하여 입력영상에 대한 히스토그램의 분포가 정규분포와 유사하다고 가정하였다. 시뮬레이션 결과 중간밝은 영상인 경우 강제적으로 영상을 만들어서 실험한 결과 약간의 성능향상을 보였으나 실제적으로 그러한 영상은 특수한 경우에 사용될 듯 하여 본 논문결과에서는 제외시켰다. 그 외 다른 영상들은 밝기가 변하는 부분마다 적응적인 가중치에 의해 주관적 화질평가로 화질이 향상되었음을 알 수 있다.

참고 문헌

- [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] Rafael G. Gonzales, "Digital Image Processing", Addison-Wesley, pp. 161-249.
- [3] Randy Crane, *Simplified Approach to Image Processing*, Prentice-Hall, pp. 55-83, 1994.
- [4] Randy Crane, *Simplified Approach to Image Processing*, Prentice-Hall, pp. 55-83, 1994.
- [5] M. A. Sid-Ahmed, *Image Processing*, McGrawHill, pp. 83-98, 1995.
- [6] Bernd Jähne, *Digital Video Processing*, Springer-Verlag, pp. 77-94, 1993.

5. 결론

본 논문에서는 현재 연구가 활발히 진행중인 고해