

# 영상에 대한 이미지 선명도 측정

유지철\* · 김영길\*

\*아주대학교

## Measurement of Visibility about Image

Ji-chul Yu\* · Yung-Kil Kim\*\*

\*Ajou University

E-mail : ugchul@ajou.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 영상에 대한 선명도를 측정하기 위한 또 다른 방법을 제시하였으며 기존의 필터링을 통한 이미지 선명화 측정과 달리 간단한 히스토그램을 가지고 수식으로 유도해 보았다. 히스토그램의 많은 정보 중에 다이내믹 레인지와 gray level, 각 level의 정도 곡선이 사용 되었으며 log scale로 그 범위를 한정 시켜 주었다. 그 결과 어느 정도 타당한 결과 값이 나왔으며, 이 결과를 토대로 HP, LP에 의한 필터링 방법 외에 또 다른 방법의 가능성을 제시한다.

### ABSTRACT

In this paper, Another way to measure the visibility of image is presented, and this way is different with existing way which is measured by filtering such as High pass, Low pass. Dynamic range, Gray level and Condition Curve Graph is used among much information of histogram, and the output is limited by log scale. As a result, I can confirm that the output is reasonable. With this output, I present that the possibility of another way to measure the visibility of image is existing.

### 키워드

Dynamic range, Histogram, Gray level, Histogram equalization, YIQ

## 1. 서 론

먼저 일반적으로 사용하는 히스토그램 평활화를 보자,  $P_r(r)$ 을 영상의 밝기 레벨의 확률 밀도 함수를 나타낸다고 할 때,

$$s = T(r) = \int_0^r P_r(w)dw$$

(S : 출력 밝기 레벨, w : 적분 매개 변수)

출력 레벨의 PDF(Probability Density Function)가 균등하다는 것을 보여 줄 수 있다, 즉

$$P_s(S) = \begin{cases} 1 & \text{for } 0 \leq s \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

위와 같이 되는데, 달리 설명하면, 앞의 변환은 밝기 레벨의 확률이 동일한 영상을 만들며, 또한 전체 범위 [0,1]을 커버한다. 이 밝기-레벨 평활화

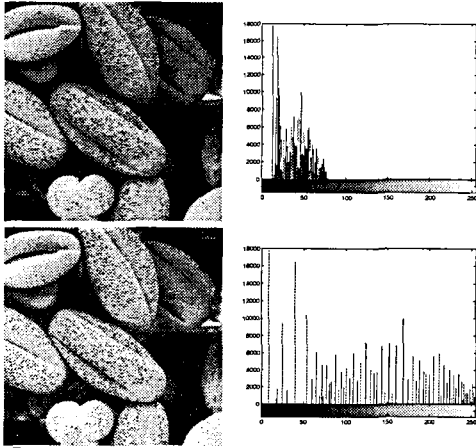
과정의 결과는 동적 범위가 증가된 영상으로서, 콘트라스트가 더 높아지는 경향이 있다. 이 변환 함수는 실제로는 단지 누적 분포 함수(cumulative distribution function, CDF)일 뿐이다.

불연속적인 값을 다룰 때, 히스토그램을 처리하는 앞의 기법을 히스토그램 평활화라고 부른다. 그렇지만, 일반적으로, 변수의 불연속 특성 때문에, 처리된 영상의 히스토그램은 균등하지 않다. 이 불연속 값들에 대한 합산, 즉, 평활화 변환은 아래와 같이 된다.

$$S_k = T(r_k) = \sum_{j=1}^k P_r(r_j) = \sum_{j=1}^k \frac{n_j}{n}$$

여기서,  $k=1,2,\dots,L$ 이며,  $S_k$ 는 입력 영상의 밝기 값  $r_k$ 에 대응하는 출력 영상의 밝기 값이다. 이 평활화 작업을 통하여 묻혀있는 다이내믹 레인지를 확장시키게 된다, 즉 입력 영상의 레벨들을 더 넓은 범위의 밝기 스케일로 확산 시켜서 영상을

개선하게 된다.

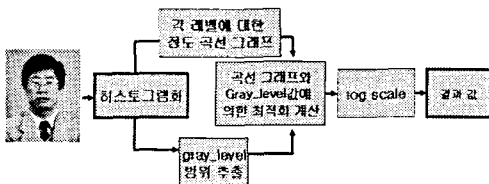


(a) 입력영상 (b) (a)영상의 히스토그램  
(c) 평활화된 영상 (d) (c)영상의 히스토그램

위의 그림에서도 알 수 있듯이 평활화된 영상의 선명도가 개선되었음을 알 수 있다. 하지만 위의 영상과 같이 모든 영상에 성공적으로 적용되는 것은 아니다. 히스토그램 매칭이라는 작업을 통하여 오리지널 영상의 전반적인 히스토그램 모양은 유지하면서 그레이 스케일의 낮은 쪽에 성분들이 덜 밀집하게 하는 영상 개선 방법을 사용할 수도 있다. 이렇게 영상에 대한 개선, 즉 선명도를 높이기 위하여 히스토그램이 유용하게 사용된다는 것을 위에서 언급된 방법을 통하여 우린 알 수 있다. 본 논문에서는 이러한 히스토그램을 사용하여 이미지의 선명도를 측정하려고 하였으며 여러 결과를 토대로 어느 정도 타당성이 있음을 알 수 있다.[1]

## II. 본 론

본 논문에서의 이미지 선명도 측정에 대한 대강의 다이어그램이다.



컬러를 표현하는 데는 여러 가지 방법이 있다. 가장 흔히 사용되는 방법은 빛의 3원색인 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)을 조합한 RGB 모델로, 컴퓨터

모니터는 이 모델을 이용해 색을 표현한다. 또한 빛의 3원색을 두 개씩 조합했을 때 나오는 하늘색(Cyan), 주황색(Magenta), 노랑색(Yellow)의 조합으로도 모든 색을 표현할 수 있는데, 이들의 조합을 이용해 색을 표현하는 방법을 CMY 모델이라고 하며 컬러프린터는 이 모델로 색을 표현한다. 컬러 TV는 YIQ 모델을 사용해 색을 표현하는데 이는 밝기(Y : Luminance)와 색차(Chrominance : Inphase & Quadrature) 정보의 조합으로 색을 표현하는 방법이다. 이밖에도 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)의 색의 3요소로 색을 표현하는 HSI 모델 등 여러 가지 컬러 모델이 있다.

컬러를 표현하기 위한 각종 방법은 모두 RGB, CMY, YIQ, HSI 등의 3개 요소를 이용해 색을 표현하게 되며 어차피 모두 색을 나타내는 방법이기 때문에 적당한 변환식을 이용하면 이들 모델간에 변환이 가능하다. 예를 들면 RGB 모델로 표현된 컬러를 YIQ 모델로 변환하려면 다음과 같은 변환식을 이용하면 된다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & -0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad [2]$$

이렇게 변환 하는 이유는 다른 컬러 모델에서는 컬러를 표현하는 3개의 요소가 시각적으로 균일한 정보를 나타내는데 비해, YIQ 모델의 Y값은 시각적으로 눈에 잘 띄나 I와 Q값이 시각적으로 눈에 잘 띄지 않는 정보를 담고 있어서 Y값은 살려두고 I와 Q값은 손실시키면 눈으로 봤을 때 화질의 차이를 느끼지 않으면서 정보량을 줄일 수 있기 때문이다. 그레이 영상은 그 자체가 Y 값만 가지고 있는 것이고 I와 Q값은 없기 때문에 별도의 컬러 모델 변환이 필요 없다.[3]

이렇게 변화된 그레이 영상을 히스토그램화 시킨다.

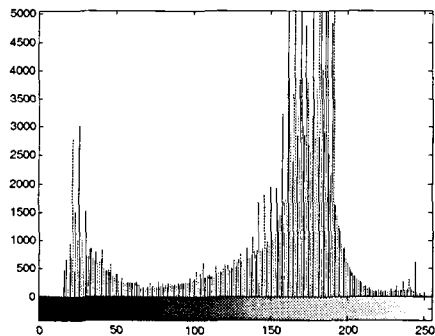


그림 1. 입력영상의 히스토그램

다음으로 입력영상의 히스토그램을 이용하여 두 가지의 정보를 유추해 내게 되는데 gray\_level

범위, 즉, 다이내믹 레인지와 각 레벨마다 정도를 나타내는 곡선 그래프가 그것이다.

우선, 각 레벨마다 정도를 나타내는 곡선 그래프는,

$$V = \frac{1}{255} \sum_{k=0}^{255} \sum_{l=0}^k H(k) \quad \dots\dots\text{식.1}$$

위의 식.1을 기반으로 아래와 같이 나타낸다.

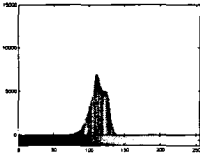


그림 2

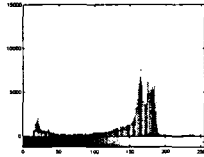


그림 3

위 그래프에서 알 수 있듯이 어떤 특정한 레벨에서의 값이 클수록 그곳에서의 곡선의 기울기가 크다는 것을 알 수 있다. 또한 아래와 같이 영상의 어두운 gray level 값이 많을수록 영상은 더 선명하게 보인다.



그림 4. 선명한 영상



그림 5. 흐린 영상

'그림 4'의 영상에서 차 앞의 물체가 또렷하게 보이는 반면 '그림 5'의 영상에서는 차 앞의 물체를 분간 하기가 힘들다. 그리하여 같은 조건의 두 영상에서 그림 4의 영상의 선명도가 더 높다고 할 수 있다. 결국 식.1은 낮은 gray level의 값을

상대적으로 높게 부과하여 계산하기 위한 식이 되는 것이다. 즉,

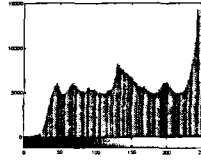


그림 6

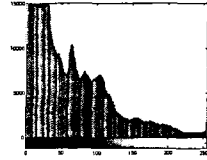


그림 7

위의 두 영상의 픽셀수가 같다고 하여도 실제로 낮은 gray level의 값이 더 많은 것이 더 선명하다는 예기이다. 마치 우리가 한여름에 선글라스를 끼고 보는 것이 잘 보이는 것과 같은 의미라고 볼 수 있다. 하지만 여기서 주의 해야 할 것은 무조건 gray level 값이 낮은 것이 좋다는 것은 아니다.

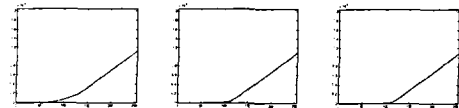
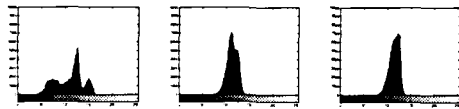


그림 8. levels 223    그림 9. levels 191    그림 10. levels 168

위의 그림 '그림 9', '그림 10'에서 알 수 있듯이 같은 위치의 gray level이더라도 존재하는 level들의 수가 적으면 선명도가 떨어지는 것을 알 수 있다. 즉 '그림 10'과 '그림 9'에서 보는 것처럼 level 수가 적은 '그림 10'의 선명도가 '그림 9'보다 떨어진다는 것이다. 실제적으로 '그림 9'의 영상에 비하여 '그림 10'의 영상은 거의 알아 볼 수 없다.

위에서 열거 한 것과 같이 두 가지의 정보가 영상의 선명도를 측정하는 중요한 요소임을 알 수 있었다. 이 두 가지 정보를 바탕으로 선명화를 측정 할 수 있는 수식을 유추해 내고 레벨마다

정도를 나타내는 곡선 그래프와 gray level의 개수를 사용하여 최적화하면,

$$GL = \text{Max\_Value} \div 100 \quad \dots\dots\text{식.2}$$

(Max\_Value : level값에서의 최댓값)

'식 2'에서 100을 나누어준 이유는 아래와 같다.

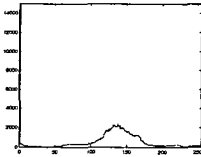


그림 11.

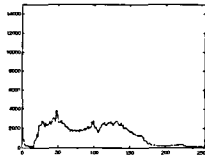


그림 12.

'그림 11'의 히스토그램을 보면 gray level이 0인 지점에서 픽셀수가 전체 픽셀수에 훨씬 웃돌게 되고 영상 또한 둘레가 지나치게 검은 색으로 둘러 싸여있어서 선명화를 저하 시키는 원인이 된다. 그러므로 한 가지 level이 지나칠 경우에 대한 값의 보정을 위하여 100을 나누어 주었다.

$$NGL = 255 - GL \quad \dots\dots\text{식.3}$$

(NGL : not gray level, GL : gray level)

$$V = \frac{1}{255} \sum_{k=0}^{255} \sum_{l=0}^k H(k) \quad \dots\dots\text{식.4}$$

위의 식.3와 식.4를 사용하여 식.5를 만들어 낸다.

$$Vv = \frac{1}{255} \sum_{k=0}^{255} \sum_{l=0}^k H(k) \times NGL \quad \dots\dots\text{식.5}$$

(Vv : Visibility Value, NGL : not gray level)

또한 우리가 사진이나 기타 영상들을 볼 때 사진의 크기가 클수록 더 잘 보인다고 할 수 있다. 예를 들자면 512x512인 영상에서 보이지 않던 주위의 간판 글씨가 1024x1024의 크기로 볼 때 보이는 것처럼, 인간이 독보기를 사용하여 물체를 관찰할 때와 같이 이미지의 크기에 따라서 일명 인간의 경험치가 달라짐을 알고 있다. 컴퓨터에도 마찬가지로 이미지의 크기에 따라 선명도가 달라진다.

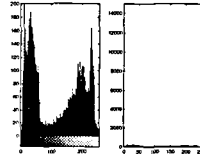


그림 13. 128x128

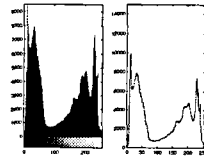
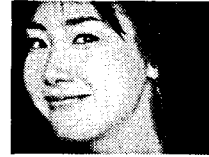


그림 14. 1024x768

위의 '그림 13'의 선명도 보다 '그림 14'의 선명도가 더 높게 측정된다.

### III. 결 론

위의 결과를 바탕으로 여러 영상들의 선명도를 측정해 보면 아래의 결과를 얻을 수 있다.

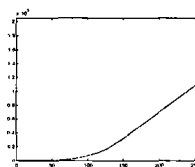
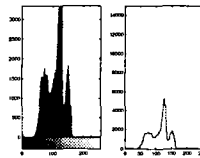
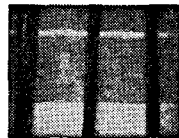


그림 15. 12.9283 %

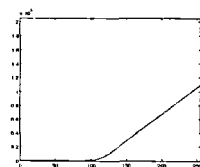
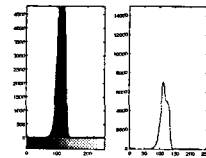


그림 16. 10.4617 %

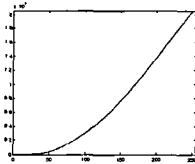
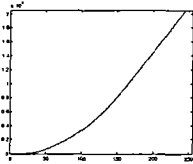
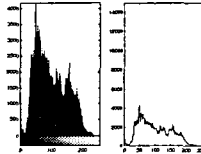
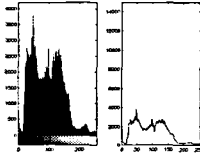


그림 17. 58.7030 %

그림 18. 31.4397 %

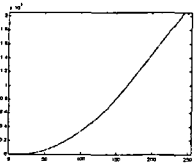
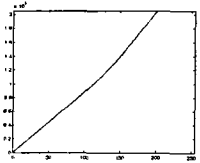
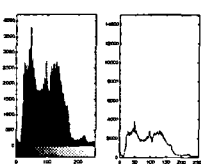
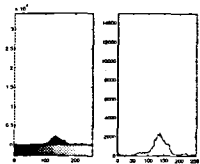


그림 19. 14.6536 %

그림 20. 58.7030 %

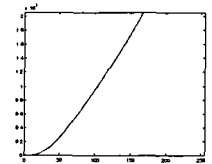
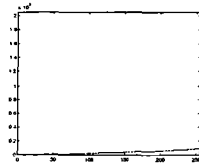
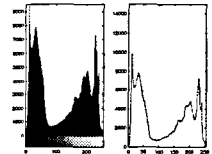
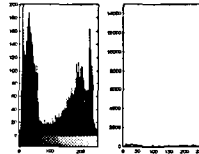


그림 21. 19.8026 %

그림 22. 54.9709 %

참고문헌

- [1] Gonzalez, Digital Image Processing, 아이티씨, p84 ~ p91, 8월 2004년
- [2] 강동중, 하종은, 디지털 영상처리, 사이텍미디어, p316 ~ p321, 7월 2003년
- [3] 김홍선, 조준기, 황민철, 남주훈, 고성제, DSP를 이용한 JPEG2000의 고효율 이미지 압축 구현, 대한전자공학회 하계종합학술대회, 제26권, p2365, 2003년