

# 통계적 영상 품질 측정\*

배경울

상명대학교 소프트웨어대학  
(jbae@smu.ac.kr)

.....

영상의 품질을 측정하는 것은 영상처리에서 매우 중요한 문제이다. 지금까지 영상 품질을 측정하기 위한 다양한 방법들이 제시되었고, 이들은 수학적인 관점에서 영상의 품질을 적절히 표현해주고 있다. 그러나, 수학적인 측정과 인간의 시각에 의해서 측정되는 품질은 서로 다를 수 있고 영상이 전달되는 최종 대상체는 인간의 시각이기 때문에 이를 고려한 영상품질 측정 방법이 필요하다.

본 논문에서는 사람의 시각적 특성을 고려하여 영상 품질을 측정할 수 있는 통계적 방법을 제시하였다. 사람의 시각은 영상의 전체적인 품질을 판단하면서도 국부적인 위치에서의 품질을 판단하며, 전체적인 영상의 품질보다는 국부적인 위치에서의 품질이 시각적인 영상품질 판단에 미치는 영향이 크다. 본 논문에서는 영상을 세그먼트화하고 각 세그먼트화된 영상에서 얻어진 영상 품질 값에 스코어링을 하는 통계적 기법을 사용하여 시각에 의한 판단과 유사한 결과를 얻었다.

.....

논문접수일 : 2007년 08월      게재확정일 : 2007년 11월      교신저자 : 배경울

## 1. 서론

컴퓨터 기술의 발달로 디지털 영상이 산업 전반에 걸쳐서 사용되고 있다. 이러한 영상들은 경우에 따라서는 완전한 영상을 얻지 못하기 때문에 영상처리를 통해서 개선된 영상을 얻으려는 시도가 많이 이루어진다. 또한, 취득된 영상을 통신망을 통해서

전달하고자 할 때, 통신 효율성을 높이기 위해서 영상압축 기술들이 사용되고 있다. 따라서, 영상처리나 영상압축에서 영상의 품질이 개선 되었는지 열화 되었는지를 측정하는 것은 영상처리 알고리즘의 성능을 평가할 수 있는 지표이기 때문에 매우 중요한 요소이다.

영상의 품질 측정을 위해서는 전통적으로 사용되

\* 본 연구는 상명대학교 2007년 교내 연구비에 의해서 지원되었음.

는 방법이 MSE(Mean Square Error)를 사용하거나 SNR(Signal to Noise Ratio) 혹은, PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 이용하는 것이다. 이들 지표는 수학적으로 원 영상과 처리된 영상의 오차를 측정함으로써 영상의 품질을 측정하기 때문에 균일한 결과를 가져올 수 있지만, 영상의 최종 전달자인 인간의 시각시스템에서 느끼는 품질과는 다른 결과를 가져올 수 있다. 인간의 시각 시스템은 객관적인 품질평가의 결과를 기대하기가 어렵고, 상당히 주관적인 결과를 가져오기 때문에 단순히 원 영상과의 오차만으로 영상의 품질을 평가하기 보다는 시각 시스템을 고려한 영상 품질의 평가가 필요하다.

영상품질을 측정하기 위한 연구로는 연구하는 대상 영상에 초점을 맞춘 영상 품질 측정법[1-3]이나 영상압축 기술을 다루면서 나온 영상 품질 측정법[4-6]이 있으며, 최근에는 멀티미디어 응용분야나 저 비트율의 영상압축 분야에서 인간의 감각 시스템을 기반으로 하는 영상품질 측정 방법[7-10]이 많이 연구되고 있다. 또한 ITU(International Telecommunications Union)에서는 비디오 품질을 객관적으로 평가할 수 있는 방법을 구축하기 위해서 노력하고 있다.

## 2. 영상품질 측정

영상 품질을 측정하는 매우 여러가지 방법이 제시되고 있으나 이것은 6개의 범주로 분류할 수 있다[11].

- 평균자승 오차와 같은 픽셀값 차이에 기반한 측정
- 상관도 기반 측정
- 에지 기반 측정: 에지 위치에 기반
- 스펙트럼 거리 측정: 푸리에 스펙트럼

- Context 기반 측정
- HVS(Human Visual System) 기반 측정

이러한 측정법 가운데 가장 일반적으로 사용되는 방법은 픽셀차에 기초한 측정방법과 상관도에 기초한 측정방법, HVS에 기초한 측정방법 이다. 본 절에서는 이 세가지 방법에 대해서 알아보도록 하겠다.

### 2.1 픽셀값 차이 기반 측정

이 방법은 두 영상의 차이를 계산하여 측정하는 것이다. 두 영상의 차이는 동일 위치의 픽셀에 대해서 측정하는 것이기 때문에 픽셀 값의 차이를 가지고 영상의 품질을 측정한다. 이러한 차이를 계산하는 것은 서로 다른 대상체의 유사도를 측정할 때 사용하는 스코어링 메커니즘(scoring mechanism)으로서 거리 함수 또는 거리 측정으로 알려져 있다. 이러한 거리함수는 입력으로 두개의 비교 대상체가 되며, 출력은 양의 수치가 된다. 모든 입출력에 대해서 다음의 3가지 조건을 만족하는 거리 함수는 측정법으로 사용이 가능하다.

Self-identity  $d(x, y) = 0, \text{ when } x = y$   
 Symmetry  $d(x, y) = d(y, x)$   
 Triangle inequality  $d(x, y) + d(y, z) \geq d(x, z)$

가장 잘 알려진 거리 측정으로는 유클리드 함수 [12]로서 식 (1)과 같다.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2} \tag{1}$$

### 2.1.1 Minkowsky 측정법

유클리드 측정법은 Minkowsky 측정법의 하나이다. 주어진 n에 대해서 Ln 측정법은 다음과 같다.

$$d(x, y) = \left( \sum_i (|x_i - y_i|)^n \right)^{1/n} \quad (2)$$

Ln 측정법에 대해서는 두 가지 경우가 널리 알려져 있다. n=2일 때, Minkowsky 측정법은 유클리드 또는 L2 측정법이 되고 n=1일 때는 taxicab 또는 맨하튼 거리, L1 측정법이라고 한다. n이 무한대로 감에 따라서 식 (2)는  $Max(|x_i - y_i|)$ 에 근접한다. x와 y가 정규화될 때 이것은 Chebychev 거리 또는 Linf라 한다.

<p><b>L1(taxicab or Manhattan distance) :</b>  <math>d(x, y) = \sum_i ( x_i - y_i )</math></p> <p><b>L2(Euclidean distance) :</b>  <math>d(x, y) = \sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2}</math></p> <p><b>Linf(Chebychev distance):</b>  <math>MAX( x_i - y_i )</math></p>
--

### 2.1.2 Lab공간에서의 MSE

컬러공간은 균일해야 하기 때문에 영상의 유사성을 측정하기 위한 컬러공간의 선택은 매우 중요하다. 따라서 두 컬러 사이의 강도차이는 관측자에 의해서 추정되는 컬러차이와 연속적이어야 한다. RGB 컬러공간은 이러한 목적에 부합하지 않기 때문에 1976 CIE L\*u\*v\*와 1976 CIE L\*a\*b\*라는 두 개의 컬러공간이 정의된다[13]. Lab 컬러 공간을 위해서 권장되는 하나의 컬러 차분 방정식은 유클리드 거리에 의해 주어진다.

$$\Delta L^*(i, j) = L^*(i, j) - \hat{L}^*(i, j) \quad (3)$$

$$\Delta a^*(i, j) = a^*(i, j) - \hat{a}^*(i, j) \quad (4)$$

$$\Delta b^*(i, j) = b^*(i, j) - \hat{b}^*(i, j) \quad (5)$$

식 3~식 5는 1976 CIE L\*a\*b\* 공간에서의 컬러 성분 차이를 표현하며, MSE는 다음과 같다.

$$d(x, y) = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=0}^{N-1} [\Delta L^*(i, j) + \Delta a^*(i, j)^2 + \Delta b^*(i, j)^2] \quad (6)$$

### 2.2 Correlation 기반 측정

가장 잘 알려진 상관함수들은 단극(unipolar) 상관도, 양극(bipolar) 상관도와 코사인 측정법으로 알려진 비중심(uncentered) 상관도가 있다. 단극 상관도 UC()의 범위는 0부터 1까지 이다. 이것을 1-U C()로 바꾸어 측정하면 양극 상관도 BC()가 되며, 범위는 -1부터 1까지가 된다. 양극 상관도를 측정에 이용하기 위해 정규화를 하기 원하면 (1-BC()) 또는 (1-BC())/2를 사용한다. 단극 상관도는 벡터의 방향정보보다 크기가 중요한 경우에 유용하다. 코사인 측정법은 공간에서의 점으로 벡터를 다루고 벡터 사이의 각도를 측정한다.

이들 측정법은 두 영상 사이의 유사도를 측정하므로 차이기반 측정과 보완 관계이다. 일부 상관도 기반 측정은 다음과 같다.

$$C = \frac{\sum_{i,j} x(i, j)y(i, j)}{\sum_{i,j} x(i, j)^2} \quad (7)$$

### 2.3 HVS기반 측정

HVS(human visual system)과 가장 유사한 측정

결과를 얻기 위해서 원본과 부호화된 영상은 HVS를 모사한 필터를 통해서 사전 처리될 수 있다. HVS의 모델들 중의 하나는 극좌표에서 다음과 같은 전달함수를 갖는 대역통과 필터를 들 수 있다[14].

$$H(\rho) = \begin{cases} 0.05e^{\rho^{0.554}} & \rho < 7 \\ e^{-9\left[\log_{10}\rho - \log_{10}9\right]^{2.3}} & \rho \geq 7 \end{cases} \quad (8)$$

여기서  $\rho = (u^2 + v^2)^{1/2}$ 이다.

주파수 마스크를 통해 처리되고 역 DCT(Discrete Cosine Transform) 된 영상은  $U\{\cdot\}$  연산자를 통해서 식 (9)와 같이 표현될 수 있다.

$$U\{x(i, j)\} = DCT^{-1}\{H(\sqrt{u^2 + v^2})X(u, v)\} \quad (9)$$

여기서  $X(u, v)$ 는 영상의 2-D DCT이고,  $DCT^{-1}$ 은 2-D 역 DCT이다.

### 3. 통계적 영상 품질 측정

앞 절에서 소개한 것 이외의 방법들에 의해서도 영상의 품질을 평가하기 위한 방법들이 많이 있으나, 근본적으로 계산에 의한 방법과 인간의 시각에 의한 측정결과가 다를 수 있다는 것에는 변함이 없다. 또한, 대다수의 영상품질 평가는 해당 이미지의 전체적인 특성을 대표할 수 있는 하나의 파라미터를 이용하려하기 때문에 인간의 시각적 특성에 의해서 감지되는 영상의 품질과는 다른 결과를 가져올 수 있는 것이다. I. Avciabas[11]가 ANOVA(Analysis of Variance) 방법에 의해서 통계적인 분석을 시도하여 시각적 특성과 유사한 결과를 얻으려 하였으나, 역시 전체적인 이미지의 특성을 나타내려는 시도를 하였기 때문에 개선된 방법이 제공되어야 할 것이다.

본 연구에서는 인간의 시각적 특성을 적절히 표현할 수 있는 JND(Just Noticeable Difference)를 이용한 파라미터를 추출하고, 품질을 측정하려는 영상을 세그먼트화하여 부분적 특성으로 영상의 품질을 나타내고자 한다. 인간의 시각적 특성은 영상 전체를 나타내는 평균적인 파라미터에 의해서 영향을 받기 보다는 국부적인 영역에서의 특정한 파라미터가 영상 전체에 대한 감각을 좌우하기 때문에 국부적인 영역이 영상 전체를 나타내는 파라미터로 쓰일 수도 있는 것이다. JND는 이러한 시각적 특성을 적절히 표현할 수 있으며, 주변 값에 대비해서 2% 정도의 변화를 시각이 감지할 수 있다는 것을 지표로서 나타내고 있다.

시각은 규칙적으로 존재하는 영상에 대해서는 240개의 픽셀들 가운데 하나 이상의 픽셀이 변화하면 그 변화를 감지할 수 있으며, 불규칙적으로 존재하는 영상에 대해서는 30개의 픽셀들 가운데 하나 이상의 픽셀 변화를 감지할 수 있다. 즉, 규칙적인 형태의 영상에 대해서는 작은 변화도 쉽게 인지할 수 있지만, 불규칙적으로 존재하는 영상에 대해서는 작은 변화는 쉽게 인지하지 못하는 특성을 가지고 있다는 것이다. 따라서 영상의 품질을 평가하기 위한 영역선정에 있어서, 영상의 전체적인 영역을 대상으로 평가하는 것이 아니라 적절한 영역을 설정하여 각 영역에서의 영상오차를 통계적으로 분석함으로써 인간 시각시스템에서 지각하는 영상의 품질과 유사한 결과를 줄 수 있다.

통계적 영상 품질 측정을 위해서 해당 영역은 작은 영역으로 세그먼트화 되고, 각 세그먼트에 대해서 원 영상과의 오차를 측정한다. 모든 세그먼트에 대해서 오차가 측정되면, 측정된 값들로 히스토그램을 구성하여 통계적인 값(mean, variance, etc.)을 계산하여 품질을 결정한다. 이 절차를 [Fig. 1]에 나타내었다.

- Step 1 : segmentation of the image
- Step 2 : select two segments of the original and noisy image
- Step 3 : compute JND with two segments
- Step 4 : compute Chebychev distance of the JND
- Step 5 : compute mean of the original image segment
- Step 6 : compute Chebychev distance from Step 5
- Step 7 : repeat from step3 for all segments
- Step 8 : decision of the image quality

[Fig. 1] Steps for statistical image quality measure

영상 세그먼트화를 위해서는 8\*8, 16\*16, 32\*32의 영역에 대해서 고려를 할 수 있으며, 각 세그먼트에 대해서 원 영상과 노이즈 영상에 대한 JND 값을 구한다. JND 값은 세그먼트의 각 픽셀마다 구하게 되므로, Chebychev 거리를 이용하여 하나의 대표 JND 값을 선택한다. 해당 세그먼트의 주변 픽셀 값의 변화가 선택된 JND 값과 비슷하면 시각적으로 품질열화를 느끼기 어렵기 때문에 원 영상의 해당 세그먼트에 대한 평균값과 편차를 구해서 Chebychev 거리를 구한다. 두 개의 Chebychev 거리의 비교에 의해서 품질열화의 판단기준으로 활용하며, JND의 Chebychev 거리가 원 영상의 픽셀 변화보다 큰 경우에 품질열화가 발생한 것으로 판단한다.

본 연구에서 제안된 품질평가를 위해서 사용되는 수식은 다음과 같다.

$$JND(x, y) = \frac{|I_0(x, y) - \hat{I}_0(x, y)|}{I_0(x, y)} \quad (10)$$

$$\overline{JND} = \text{Max}[JND(x, y)] \quad (11)$$

$$m_0 = \frac{1}{N} \sum I_0(x, y) \quad (12)$$

$$JND_0(x, y) = \frac{|I_0(x, y) - m_0|}{m_0} \quad (13)$$

$$\overline{JND}_0 = \text{Max}[JND_0(x, y)] \quad (14)$$

$$T = \frac{\overline{JND}}{\overline{JND}_0} \quad (15)$$

여기서,  $N$ 은 선택된 블록내의 픽셀 수를,  $I_0(x, y)$ 는 원 영상을,  $\hat{I}_0(x, y)$ 는 노이즈 영상을 나타내며,  $m_0$ 는 해당 세그먼트에서의 평균값을 나타낸다.

식 (10)~식 (15)를 이용하여 해당 영상의 모든 세그먼트에 대해서  $T$ 를 구하면,  $T$ 값을 이용하여 스코어를 계산한다. 스코어는 영상품질을 나타내는 지표로서 사용하기 위한 것으로서 세그먼트내의 픽셀들의 변화량에 따른 시각적 인지능력을 고려하기 위해서 주어진 임계값 이상의  $T$ 와 임계  $JND$ 를 넘어서는 때마다 스코어를 1씩 증가시킨다. 스코어의 계산이 끝나면 영상 크기에 따라서 세그먼트의 개수가 차이가 나므로 이를 이용하여 식 (17)과 같이 정규 값을 얻는다.

$$\text{Score} = \begin{cases} \text{Score} + 1, & \text{where } T > \text{Threshold and } \overline{JND} > JND_{th} \\ \text{Score} + 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (16)$$

$$\text{DecisionFactor} = \frac{\text{Score}}{N_{\text{segment}}} \times C \quad (17)$$

여기서,  $N_{\text{segment}}$ 는 세그먼트의 개수를 나타내고,  $C$ 는 상수 값으로써 결정인자를 잘 표현하기 위한 값이다.

#### 4. 평가결과 및 검토

본 연구에서 제안된 품질평가 방법의 유용성을 평가하기 위해서 5가지의 특징적인 이미지를 선택하였다. 각 이미지는 평탄한 특성을 가지고 있는 풍경이미지와, 인물이 나와있는 이미지, 변화가 많은



Lena

Peppers

Mandrill



Sky1

Sky2

[Fig. 2] Sample images

이미지 등을 사용하였다.

임의로 생성된 서로 다른 2개의 의사 랜덤 노이즈를 각 영상에 삽입한 결과에서 가장 구분이 되지 않는 경우와 구분이 되는 경우에 대해서 [Fig. 3]에 나타내었다. [Fig. 3]에서 Mandrill 영상은 불규칙적인 변화가 많기 때문에 노이즈가 섞인 것을 시각적

으로 구분하기 힘들기 때문에 두 영상의 차이를 발견할 수 없다. 여기서, Mandrill의 왼쪽 영상은 PSNR이 42[dB]인데 반하여 오른쪽 영상은 33[dB]로 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 반면에 하늘을 배경으로 한 풍경 영상에서는 배경이 매우 균일한 색채를 띄고 있기 때문에 오른쪽의 영상에서 흰점



NoisyMandrill1

NoisyMandrill2



noisySky1

noisySky2

[Fig. 3] Noise added images

이 보이는 것을 발견할 수 있다. 그러나, PSNR의 관점에서 왼쪽의 풍경 영상은 42[dB]를 오른쪽의 image는 41[dB]를 보여주기 때문에 두 영상의 품질에 큰 차이가 없다는 결과를 얻게 된다. 이것은 수학적으로는 올바른 표현이 될 수 있지만 최종 평가자라 할 수 있는 사람의 시각적 관점에서는 올바른 표현이 될 수 없다.

<Table 1>과 <Table 2>는 [Fig. 2]의 5가지 영상들에 대해서 2가지 형태의 노이즈를 첨가하였을 때, 각각의 품질열화를 측정하는 것이다.

<Table 1> Uniform Random Noise

Image	MSE	PSNR[dB]	SNR[dB]	Chebychev
Lena	3.71	42.44	37.30	5
Peppers	3.70	42.45	36.29	5
Mandrill	3.71	42.44	37.13	5
Sky1	3.69	42.47	36.17	5
Sky2	3.68	42.47	35.90	5

<Table 2> Gaussian Random Noise

Image	MSE	PSNR[dB]	SNR[dB]	Chebychev
Lena	5.00	41.14	36.00	36
Peppers	7.80	39.21	33.05	38
Mandrill	31.25	33.18	27.87	52
Sky1	4.53	41.57	35.27	35
Sky2	6.38	40.09	33.52	39

<table 1>과 <table 2>의 결과가 보여주는 것처럼 수학적인 품질평가 결과는 시각적인 영상의 품질과는 매우 상이하다는 것을 알 수 있다. 균일랜덤 노이즈는 균일한 분포의 잡음을 제한시켜서 원 영상에 더해졌기 때문에 전체적으로 영상의 시각적 품질에 영향을 크게 주지 않고 있지만 가우시안 랜

덤 노이즈는 빈도수는 작지만 커다란 잡음들이 원 영상에 더해짐으로써 영상의 시각적 품질에 큰 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있다. 특히, Mandrill과 같이 고주파성분이 많은 영상, 즉, 픽셀 변화가 많은 영상에 대해서는 PSNR이나 SNR, MSE에서 큰 차이를 보이더라도 시각적 품질에는 큰 차이를 보이지 않는 것을 알 수 있으며, Sky1, Sky2나 Lena, Lake2와 같이 배경에 변화가 별로 없는 영상들에 대해서는 PSNR과 같은 인자들이 큰 차이를 보이지 않더라도 시각적 품질에서는 영상들의 열화를 느낄 수 있다.

이러한 결과로부터 영상의 시각적 품질은 영상 전체를 표현할 수 있는 인자에 의해서 영향을 받기 보다는 국소적인 영역에서의 품질열화가 영상의 전체적인 품질평가에 영향을 미치고 있으며, 국소적인 영역의 품질열화는 그 영역에서의 최대 오차가 시각적으로 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

사람의 시각시스템에 근접한 평가결과를 얻기 위해서 JND를 활용할 때, 시각의 대비차(contrast difference)에 대한 인식 능력을 측정한다. 따라서 컬러 영상들의 경우에는 RGB를 명암 모드로 변환하고, 명암레벨에 대해서 차이 인자를 측정한다. 이와 같이 본 연구에서 제안된 방법에 의해서 얻어진 인자들은 다음과 같다.

<Table 3> Threshold = 2, JND = 0.02

	Uniform Random Noise			Gaussian Random Noise		
	8*8	16*16	32*32	8*8	16*16	32*32
Lena	14.13	11.63	11.57	14.60	11.95	11.57
Peppers	14.14	11.63	11.57	14.41	11.72	11.80
Mandrill	14.20	11.78	12.15	14.22	11.86	12.27
Sky1	16.77	12.06	11.23	17.88	19.79	25.46
Sky2	18.79	14.50	15.28	17.41	17.65	19.91



<Table 4> Threshold = 2, JND = 0.02

	Uniform Random Noise			Gaussian Random Noise		
	8*8	16*16	32*32	8*8	16*16	32*32
Lena	13.71	11.49	11.34	14.17	11.81	11.34
Peppers	13.70	11.49	11.34	13.92	11.57	11.57
Mandrill	13.77	11.63	11.92	13.79	11.72	12.04
Sky1	16.24	11.92	11.00	17.43	19.65	25.23
Sky2	18.35	14.35	15.05	16.92	17.51	19.68

<Table 7> Threshold = 4, JND = 0.02

	Uniform Random Noise			Gaussian Random Noise		
	8*8	16*16	32*32	8*8	16*16	32*32
Lena	4.01	2.92	6.02	4.02	2.92	6.02
Peppers	4.01	2.92	6.02	4.02	2.92	6.02
Mandrill	4.07	3.07	6.60	4.07	3.07	6.48
Sky1	4.10	3.27	6.48	5.75	5.85	7.99
Sky2	4.72	4.14	7.75	5.88	5.79	8.33

<Table 5> Threshold = 3, JND = 0.02

	Uniform Random Noise			Gaussian Random Noise		
	8*8	16*16	32*32	8*8	16*16	32*32
Lena	7.29	4.95	7.29	7.36	4.98	7.29
Peppers	7.29	4.95	7.29	7.32	4.95	7.29
Mandrill	7.36	5.09	7.87	7.36	5.15	7.87
Sky1	7.45	5.12	7.18	9.83	10.45	14.12
Sky2	8.84	6.65	10.07	9.74	9.35	11.92

<Table 8> Threshold = 4, JND = 0.04

	Uniform Random Noise			Gaussian Random Noise		
	8*8	16*16	32*32	8*8	16*16	32*32
Lena	3.90	2.92	6.02	3.92	2.92	6.02
Peppers	3.90	2.92	6.02	3.91	2.92	6.02
Mandrill	3.97	3.07	6.60	3.96	3.07	6.48
Sky1	3.91	3.24	6.25	5.55	5.82	7.75
Sky2	1.89	3.56	7.64	3.05	5.21	8.22

<Table 6> Threshold = 3, JND = 0.04

	Uniform Random Noise			Gaussian Random Noise		
	8*8	16*16	32*32	8*8	16*16	32*32
Lena	7.90	4.92	7.29	7.16	4.95	7.29
Peppers	7.09	4.92	7.29	7.11	4.92	7.29
Mandrill	7.16	5.06	7.87	7.16	5.12	7.87
Sky1	7.25	5.09	7.18	9.63	10.42	14.12
Sky2	8.64	6.63	10.07	9.54	9.32	11.92

<Table 3> ~ <Table 8>은 주어진 임계 값과 JND 값, 그리고 영상을 세그먼트한 크기에 따라서 얻어진 영상품질 값으로 작은 값일수록 높은 품질을 나타내며, 큰 값일수록 낮은 품질을 나타낸다. 위에서 언급한 것처럼, PSNR이나 SNR과 같은 측정방법은 영상 품질에 대해서 객관적인 값을 제공하는 것은 가능하지만 사람의 시각을 고려한 결과를 제공하지 못한다. 본 논문에서 제안된 방법은 사람의 시각을 고려한 결과를 도출함으로써, 효과적인 영상품질 측정이 가능하게 한다.

<Table 3> ~ <Table 8>의 값을 살펴보면 PSNR로는 파악할 수 없었던 영상의 차이를 잘 보여주고 있다. 특히, mandrill과 같은 영상은 PSNR에 의하면 균일 랜덤 노이즈가 섞인 영상은 42.44 [dB]를 가우시안 랜덤 노이즈가 섞인 영상은 33.18 [dB]를 나타내서 두 영상 사이에는 9[dB]이상의 영상 품질 차이가 난다. 이는 전력에 대해서는 8배 차이가 나는 것이지만 시각적으로는 두 영상에 대한 품질의 차이를 구분하기가 어렵다. 반대로, 하늘을 배경으로 가지는 평탄한 특성을 가진 영상에 대해서는 PSNR의 차이가 1~2[dB]가 나지만 시각적으로는 하늘 배경에 하얀 점들이 군데군데 발생하는 것이 눈에 띄기 때문에 가우시안 랜덤 노이즈가 더해진 영상의 품질이 시각적으로 떨어지는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 제시된 방법에 의해서 얻어진 결정 인자는 Mandrill 영상에 대해서는 노이즈 성분이나 임계 값, 세그먼트 크기에 관계없이 비슷한 값을 보여줌으로써 시각적으로 영상 품질 차이가 없다는 것을 나타내고 있으며, sky를 배경으로 하는 영상에 대해서는 더 높은 값을 보여줌으로써 시각적으로 가우시안 랜덤 노이즈가 섞인 영상의 품질이 나쁘다는 것을 나타내고 있다. 사람의 시각은 균일한 영상 픽셀의 분포에 대해서는 240 픽셀들에서 하나의 변화를 감지할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 세그먼트 크기를 8\*8, 16\*16, 32\*32에 대해서 실험한 결과 16\*16에서 얻어진 결정 인자가 영상의 품질을 가장 잘 표현하는 것으로 나타났다. 이는 256개의 픽셀들의 변화를 추적하고 있기 때문에 사람의 시각시스템의 인지능력을 더욱 잘 나타내는 것으로 분석할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 영상 품질을 측정하기 위한 새로

운 방법을 제안하였다. 기존에 사용되던 방법들은 PSNR이나 SNR과 같은 수학적 방법에 기초함으로써 객관적인 영상품질을 표현할 수 있었으나, 사람의 시각시스템이 느끼는 영상품질과는 동떨어진 결과를 내는 경우가 많았다. 이를 해결하는 방법으로 사람의 시각시스템의 인지능력을 나타낼 수 있는 JND 파라미터를 이용하여 영상의 세그먼트를 분석하고, 세그먼트의 분석 값으로부터 스코어링을 하여 그 값을 정규화함으로써 결정인자를 얻었다.

실험결과 본 연구에서 제안된 영상품질 측정은 PSNR과 같은 수학적 방법으로 나타낼 수 없는 시각적 인지차이를 나타낼 수 있다는 것을 알 수 있었다. 기존에 사용된 방법이 단순히 오차성분을 고려한 것이라면, 제시된 방법은 오차가 발생하는 세그먼트의 주변환경 픽셀들이 어떤 특성을 가지고 있는지를 고려하여 시각적으로 오차를 감지하기 쉬운 것과 어려운 것을 구분함으로써 효과적인 결정 인자를 제시할 수 있었다. 제안된 방법은 영상압축이나 디지털 워터마킹을 위해서 영상 품질이 손상되었을 때, 시각적으로 얼마나 영상품질이 손상되었는지를 판단하는데 매우 유용할 것이다.

## 참고문헌

- [1] S. M. Perlmutter, et al, "Image Quality in Lossy Compressed Digital Mammograms", Signal Processing, Vol.59(1997), 189~210.
- [2] C. B. Lambrecht, Ed., "Special Issue on Image and Video Quality Metrics", Signal Processing, Vol. 70(1998).
- [3] T. Lehmann, A. Sovakar, W. Schmitt, R. Repges, "A comparison of Similarity Measures for Digital Subtraction Radiography", Comput. Biol. Med., Vol.27, No.2(1997), 151~167.

- [4] A. M. Eskicioglu, "Application of Multidimensional Quality Measures to Reconstructed Medical Images", *Opt. Eng.* Vol.35, No.3(1996), 778~785.
- [5] A. M. Eskicioglu, P. S. Fisher, "Image Quality Measures and Their Performance", *IEEE Trans. Commun.*, Vol.43, no.12(1995), 2959~2965.
- [6] H. de Ridder, "Minkowsky Metrics as a Combination Rule for Digital Image Coding Impairments", in *Human Vision, Visual Processing, and Digital Display III*, Proc. SPIE 1666, 1996, 17~27.
- [7] M. Miyahara, K. Kotani, V. R. Algazi, "Objective Picture Quality Scale(PQS) for Image Coding", *IEEE Trans. Commun.*, Vol.46, No.9(1998), 1213~1226.
- [8] P. Franti, "Blockwise Distortion Measure for Statistical and Structural Errors in Digital Images", *Signal Processing : Image Communication*, Vol.13(1998), 89~98.
- [9] S. Winkler, "A perceptual distortion metric for digital color images", in *Proc. 5th International Conference on Image Processing*, Vol.3(1998), 399~403, Chicago, Illinois, Oct.
- [10] T. Frese, C. A. Bouman and J. P. Allebach, "Methodology for Designing Image Similarity Metrics Based on Human Visual System Models", *Proceedings of SPIE/IS&T Conference on Human Vision and Electronic Imaging II*, Vol.3016(1997), 472~483, San Jose, CA.
- [11] I. Avcibas, "Image Quality Statics and Their Use in Steganalysis and Compression", Ph.D Thesis, Bogazici University, Turkey, 2001.
- [12] A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, New Jersey, 1989.
- [13] International Commission of Illumination (CIE), *Recommendations on Uniform Color Spaces, Color Difference Equations, Psychometric Color Terms*, Publication CIE 15 (E.-1.3.1), Supplement No.2, Bureau Central de la CIE, Vienna, 1971.
- [14] N. B. Nil, "A Visual Model Weighted Cosine Transform for Image Compression and Quality Assessment", *IEEE Trans. On Commun.*, Vol.33, No.6(1985), 551~557.

Abstract

## Statistical Image Quality Measure

Kyoung yul Bae\*

The image quality measure is an important issue in the image processing. Several methods which measure the image quality have been proposed and these are based on the mathematical point of view. However, there is difference between the mathematical measure and the measure based on the human visual system and a new measure has to be proposed because the final target of the image is a human visual system

In this paper, a statistical image quality measure which is considered the human visual feature was suggested. The human visual system is using the global quality of the image and the local quality of the image and the local quality is more important to human visual system. In this paper, the image divided into several segments and the image qualities were calculated respectively. After then, the statistical method using scoring was applied to the image qualities. The result of the image quality measure was similar to the result of measure based on the human visual system.

**Key Words :** Image Quality Measure, Statistical Image Quality Measure, Human Visual System Segments and the Image Qualities

---

\* College of Computer Software and Media Technology, Sangmyung University.