

휘도, 색차의 분포도 분석을 통한 개선된 인지적 무기준법 영상 화질 평가방법

*김요한, *성덕구, *홍승석, *신지태

*성균관대학교 정보통신공학부

{dos95, dksung, sshong80, jtshin}@skku.edu,

An Enhanced Perceptual No-Reference Scheme for Video Quality Measurement Using the Histogram Analysis of Luminance and Chrominance

*Yo-Han Kim, *Dukgu Sung, Seungseok Hong and *Jitae Shin

*Sungkyunkwan University

요약

영상의 화질을 평가하는 방법은 어떤 정보를 기준으로 평가하느냐에 따라서 전체 기준법 (Full Reference), 부분기준법 (Reduced Reference) 그리고 무기준법 (No Reference)으로 나눌 수 있다. 이중 무기준법은 수신 영상만을 가지고 측정하기 때문에, 다른 방법보다 활용범위가 넓다. 또한, 최근 사람의 눈의 특성을 고려한 인지적(Perceptual)화질평가 방법이 많이 논의되어, 사람이 실제 보고 느끼는 바를 객관화 시키는 방법이 개발되어 왔다. 이들 화질평가 방법들에 대해 많은 연구가 수행되고 있으며, 국제기구들을 통하여 이들 지표들에 대한 표준화가 진행되고 있다.

본 논문에서는 휘도, 색차의 분포도를 분석하여 원본의 화질을 예측하는 방법을 통해서, 기존 무기준법의 정확도를 높이고자 한다. 영상신호의 양자화나 부호화로 인해 임계값을 벗어나는 값들이 생기게 되며, 이 값을 휘도, 색차의 분포도 분석으로 예측하여 화질평가를 수행하게 된다. 실험 결과 제안된 방법의 상관도는 다른 방법보다 높은 것으로 나타났다.

1. 서론

화질의 평가에 대한 논의는 영상기술의 발달로 인해, 기술의 발전을 평가하고, 좀 더 좋은 기술을 개발하기 위해 시작되었다. 특히, 예전 TV를 사용한 아날로그형태의 영상기술에서 벗어나 디지털화되고 다양한 영상기들이 개발되면서, 각각의 특성에 알맞은 화질평가 기술들이 요구되었다.

또한, 최근 사람의 눈의 특성을 고려한 인지적(Perceptual)화질평가 방법이 많이 논의되어, 사람이 실제 보고 느끼는 바를 객관화 시키는 방법이 개발되어 왔다. 이를 위해 MOS(Mean Opinion Score)와 같은 주관적 평가지표를 만들고, 이에 가장 근접한 객관화된 인지적 화질 평가들이 연구되어 왔다.

영상의 화질을 평가하는 방법은 어떤 정보를 기준으로 평가하느냐에 따라서 전체 기준법 (Full Reference), 부분기준법 (Reduced Reference) 그리고 무기준법 (No Reference)으로 나눌 수 있다. 전체 기준법은 일반적으로 사용하는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)이나 MSE(Mean Square Error)가 대표적으로, 원본의 전체 정보와 비교 대상의 전체정보를 모두 가지고 화질을 평가하게 된다. 부분기준법은 원본영상의 일부분이나 가공된 정보와 수신 영상과의 비교를 통해서 영상품질을 측정한다. 이에 반해, 무기준법은 수신 영상만을 가지고 영상 품질을 측정한다. 이로 인해, 정확도가 다른 방법들에 비해 떨어지지만, 영상전송망의 부하가 없고, 송신측의 변경 없이 수신측에서 품질을 측정할 수 있기 때문에, 다른 두 방법보다 활용범위가 훨씬 넓다.

일반적인 방법으로 휘도(Luminance), 대비(Contrast), 색차(Chrominance), 선예도(Sharpness)등을 계산하고, 이들을 조합하여 화질을 평가하였고, 영상을 분석하여 몇 가지 종류로 분류하고 각각의 종류마다 다른 가중치를 적용하여 정확도를 높이려는 노력도 있었다.

본 논문에서는 휘도, 색차의 분포도를 분석하여 원본의 화질을 예측하는 방법을 통해서, 기존 무기준법의 정확도를 높이고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 이루어진다. 2장에서는 관련연구와 기존의 방법들을 알아보고 본 논문에서 제안하는 방법과의 차이점을 알아본다. 3장에서는 새로운 방법을 제시하고 이에 대해 설명한다. 4장에서는 실험을 통해 제안된 방법의 성능을 평가하며, 마지막으로 5장에서 결론과 앞으로의 연구방향을 모색해본다.

2. 관련연구

인지적 화질평가를 위해 실제 주관적인 화질을 측정하고 측정된 값들을 수치화시켜 표현하게 된다. 이를 MOS라고 하며 ITU-T에서 지정한 ACR(Absolute Category Rate) 방법이 주로 사용된다[1]. ACR 방법은 10초 동안 영상을 관찰한 후 화질을 매우 나쁨, 나쁨, 보통, 좋음, 매우 좋은의 5단계로 나누어 이를 각각 1~5의 수치로 나타내도록 한다.

이를 많은 사람이 측정하도록 하여 분포를 만들고 그 분포와 계산된 값과의 상관도를 통해 화질을 평가하게 된다.

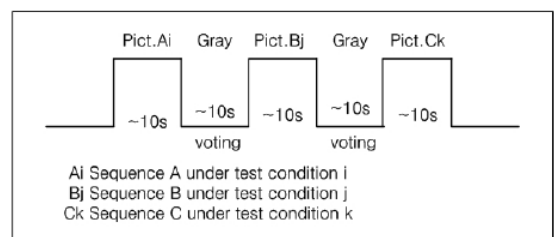


그림1. MOS측정방법

기존의 인지적 무기준법 영상 화질 평가 방법은 ITU-T SG9와 Video Quality Expert Group(VQEG)의 표준화를 통해 발전 해 왔다. 우선 텔레비전의 전체 기준법 영상평가 방법을 표준화하였고, 텔레비전의 부분기준법, 무기준법 영상평가방법, 멀티미디어 평가방법, HDTV평가방법 등을 표준화하고 있다. 이 중 2008년 4월에 열린 ITU-T 총회에서 SG9의 의제로 멀티미디어 영상화질평가의 표준화 작업을 하였으며, 전체기준법, 부분기준법, 무기준법에 대해 모두 표준화를 진행하였다. 이중 무기준법은 Jmm-noref 권고문서에 대한 표준화 작업을 벌였지만, 만족할만한 수준의 결과가 없어서 다음 회의로 미뤄진 상태이다.

앞의 표준화회의에서 제안된 모델은 Psytechnics사의 모델과 Swissqual 사의 모델 그리고 한국에서 개발한 모델이 제안되었다. 이 중 Psytechnics사의 모델만 자세한 내용이 공개되어 있다.

Psytechnics사의 모델은 최종영상에서 화질에 영향을 주는 변수들을 계산하고 각 변수들에 계수들을 곱한 후 합하여 최종 화질평가를 수행하는 형태로 이루어져있다. 인지적 계산을 위해 사람의 눈에 영향을 미치는 여러 변수들을 계산하여 화질평가를 수행한다. 각 변수들은 시간적 왜곡분석(Temporal distortion analysis), 시간적 복잡도 분석(Temporal complexity analysis), 블록현상분석(Blockiness analysis), 흐림현상 분석(Blurriness analysis), 경계분석(Edge activity analysis), 그리고 밝기, 대비 등으로 이루어진다.

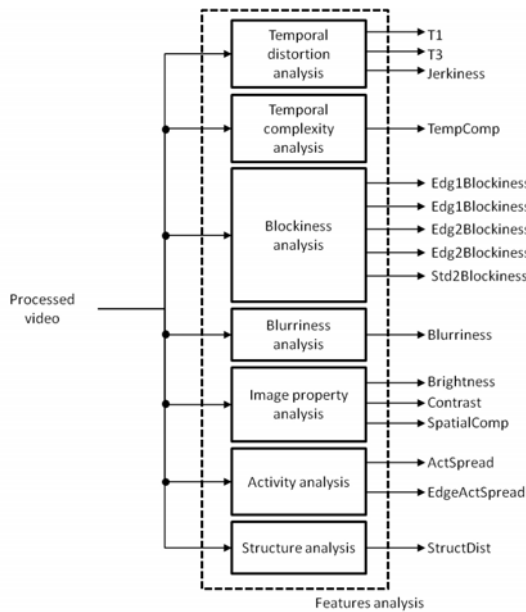


그림2. 기존의 화질평가방법

3. 제안된 방법

본 논문에서 제안하고자 하는 방법은 기존의 방법들과 거의 유사하다. 기존의 방법들과 마찬가지로, 인지적 변수들을 계산하고, 그 변수들에 계수를 곱한 후 합하여 화질평가를 수행하게 된다. 하지만 새로운 변수를 계산하고 변수가 화질에 미치는 영향을 실험을 통해 측정한다. 측정된 값을 통해 변수에 곱해질 계수를 찾아내고 다른 변수들과 함께 계산하여 최종 화질평가를 수행하도록 하였다.

일반적인 영상전송시스템은 영상을 취득하여 이를 양자화하고 부

호화하여 전송하게 된다. 반대로, 전송된 신호는 복호화를 통해 영상을 복원한다. 양자화를 하게 될 경우 신호를 양자화 된 부호로 변환하게 되는데, 이때 양자화 된 부호는 일정한 범위의 값을 가져야 하기 때문에, 그 임계값을 벗어나게 되면 최대, 최소값과 사이의 값들의 비례를 조정하여, 왜곡을 상쇄하게 된다. 하지만, 영상이 취득된 후에 비례 조정이 이루어지기 때문에, 조정 전에 취득된 영상에서 잃어버리는 값이 생기게 된다. 이를 8비트 정보를 기준으로 설명하면, 영상의 신호가 현재 0 - 255가 나타내는 신호 범위에서 벗어난다면, 범위를 재조종하여 신호가 0 - 255에 존재하도록 처리하지만, 범위의 재조종이 영상의 취득 이후에 이루어지며 재조정에 소요되는 시간에 의해 이미 취득된 신호의 신호는 가까운 임계값으로 표현된다. 또한, 부호화/복호화를 진행하게 될 때도, 계산과정에서 소수점 아래 값들이 정수로 변환되는 과정에서 임계값이 벗어나게 되는 값이 생기게 된다.

위의 내용을 수식으로 나타내면 아래와 같다.

8bit로 양자화 된 영상에서 범위의 한계로 표현하지 못하여 생기는 화질의 왜곡 D_{min}, D_{max} 는

$$D_{min_n} = \frac{1}{n} \sum_{a=-1}^{-n} \{ (0-a)^2 \times V_{min} \times 2^{0-a} \} \quad (1)$$

$$D_{max_n} = \frac{1}{n} \sum_{b=256}^{255+n} \{ (255-b)^2 \times V_{max} \times 2^{255-b} \} \quad (2)$$

로 나타낼 수 있다.

이때, V_{min} 은 화면내의 양자화 된 정보가 최소값인 화소의 개수, V_{max} 은 화면내의 양자화 된 정보가 최대값인 화소의 개수를 나타낸다. n은 왜곡의 예측범위로 4 ~ 16사이의 값을 선택하도록 한다.

두 값 D_{min}, D_{max} 을 n값에 따라 계산한 후 그 합을 구하면

$$D_n = D_{min_n} + D_{max_n} \quad (3)$$

로 나타낼 수 있다.

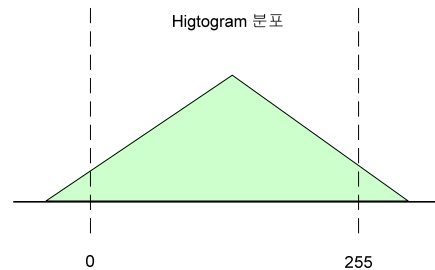


그림3. 원본 영상정보의 도수분포

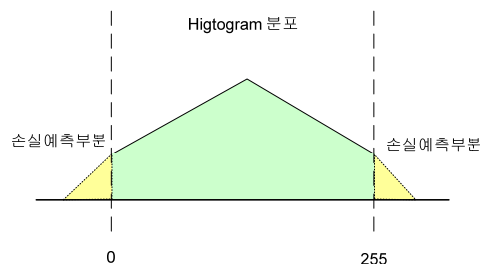


그림4. 양자화로 인해 손실되는 영상의 도수분포

그림5에 제안된 방법의 순서도를 나타내었다.

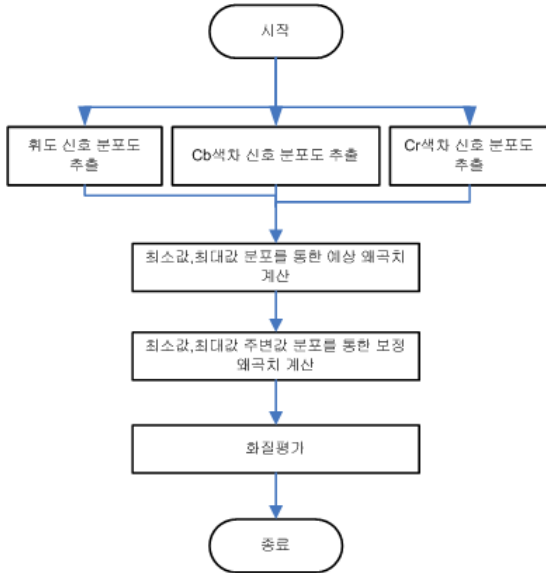


그림5. 제안된 방법의 순서도

화질의 D_{min}, D_{max} 은 각각 휘도와 두 가지 색차신호 (Cb, Cr)에 대해 모두 계산하며 계수 값을 통한 보정을 거쳐 다른 변수들과 함께 최종 화질의 열화를 계산하게 된다.

최종 화질 평가값 $eMOS$ 를 계산하기 위해 사용된 변수와 계수는 아래 식과 같다.

$$eMOS = (1.6 \times Br + 0.6 \times Mv + 4.4 \times Cr - 2.0 \times D_4 - 0.3 \times D_{16} + 0.1 \times Ch) / 100 \quad (4)$$

Br은 평균 밝기값, Mv는 평균 움직임정도, Cr은 평균 대비값, Ch는 평균 색차 값이다.

4. 실험방법 및 결과

화질평가의 실험을 위해 잘 알려진 Foreman, Football, Mobile 3개의 영상을 선정하였다. 각각의 영상은 각기 움직임정도나 색의 표현에 차이를 두고 있다. 선정된 3가지 원본영상에 120가지의 영상왜곡을 만들어 총 363개의 영상을 만들고, 객관성을 높이기 위해 본 논문과 관련이 없는 일반인 20명에게 ACR방법으로 MOS를 수행하였다. 실험의 수행은 ITU-T P.910문서를 따라 진행하였다[1][2].

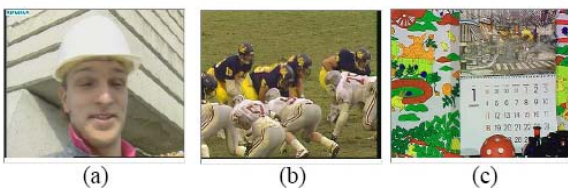


그림6. 실험영상

수행된 결과를 식(4)을 통해 계산된 각각의 $eMOS$ 값과 D_{min}, D_{max} 를 사용하지 않은 기존의 방법으로 계산된 값을 피어슨 상관도 (Pearson Correlation)를 통해 연관성을 계산하였다. 계산된 결과를 표1과 그림6,7에 나타내었다.

표1. 모델별 상관도

모델	피어슨 상관도 (Pearson Correlation)
SwissQual	0.800
Psytechnics	0.815
기존의 방법	0.795
제안된 방법	0.847

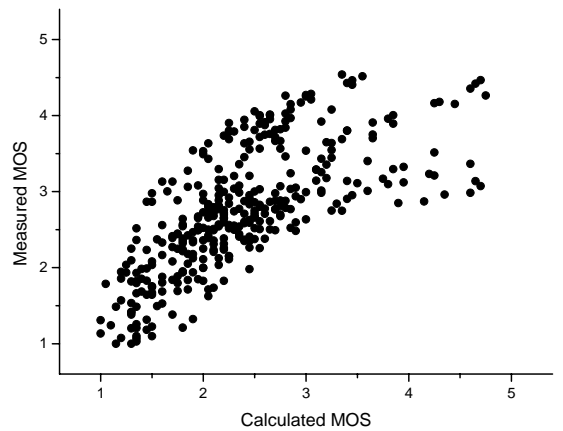


그림6. 기존의 방법

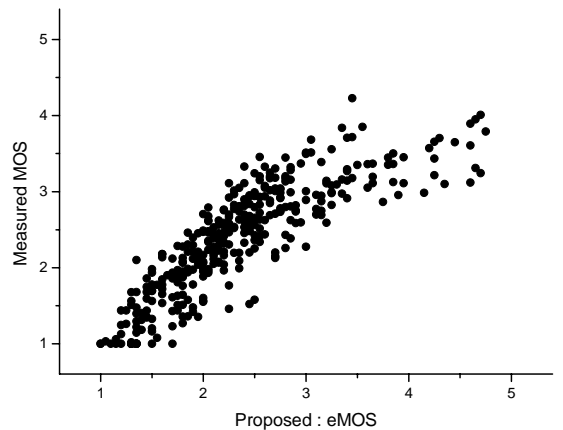


그림7. 제안된 방법

5. 결론

본 논문에서는 인지적 무기준법 화질 평가에 사용되는 새로운 변수를 제안하고 새로운 변수를 이용한 최종 평가방법을 제시하고, 실험을 통해 성능을 평가하였다. 제안한 방법은 새로운 변수를 사용하지 않았을 때 보다 좋은 결과를 나타내었으며, 표준화단체에 기고된 다른 방

법보다 좋은 결과를 보여주었다. 하지만, 전체기준법, 부분기준법의 경우 무기준법에 비해 높은 상관도를 가지고 있기 때문에 정확한 평가를 위해서 무기준법 평가기술은 앞으로 더욱 연구해야 할 것이다.

차후 연구에서는 영상정보 뿐 아니라 영상의 전송에 사용된 정보들을 포함하여 복합적 영상평가를 수행하도록 하겠다.

감사의 글

“이 논문은 2006년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(R01-2006-000-10556-0)”

참고문헌

- [1] ITU-T P.910 "Subjective Video Quality Assessment Methods For Multimedia Applications"
- [2] VQEG "Hybrid / Bitstream Group test plan" JVT-Q.069
- [3] ITU-T Recommendation J.144 "Objective perceptual video quality measurement techniques for digital cable television in the presence of a full reference,"
- [4] Tao Liu, Yao Wang "Subjective quality evaluation of decoded video in the presence of packet losses", IEEE, ICASSP, 2007
- [5] 김기영, 김현철, 이진언, 김희율 "화질 측정 실험에 기반한 영상의 주관적 화질 측정" 신호처리합동학술대회 20권 1호, 2007년
- [6] 김현오, 이선오, 심동규, 남궁재찬 "디지털 비디오에 대한 객관적 화질 측정 방법에 대한 연구"