

철도영상전송시스템의 화질평가방안에 관한 연구

A study on the Quality Assessment Method on Railway Video Transmission System

장석각

Chang, Seok Gahk

조봉권**

Cho, Bong Kwan

Abstract

A objective quality assessment for the evaluation performance of a video transmission system as a basic step for construction of digital video transmission system between the spots and headquarter. Due to a limit of an analog video transmission system and the developments of various digital media and digital video standards, the need of introduce of a digital system are increased gradually. At this points, previously performance evaluations are performed and the quality assessment is the most important thing.

We can be divided quality assessment method by the subjective quality assessment and objective quality assessment. The subjective quality assessment method has some problems which are required high cost and much time to evaluate the quality. And because existing objective quality assessment method such that PSNR are based on an analog form, the correlation with subjective data is very low.

Therefore we design a new objective quality assessment method using Gabor wavelet transform reflecting HVS(Human Visual System). Designed objective quality assessment method is superior to other objective method such that PSNR or EPNR. In this paper, we proposed objective quality assessment using Gabor wavelet can be used for performance evaluation and verification of video transmission system.

1. 서론

철도통신망 환경에서 필요한 영상을 사령실에서 전송하여 지휘통제하기 위해 효율적인 영상전송 시스템을 선정하는데 객관적으로 화질을 평가하는 방법이 요구된다. 이에 따라 동·방캐이플과 전송망 그리고 산악지형 등의 유무선 경로를 통과하는 신호의 품질관리의 필요성이 더욱 증가하게 되었다.

기존 객관적 화질평가 방법인 PSNR은 아날로그 기반의 방법이기 때문에 아날로그 영상신호의 특성과 다른 디지털 영상의 화질 열화정도를 평가하는 것은 적당하지 않다. 또한 화질평가 방법으로 가장 신뢰할 수 있는 주관적 화질평가 방법은 평가하는 과정에서 많은 실험환경 구축비용과 시간이 필요하기 때문에 어려움이 많이 따른다. 이에 디지털 영상에 대한 적절한 객관적 화질평가 기법이 요구되고 있다.

* 한국철도기술연구원, 철도통신연구그룹, 책임연구원

** 한국철도기술연구원, 철도통신연구그룹, 선임연구원

따라서 본 연구는 궤도전송 환경에서 궤도사고 수습 및 대처에 적합한 디지털 화상전송 시스템의 결정을 위한 인간시각체계(Human Visual System)를 고려한 객관적 화질평가 기법의 적용을 제안한다.

2. 화질평가 연구동향

아날로그 신호와 달리 디지털 신호는 급격히 열화 되는 특성을 가질 뿐 아니라 다양한 압축방식의 멀티미디어 서비스를 실시하게 됨에 따라 신호의 품질관리의 필요성이 더욱 증가하게 되었다. 비디오 화질 측정방법은 비디오 코덱의 성능 검증, 새로운 압축 코딩기법 개발, 전송품질평가 등에 필요한 핵심기술로서 디지털방송 전송품질평가 및 캡코더, 비디오 플레이어, 디지털 카메라 등 관련 장비의 개발과 성능평가에 활용되고 있다.

현재 일반적으로 사용되어지는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)에 의한 객관적 화질 평가 방법은 아날로그 기법의 척도이기 때문에 아날로그 영상의 왜곡특성이 다른 디지털 영상 정보의 화질 평가 방법으로는 적당하지 않다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 1997년 10월 국제 표준화 기구인 ITU-R SG11, ITU-T SG9, ITU-T SG12 이 세 그룹에 의하여 VQEG(Video Quality Experts Group)가 결성되었다. 이 그룹의 목표는 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

- (1) 주관적 화질 평가에 대한 표준 결정
- (2) 객관적 화질 평가의 성능을 평가하기 위한 주관적 데이터 제공
- (3) 주관적 평가와 상관도가 높은 객관적 화질평가 표준 결정

위와 같은 목표에 따라 여러 차례의 실험과 회의를 통하여 2000년 3월 1차 표준안이 결정되었고, 이때 결정된 주관적 화질 평가 방법으로는 DSCQS(Double-Stimulus Continuous Quality-Scale)이고, 객관적 평가와의 상관도를 계산하기 위한 방법으로는 Pearson correlation과 Spearman correlation 방법이 채택되었다. 일반적으로 주관적 데이터와 상관도를 결정하기 위하여 Pearson correlation 방법이 많이 사용되고 식 (3.1)에 의하여 계산되어 진다.

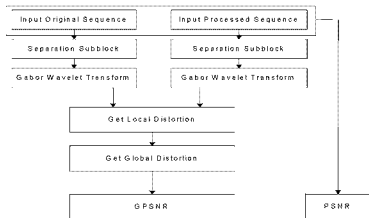
$$\rho = \frac{Cov(LMOS, OS)}{\sqrt{Var(LMOS)Var(OS)}} \quad (3.1)$$

여기서 DMOS(Difference Mean Opinion Score)는 주관적 평가에 의한 점수를 의미하고 OS는 Objective Score 의 약자로서 객관적 척도에 의해 계산되어진 점수를 의미한다. DMOS는 원영상과 복원된 영상을 비교하여 차이 나는 정도의 점수 이므로 DMOS의 값이 크다는 것은 그만큼 원영상과 비교하여 많이 왜곡됨을 알 수 있다.

2000년 이후 구축되어진 주관적 데이터에 의한 객관적 화질 평가에 대한 표준을 결정하기 위한 연구가 계속 진행 중에 있으며 우리나라에서는 연세대학교 전과 연구소에서 2001년 객관적 화질평가 기법으로서 Wavelet 변환을 이용한 알고리즘이 제안된 바 있다. VQEG에서 결정한 객관적 화질평가의 실험을 위한 여러 가지 실험환경과 실험 영상 그리고 주관적 데이터를 활용하였다.

3. 화질평가방안

인간에 의한 화질평가는 최종적으로 시각 피질내 세포의 수용계 반응으로부터 얻어진다는 점을 고려하여, 수용계와 가장 잘 부합되는 Gabor 함수를 이용하여 필터뱅크를 구성하여 화질을 평가하는 HVS(Human Visual System)의 인시특성을 고려한 객관적 화질평가 방법(GPSNR)을 제안하였다. 이 프로그램의 흐름도는 아래와 같다.



주관적 화질 평가 방법으로서 Rec. ITU-R BT. 500-10 에 의하여 제안된 DSCQS(Double - stimulus continuous quality-scale)는 그 성능 면에서 가장 높은 신뢰성을 갖기 때문에 2000년 주관적 화질 평가 표준안으로 채택 되었고, 객관적 화질평가 방법의 성능을 평가하기 위한 기준으로서 주관적 데이터를 얻기 위한 실험 방법으로 사용되어 왔다.

일반적으로 DSCQS 방법은 그림 3.1과 같이 평가자에게 원 영상과 왜곡 영상을 일정한 간격으로 두 번씩 보여주고 두 번째 마지막 영상이 보일 때 그림 3.2와 같이 "EXCELLENT", "GOOD", "FAIR", "POOR", "BAD "의 5단계 화질 평가 용지에 화질 정도를 체크하게 된다.

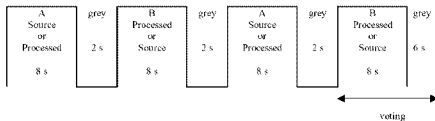


그림 3.1 DSCQS Method 실험 방법



그림 3.2 화질 평가 척도

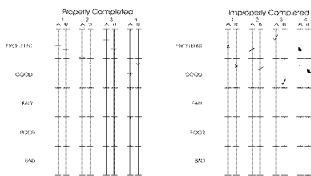


그림 3.3 주관적 점수 평가 예

여기서 그림 3.2에 보이는 화질 평가 척도는 10cm의 A와 B에 대한 동일한 크기를 갖고 동일한 5단계의 구간으로 이루어져 있다. 이렇게 평가단에 의하여 표시되어진 척도를 통하여 밑에서부터 마크되어져 있는 곳까지의 거리를 구하여 A와 B의 주관적 점수를 매기게 되고, 매겨진 점수의 차이 값으로 DMOS(Difference mean opinion score)를 계산하게 된다.

4. 화질성능시험

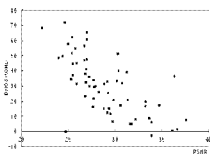
가 시험개요

제안된 객관적 화질 평가 기법의 성능을 평가하기 위한 실험은 VQEG(Video Quality Experts Group)에서 제공하는 화질 평가용 시퀀스(525/60 10개, 625/50 9개)를 사용하였고, 왜곡 영상을 얻기 위한 부호화 방법은 HRCs 실험조건을 따랐다. 또한 Gabor 필터 뱅크를 구성하기 위하여 크기S=4, 방향K=6로 설정하였고, 입력 영상의 부블록의 크기(F_s)는 48로 설정하였다.

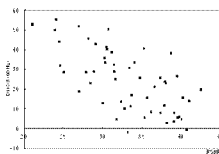
제안된 기법(GPSNR)의 성능을 비교하기 위하여 기존 PSNR 과 2003년 표준안으로 채택되어진 외곽선 영역의 차(差)영상을 이용한 화질평가 기법(EPSNR)이 사용되었고 최종적인 평가는 주관적 점수(DMOS : Difference Mean Opinion Score)와의 상관도를 기준으로 하였다.

나. 시험결과

그림 5.1은 PSNR과 DMOS의 상관도를 나타내는데, 상관계수는 625/50의 의 경우 0.675107이고, 525/60 의 경우 0.66278로서 주관적 평가와의 상관도가 낮은 이미 예상할 수 있는 것이었다. 그림 5.2는 EPSNR과 DMOS와의 상관도를 나타내는 것으로서 상관계수는 각각 -0.683964, -0.662757이다. 525/60의 경우 PSNR보다 더 낮은 상관도가 나타나는데 EPSNR의 경우 외곽선 영역에서만 의 열화정도를 측정하기 때문에 전반적인 왜곡 정도를 표시하기에는 적당하지 않음을 시사한다. 또한 그림 5.3은 제안한 객관적 화질 평가 방법에 의하여 계산된 GPSNR과 DMOS와의 상관도를 나타낸다. 상관 계수는 각각 -0.81254, -0.702852 로써 기존의 두 방법보다 우수한 성능을 보여줄을 볼 수 있다. 특히625/50에서 기존 방법보다 탁월한 성능을 보여주었다.

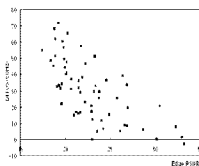


(a) $\rho = -0.675107$

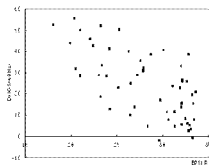


(b) $\rho = -0.66278$

그림 5.1 PSNR과 DMOS 의 상관도

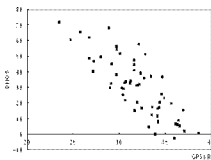


(a) $\rho = -0.38364$

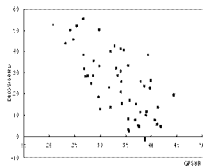


(b) $\rho = -0.662757$

그림 5.2 EPSNR과 DMOS 의 상관도



(a) $\rho = -0.81254$



(b) $\rho = -0.70252$

그림 5.3 GPNR과 DMOS 의 상관도

5. 결론

월드현장과 사령실 간의 디지털 화상전송 시스템의 성능을 평가하기 위한 화질평가 기법에 관하여 연구를 수행하였다. 기존 아날로그 기반 화상전송 시스템의 한계와 다양한 디지털 미디어의 발달로 인하여 디지털 화상전송 시스템의 도입의 필요성이 증대되고, 화상전송 시스템을 구축하기 위한 사전 성능평가가 이루어져야 할 때 무엇보다도 중요한 것은 화상 전송 시스템에 의하여 압축되어져서 보내오는 영상류의 화질을 객관적으로 공정하게 측정되어야 할 것이다.

이러한 방법으로 주관적 평가는 인간에 의하여 이루어진다는 점에서 그 신뢰도는 가장 높지만 평가를 하기 위한 준비단계에서 많은 비용과 시간이 소요된다는 점에서 어려움이 많이 있다. 또한 객관적 화질평가방법으로 기존의 PSNR은 아날로그 기반의 방식이기 때문에 아날로그 방식과 그 열화특성이 다른 디지털 영상에서의 PSNR값은 인간이 느끼는 열화정도와 상관도가 낮을 수밖에 없다. 따라서 인간의 시각 인지 특성을 반영한 Gabor 웨이블릿을 이용한 객관적 화질 평가 기법을 고안하였다.

제한된 프로그램의 성능 실험은 VQEG에서 제공하는 주관적 데이터에 근거하여 수행한 결과 그 성능은 기존 PSNR이나 2003년 표준안으로 채택되었던 Edge 기반 화질평가방법 보다 주관적 점수와의 상관도가 훨씬 높은 것을 알 수 있었다. 따라서 제안한 Gabor wavelet을 이용한 객관적 화질평가 방법은 화상 전송 시스템의 구축을 위한 성능 평가와 검증 기준으로써 이용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 장석각, 조봉관, "사교현장과 사령실간 화상전송기술 연구개발" 연구보고서, 한국철도기술연구원, 2004. 7.
2. Yoonsik Choe외4, "A Study on the Quality Assessment method on Video Transmission System", Report of Yonsei University, 2004. 4.
3. Recommendation ITU-R BT. 500-10, "Methodology for The Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures.", 2000.
4. Video Quality Experts Group, "Subjective Test Plan", Version 3, 1999
5. Ohjae Kwon and Chulhee Lee "Objective Method for Assessment of Video Quality Using Wavelets" Paper of Yonsei University, 2001.