최호연
(주)포스티엄코리아 대리

EXPERT
KNOW-HOW

디지털 영상의 화질평가 ❸

계측기를 이용한 객관적 화질 평가에 대한 이해

+ 최호연 (주)포스티엄코리아 대리

❶ 디지털 영상의 특징
❷ 주관적 화질평가
❸ 객관적 화질평가

객관적 화질 평가 방법은 수식을 통해 화질 왜곡 정도를 계산하는 방법으로서 화질 척도가 계산되어 나오기 때문에 즉각적으로 확인할 수가 있다. 화질 평가에 사용되는 정보의 양에 따라 전 기준법(Full Reference: 원본 영상과 처리 영상을 비교), 감소 기준법(Reduced Reference: 원본 영상과 처리 영상은 존재하지 않으나 각각의 영상의 특징을 추출하여 비교), 무 기준법(No Reference: 원본 영상 없이 처리 영상만을 가지고 화질 평가)으로 분류할 수 있으며 당연하게도, 원본 정보가 많을수록 좀 더 화질 손실에 대해서 정확하게 판단 할 수 있기 때문에 무 기준법 보다는 감소 기준법이, 감소 기준법 보다는 전 기준법이 더 좋은 성능을 보인다. 이번 연재에서는 화질 분석기(Picture Quality Analyzer)를 이용하여 기준이 되는 원본 영상과 측정용 열화 동영상을 비교, 측정하는 방법으로 주로 정밀한 측정을 요하는 코덱의 성능 평가나 방송 장비의 성능을 평가하는데 사용되는 전 기준법을 중점적으로 다루고자 한다.

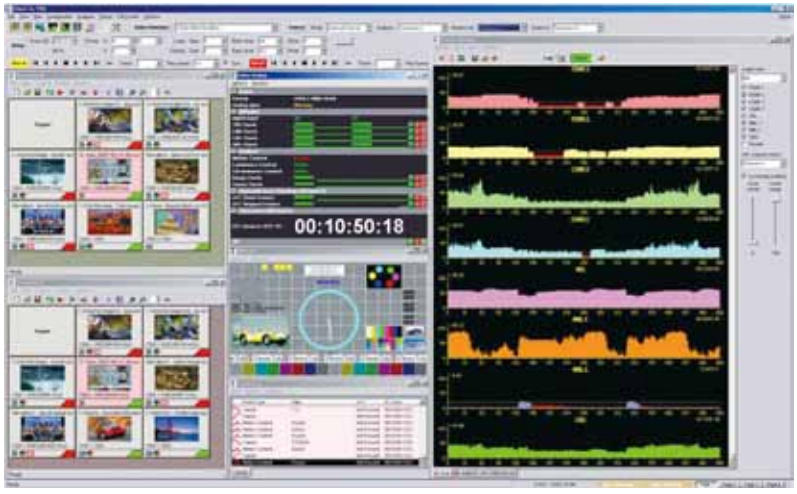


그림 1. OMNITEK의 PQA 메인화면

최근의 멀티미디어 디지털 방송 환경에서는 선택된 전송로의 효율성을 최대화시키기 위해 다양한 이미지 압축 기술이 사용되고 있다. 이때 필수 과정 중의 하나인 방송용 이미지에 대한 화질 평가는 이용할 수 있는 채널대역폭을 최대로 사용할 수 있게 해준다. 통합된 퀄리티 평가 시스템은 주관적인 화질을 확고히 하는 능력과 함께 입력된 영상 신호의 총체적인 기술적 특성을 측정할 수 있어야 함에 따라 필자는 이에 가장 부합한 OMNITEK의 PQA(Picture Quality Analyzer)를 이용하여 객관적 화질 평가를 기술하였다.

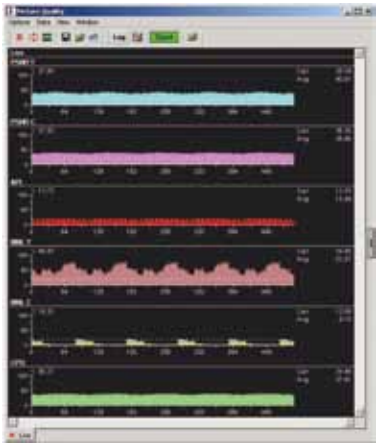


그림 2. 화질 측정 시 두 개의 저장된 결과물들을 비교한 이미지 차이 그래프

객관적 화질 평가를 위해 사용한 OMNITEK의 PQA의 기능

유연한 신호 처리 아키텍처

2개의 라이브 HD/SD 비디오 입력의 실시간 비교
저장된 비디오 시퀀스와 1개의 라이브 비디오 입력 비교
2개의 저장된 비디오 시퀀스 비교
자동 입력 신호의 타이밍 지연 보정
모든 표준 해상도 및 HDTV 포맷 지원
SNMP 프로토콜을 통한 완벽한 원격 제어

화질측정

luma 및 chroma 상에서 실시간으로 PSNR 계산
엣지-보정된(edge-compensated) 이미지의 다양한 분석
매크로블록(macroblock) 인위 검출
평균 이미지 레벨 계산
사용자가 설정할 수 있는 종합적인 퀄리티 평가

일반적인 신호 무결성(signal integrity) 테스트

SDI 전송 에러 (EDH, CRC, TRS, ANC)
YCbCr 및 RGB 개멋(gamut) 범위 체크
이미지 프리즈(freeze), 블랙(black), 모노크롬(monochrome) 검출
VITC 및 ATC 타임코드 읽기 및 체크

종합적인 결과 분석

모든 측정 데이터의 그래픽 프리젠테이션
각각의 테스트들의 결과 비교
사용자가 선택할 수 있는 에러 전송 시점
SNMP 네트워크 알람 설정 가능
모든 데이터를 XML 포맷의 시간이 찍힌 데이터 파일에 저장

PSNR Graphs

PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio) 도표는 luma(PSNR-Y) 및 chroma(PSNR-C)에서 실시간으로 산출된 최고 신호 비율 대 잡음 비율 측량을 보여 준다. PSNR 결과를 산출하기 위하여 사용된 알고리즘은 산업용 표준 알고리즘이며 PSNR 수치가 100에 가까울수록 기준 신호와 동일하다는 것을 의미한다.

일반적으로 동영상 압축 분야에서 기술 비교의 핵심은 같은 용량일 때 원본 영상으로부터 손실을 얼마나 줄이느냐(또는 같은 화질에서 얼마나 용량을 줄이느냐)이기 때문에, 여러 종류의 신호에 대해서 동일 선상에 놓고 평가할 수 있는 압축 용량 대비 PSNR을 평가 척도로써 사용한다.

CSNR Graphs

CSNR(Compensated Signal-to-Noise Ratio) 도표는 에지 강조와 luma 보상 기술에 대한 주관적이고 시각적인 측량을 제공한다. CSNR 알고리즘은 에지 강조의 매개변수에 바탕을 두고 있으며 CSNR 수치가 100에 가까울수록 기준 신호와 동일하다는 것을 의미한다. PSNR이 최고 신호 비율 대 잡음 비율 측량을 보여주는 것이라면 CSNR은 보정된 신호 비율 대 잡음 비율 측량을 보여 준다.

APL Graph

APL 도표는 원본영상과 테스트 영상의 평균 luma 값을 보여준다. 이 값은 전체적인 영상의 luma 화소와 분할되는 필드 사이즈 및 크기에 의하여 간단하게 산출된다.

최호연
(주)포스티엄코리아 대리

MNL Graphs

MNL-Y와 MNL-C 도표는 Macroblock 인위 검출을 한다. 이것은 원본 영상을 요구하지 않는 single-ended 측량이며 검출산법의 알고리즘은 기본적인 MNL-Y와 MNL-C를 의미한다. 측량은 그림 내용에 의지하고 있고 약간 주관적이라고 말할 수 있으며 PQA의 Macroblock 알고리즘은 계산의 정확도를 강화하는 alternative edge와 luma 보상 형태를 제공 한다.

CPQ Graph

CPQ(Combined Picture Quality) 도표는 PSNR, CSNR, MNL 도표의 평균으로 나타난다.

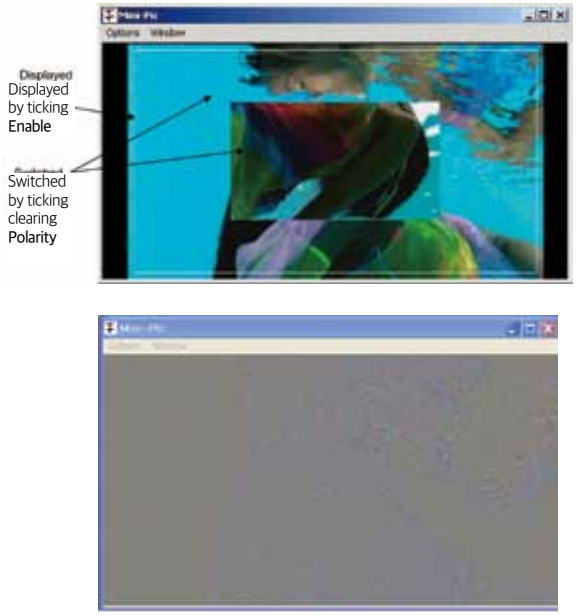
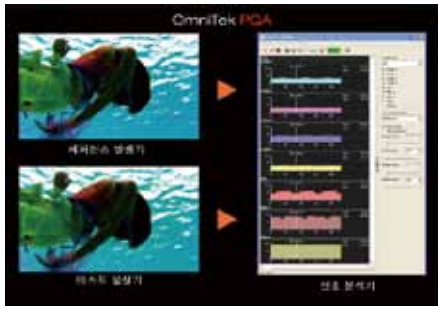


그림 3. 실시간 이미지 차이 디스플레이



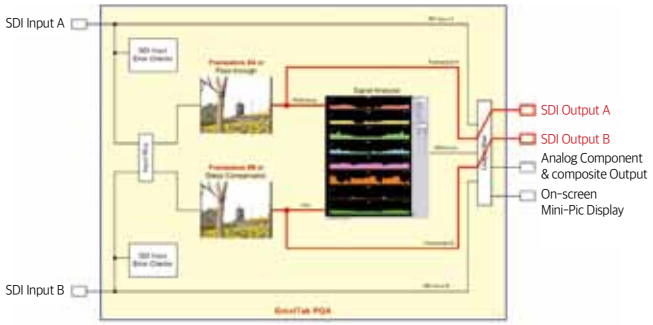
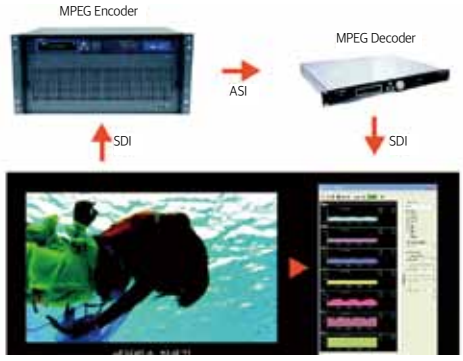


그림 4. 내부 테스트 모드

내/외부 테스트 모드 이 모드에서 PQA 내부 신호 발생기 중 하나는 레퍼런스 비디오 시퀀스를 소스로 사용한다. 이 신호는 애널라이저 모듈과 외부 장비에 연결된 하나의 SDI 아웃풋으로 보내지며 외부 프로세싱 후에, 신호는 본래의 레퍼런스 발생기와 비교할 PQA로 돌아온다. 외부 장비로 인해 발생된 수평, 수직, 시간 지연은 PQA 내부에서 자동으로 보정된다. 방송 엔지니어들은 다양한 레퍼런스 소스 자료들을 이용할 때, 이 모드로 PQA를 사용하여 특정 압축 비트율과 관련된 화질 등급의 양적 측정을 얻을 수 있다.

계측기를 이용한 객관적 화질 측정 방법

내부 테스트 모드 이 모드에서 PQA는 완전히 스탠드-어론으로 사용되며, 두 개의 내부 full-모션 신호 발생기의 아웃풋을 비교한다. 한 발생기는 레퍼런스 비디오 시퀀스를 재생하고, 다른 하나는 테스트 시퀀스를 재생하는데(데이터 네트워크를 걸쳐 로드될 수도 있고, 라이브 SDI 입력으로부터 캡처될 수도 있다) 이 모드는 새로운 코덱 알고리즘을 개발하는 R&D 엔지니어에게 매우 유용하며, 일부는 실시간이 아닌 렌더링된 이미지에만 해당이 된다.



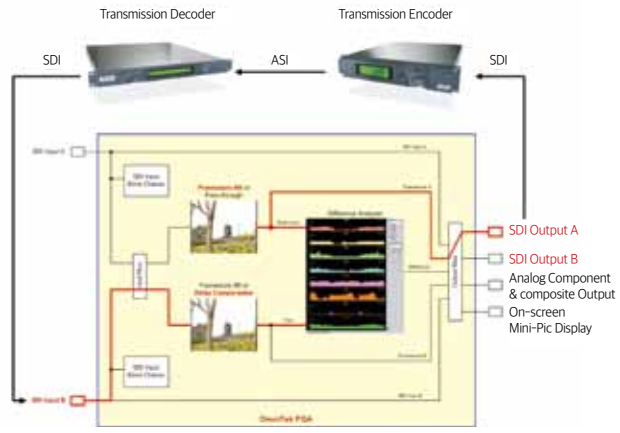


그림 5. 내/외부 테스트 모드

외부 테스트 모드 이 모드는 하나의 전체 전송로를 통해 시청자들에게 현재 서비스되고 있는 스튜디오 아웃풋 화질의 등급을 측정하기 위해 사용된다. PQA는 스튜디오 아웃풋의 레퍼런스 신호와 시청자의 셋탑박스로부터의 입력, 두 개의 라이브 외부 입력을 수용하며 두 신호 사이에 발생된 시간 지연은 PQA 내에서 수동으로 보정할 수 있다. 방송 엔지니어에 의해 사용되는 이 모드의 작동은 전송로의 보전과 PQA 내부에서의 네트워크 기반 SNMP 알람 메커니즘을 보장해 주어, 퀄리티가 최저치에 위배될 경우, 방송실 오토메이션 시스템에서 자동으로 경고를 전송하는데 사용될 수 있다.

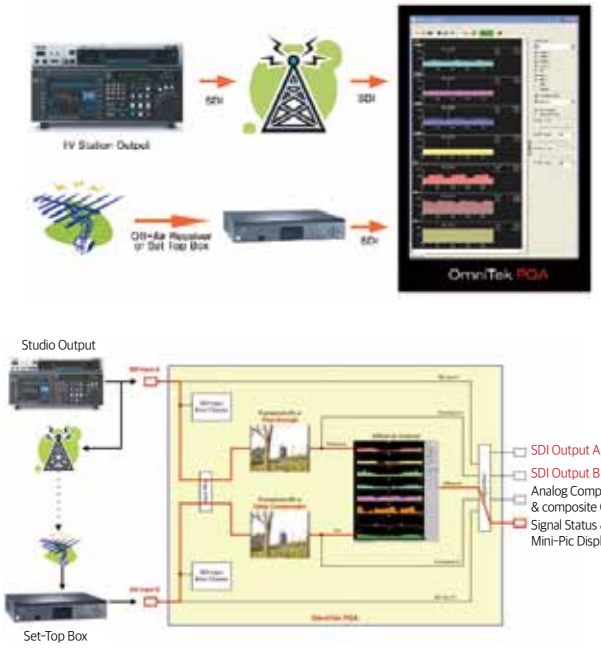


그림 6. 외부 테스트 모드

PQA를 이용한 객관적 화질 평가의 특징

PQA 시스템을 이용한 객관적 화질 평가는 화질 및 신호 보전(signal integrity) 평가를 위한 다양한 애플리케이션 영역에 사용될 수 있다

- R&D 엔지니어들은 프로세싱 알고리즘을 최적화하기 위해 각기 다른 이미지 압축 코덱의 수행 능력을 측정할 수 있고 전송 엔지니어들은 프로세스를 통해 퀄리티 등급을 측정할 수 있다.
- 방송사는 스토리지, 플레이 등을 고려해 최고의 성능을 얻기 위해 다양한 테이프 및 파일 서버 포맷들의 퀄리티를 비교할 수 있다.
- 멀티-채널 플레이아웃 센터는 방송실 오토메이션 소프트웨어로 보내진 알람과 함께 오퍼레이터 없는 화질 모니터링을 위하여 사용할 수 있다.
- 전송 엔지니어들은 하나의 완전한 프로세스 경로를 통해 end-to-end 방식으로 퀄리티 등급을 측정할 수 있다.

그림 7. 측정값 로깅

디지털영상과 객관적 화질 평가의 전망

앞서 이야기 한 것처럼 최근의 고화질 디지털 방송 환경에서는 채널대역폭을 최대로 사용할 수 있게 해주는 압축 기술에 대한 평가의 중요성이 점점 대두되고 있다. 사람이 느끼는 화질은 주관적이기 때문에 정량화하는 것이 매우 어려운 만큼 통합된 퀄리티 평가 시스템의 중요성을 인지하고 주관적인 화질을 확고히 하는 능력과 함께 입력된 영상 신호의 총체적인 기술적 특성을 측정하는 연구와 더불어 시스템 구축에 힘써야 하겠다.