

지상파 UHD 화질평가에 따른 게이트웨이 설정 재구성에 관한 연구

이재권

한국방송

breeze@kbs.co.kr

A Study on the gateway reconfiguration based on UHD video quality assessment

Jaekwon Lee

Korean Broadcasting System

요약

2017년 시작한 지상파 UHDTV 방송은 수도권과 광역시권을 넘어 시군권까지 방송서비스 구역을 확대 중이다. 기술적으로 UHDTV 방송시스템은 다양한 송수신 동작 모드를 지원하기 때문에 방송사업자는 UHDTV 방송 인프라 구축 현황을 고려하여 최적의 게이트웨이 설정 파라미터를 선택하여 방송서비스를 제공하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 지상파 UHDTV 방송 환경에서 인지 화질 평가를 통해 합리적인 UHD 콘텐츠 압축률 선정 방안에 대해 살펴보고, 이를 기반으로 최적의 게이트웨이 설정 파라미터를 도출하여 UHDTV 방송망 특성 변화를 분석하고자 한다.

I. 서론

2017년 지상파 UHDTV 방송서비스가 수도권에서 본방송을 시작한 이래로 방송사업자는 광역시권 및 시군권까지 단계적으로 UHDTV 방송망을 확대 중이며, 정부는 2027년까지 HDTV 방송서비스를 종료하고 UHDTV 방송서비스로 완전히 전환하는 로드맵을 수립하여 추진하고 있다. 지상파 UHDTV 방송시스템 표준인 ATSC (Advanced Television Systems Committee) 3.0은 향상된 성능과 UHD 해상도의 고품질 방송서비스를 제공하기 위해 고효율 비디오 압축기술, 유연한 물리계층 전송기술 등 많은 최신의 요소 기술을 포함하고 있으며, 이러한 요소 기술들의 조합을 통해 6 MHz 채널 대역폭 내에서 기존의 ATSC 1.0 보다 넓은 송수신 동작 모드를 제공한다. 따라서 방송사업자 입장에서 효율적인 UHDTV 방송서비스를 제공하기 위해서는 인지 화질 평가를 통해 합리적인 UHD 콘텐츠 압축률을 결정하고, 이를 기반으로 UHD 방송 인프라 구축 현황 및 제한 환경 등을 고려하여 적절한 게이트웨이 설정 파라미터를 결정하는 것이 중요하다.

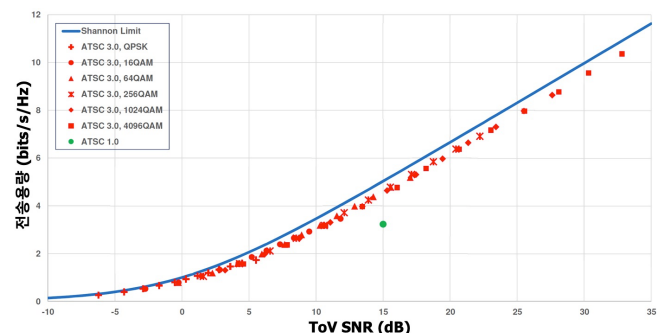
일반적으로 UHD 콘텐츠 압축률에 대한 선정은 ITU 표준 권고안에 따른 주관적 화질평가 방법을 적용한다[1]. 주관적 화질이란 인간이 시각적으로 느끼는 QoE (Quality of Experience) 관점에서의 화질을 의미한다. 주관적 화질은 MOS (Mean Opinion Score) 또는 Differential MOS 등의 지표로 나타내며, 사용자의 화질 만족도를 정확하게 측정할 수 있는 장점이 있다. 하지만 실험 대상, 기준 등에 따라 평가의 신뢰도가 달라질 수 있어, 철저히 통제된 환경에서 수행되어야 하며, 실험에 드는 시간, 비용, 인력 등의 소모가 증가하는 단점이 있다. 따라서 이러한 주관적 화질평가 방법을 모델링하고 알고리즘으로 구현하는 객관적 화질평가 방법들이 연구 중이며, 이를 통해 인지 화질 평가의 효율성을 개선할 수 있다.

본 논문에서는 최신의 객관적 화질평가 방법인 VMAF (Video Multimethod Assessment Fusion)를 이용하여 UHD 콘텐츠 압축률에 따른 인지 화질을 평가한다[2]. 이를 기반으로 기존 UHDTV 방송망 수신 성능을 개선할 수 있는 최적의 게이트웨이 설정 파라미터를 도출하여, 모의실험을 통해 UHDTV 방송망 특성 변화를 살펴보고자 한다.

II. 본론

그림1은 지상파 UHDTV 방송시스템에서 전송용량과 ToV (Threshold of visibility) SNR (Signal to Noise Ratio) 관계를 나타낸다. 이때 붉은 점은 방송사업자가 선택할 수 있는 송수신 동작 모드를 의미한다. 그림 1에 나타난 것처럼 전송용량과 ToV SNR 사이에는 상호 반비례 관계가 형성된다. 즉, 전송용량이 증가할수록 UHD 콘텐츠 압축률을 낮게 설정하여 인지 화질을 높일 수 있지만, ToV SNR 증가로 인해 UHDTV 방송망 수신 성능은 감소하게 된다. 반면 전송용량이 감소할수록 UHD 콘텐츠 압축률을 높게 설정하여 인지 화질은 나빠지지만, ToV SNR 감소로 인해 UHDTV 방송망 수신 성능은 향상된다. 따라서 방송사업자는 제공하고자 하는 UHD 콘텐츠 전송률을 도출하고, 이를 통해 최적화 송수신 동작 모드를 결정하여 UHDTV 방송망을 설계하는 것이 중요하다. 또한 UHDTV 방송 인프라 환경은 방송사업자 시설 투자에 따라 변화될 수 있기 때문에, 송수신 동작 모드를 고정적으로 사용하기보다는 단계적인 UHD 정책 및 투자 계획을 고려하여 적절한 시점에 최적화한 형태로 재구성하여 사용하는 것이 중요하다.

합리적인 UHD 콘텐츠 압축률을 선정하기 위해서는 인지 화질을 평가할 수 있는 지표가 필요하다. 본 논문에서는 넷플릭스에서 정의한 원본 영상과 압축 영상의 정보량을 비교하여 품질 차이를 측정하는 VMAF 지표를 활용하였다.



[그림 1] 지상파 UHDTV 방송시스템에서 전송용량과 ToV SNR 관계

VMAF에서는 VIF (Visual Information Fidelity), DLM (Detail Loss Metric), Motion 측면에서 영상 품질을 측정하고 SVM (Support Vector Machine) 기반 머신러닝을 사용하여 가중치 합을 통해 인간의 주관적 평가에 근접하는 인지 화질 점수를 산출한다. VMAF 점수는 개별 프레임당 100점 만점으로 나타내며, 일반적으로 평균 80 ~ 90 점인 경우 시청하기에 불편하지 않은 수준의 영상 화질을 제공하며, 평균 90 ~ 100 점인 경우 원본 영상과 차이를 느끼지 못한다고 볼 수 있다 [3].

그림 2은 실험에 사용된 4개의 UHD 원본 영상을 나타내며, UHD 콘텐츠 압축률 설정을 가변하면서 VMAF 점수를 측정한 결과를 표 1에 정리하였다. 이 때 최저와 최고 영상 화질은 VMAF 점수 85 ~ 90 점 사이를 기준으로 정의하였다. 실험결과 4개의 UHD 원본 영상의 UHD 콘텐츠 압축률을 9 Mbps로 선정하면, 평균적으로 MOS 4 단계 이상 수준의 영상 품질을 제공할 수 있음을 확인하였다.

그림 3, 4는 UHDTV 관악산 송신소 재원을 바탕으로 표 2에 나타난 것처럼 게이트웨이 설정 파라미터를 재구성하였을 경우, UHDTV 방송망 특성 변화를 예측한 모의실험 결과를 나타낸다. 그림 3, 4에 나타난 것처럼 합리적인 UHD 콘텐츠 압축률 도출과 이를 통한 게이트웨이 설정 재구성만으로도 추가적인 인프라 투자나 무선국 변경 없이 기존 UHDTV 방송망 수신 성능을 향상할 수 있음을 확인하였다. 또한 지상파 UHDTV 송신소 출력 기준이 DMB 송신소 출력 기준 대비 3dB 이상 증가한 것과 프레임 길이가 짧아진 것을 고려한다면, 제안된 ToV SNR 환경에서는 모바일 UHDTV 방송서비스도 가능할 것으로 판단된다.

[표 1] UHD 콘텐츠 압축률에 따른 VMAF 점수

구분	VMAF 점수 (UHD 콘텐츠 압축률 [Mbps])	
	최저 화질 (85점 이상)	최고 화질 (90점 이상)
실험영상 1	86.6 (6 Mbps)	90.0 (10.5 Mbps)
실험영상 2	85.8 (8 Mbps)	90.5 (14 Mbps)
실험영상 3	86.8 (8 Mbps)	90.3 (12 Mbps)
실험영상 4	85.3 (5 Mbps)	90.6 (8 Mbps)
평균	86.1 (6.8 Mbps)	90.4 (11.1 Mbps)

실험영상1



실험영상2



실험영상3



실험영상4



[그림 2] UHD 원본 영상

III. 결론

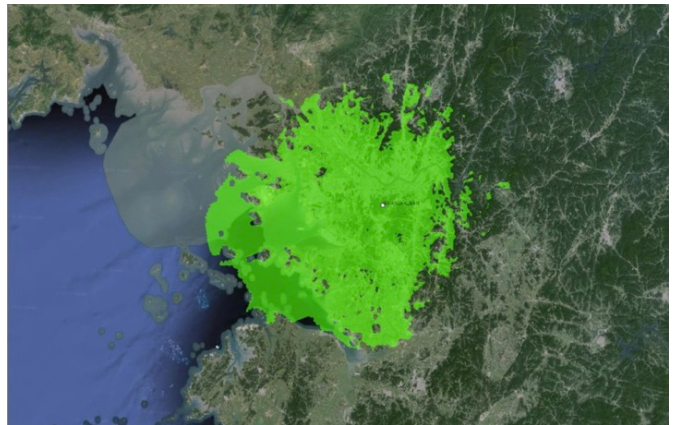
본 논문에서는 지상파 UHDTV 방송 환경에서 적용할 수 있는 게이트웨이 설정 파라미터를 도출하고, 이를 적용하였을 때 UHDTV 방송망 특성 변화를 분석하였다. 효율적인 지상파 UHDTV 방송서비스를 제공하기 위해서는 최적의 게이트웨이 설정 파라미터를 도출하여야 하며, 이를 위해서는 무엇보다 합리적인 UHD 콘텐츠 압축률을 선정하는 것이 중요하다. 모의실험 결과, 게이트웨이 설정 재구성만으로도 UHDTV 방송망 수신 성능을 향상할 수 있음을 확인할 수 있었다. 다만, 화질 평가에 활용된 데이터셋이 한정적이기 때문에 결과의 신뢰성 확보를 위한 추가적인 실험영상 확보 및 분석이 필요할 것으로 판단된다. 향후 본 연구에 의해 얻어진 결과물은 지상파 방송사업자의 UHD 정책 자료로 활용될 것으로 기대된다.

참고 문헌

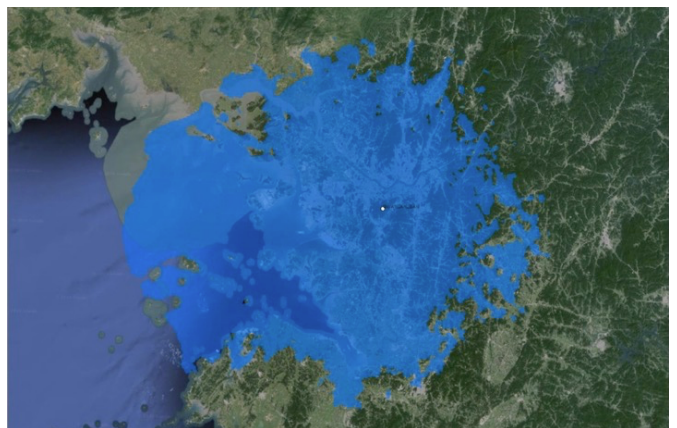
- [1] ITU-R BT.500 "Methodologies for the subjective assessment of the quality of television images"
- [2] Reza Rassool, 'VMAF reproducibility: Validating a perceptual practical video quality metric', IEEE BMSB, Jun. 2017.
- [3] Bampis Christos "Measuring Video Quality with VMAF: Why You Should Care", AOMedia Research Symposium, Oct. 2019.

[표 2] 주요 KBS2 UHDTV 게이트웨이 설정 파라미터

구분	KBS2 UHDTV 게이트웨이 설정 파라미터	
	기존	제안
프레임 길이	228 ms	102 ms
UHD 콘텐츠 전송률	15.5 Mbps	9 Mbps
ToV SNR	15.5 dB	7.9 dB



[그림 3] 기존 게이트웨이 설정 기반 KBS2 UHDTV 방송망 예측결과



[그림 4] 제안 게이트웨이 설정 기반 KBS2 UHDTV 방송망 예측결과