

MPEG-2 기반 지상파 2HD 서비스를 위한 주사 방식별 객관적 화질 측정 및 시험방송 적용 연구

박성환*, 장해랑*, 이종수*, 권순철**, 이승현***

요약

2001년 지상파 디지털방송 시작 이후, 디지털방송의 장점 중 하나인 다채널방송 서비스 도입에 대한 논의가 계속되던 중, 2013년 10월 정부기관, 방송사, 가전사가 참여하는 지상파 다채널 실험방송 추진반이 구성되어 2014년 1월부터 4월 사이에 지상파 다채널 실험방송이 실시되었다. 이 실험방송 결과를 바탕으로 EBS에서는 2015년 2월 11일 국내 최초로 2HD MMS 시험방송을 시작하였다. 본 연구는 압축 기술의 발전으로 기존 6MHz 대역에 2개의 HD 채널을 MPEG-2 코덱기반으로 운영하기 위하여 실시하였다. 1080i 와 720p 주사방식에 따른 변화 및 효율적 데이터 사용을 위한 가변 비트율(Variable Bit Rate) 적용 실험을 통하여 화질 최적화 연구를 실시하고 2HD MMS 시험방송에 적용하였다.

키워드 : MMS, 지상파 다채널방송, 가변 비트율, MPEG-2 코덱, 화질평가

A Study on Measurement of Objective Image Quality by Scanning Type for MPEG-2-based Terrestrial 2HD Service and Application on Experimental Broadcasting

Sung-hwan Park*, Hae-rang Chang*, Jong-su Lee*, Soon-chul Kwon**, Seung-hyun Lee***

Abstract

Since starting of terrestrial digital broadcasting in 2001, there has been discussion on introduction of multiple broadcasting services, one of advantages of digital broadcasting. In the mean time, task force on terrestrial multiple channel experimental broadcasting was formed with government organizations, broadcasting companies and household appliance companies in Oct. 2013, and terrestrial multiple channel experimental broadcasting was started between Jan. to April, 2014. Based on this experimental result, EBS started 2HD MMS experimental broadcasting first in Korea on Feb. 11, 2015. This study was carried out in consideration of operation of 2 HD channels in existing 6MHz bandwidth based on MPEG-2 codec with development of compression technology. A study on image quality optimization was carried out and applied to 2HD MMS experimental broadcasting through application experiment of variable bit rate and change according to 1080i and 720p scanning type.

Keywords : MMS, Terrestrial Multicasting, VBR, MPEG-2 CODEC, Picture Quality Test

1. 서론

※ Corresponding Author : Seung-hyun Lee

Received : February 26, 2015

Revised : April 08, 2015

Accepted : April 25, 2015

* Kwangwoon University Ph.D. course

** Kwangwoon University Professor

*** Kwangwoon University Professor

Tel: +82-2-912-6683, Fax: +82-2-910-8932

email: shlee@kw.ac.kr

디지털방송의 주요 장점으로는 고품질, 고음질 서비스 뿐 만 아니라 압축 기술을 활용한 다채널방송, 오디오방송, 양방향 데이터방송과 SDDS (Software Download Data Service) 등 부가방송 서비스가 가능하다. 미국, 유럽, 일본 등 외국에서는 디지털 방송 도입 초기부터 다채널 방송을 실시하고 있다.[1] 국내에서는 2006년 6월 월드컵 기간 중에 지상파방송 4개사가 동시에

MMS(Multi Mode Service)라는 이름으로 시험 방송을 실시하였다.[2] 이후 2013년 10월 정부 기관, 방송사, 가전사가 참여하는 지상파 다채널 실험방송 추진반이 구성되었으며 2014년 1월부터 4월까지 지상파 방송사별로 압축 코덱을 선택하는 기술방식 및 고정 비트율(CBR, Constant Bit Rate) 혹은 가변 비트율(VBR, Variable Bit Rate)에 대한 채널운용에 대한 희망 사항을 반영하여 수도권에서 실험방송이 실시되었다. 기술 방식별 실험방송으로 가전사는 ON-AIR신호를 활용하여 수신기의 동작 안정도에 대한 검증을 실시하였다. EBS에서는 부 채널에 편성 할 내용이 초중고 학습내용 및 영어교육 프로그램과 다문화·통일교육 프로그램이라는 영상 특성과 기 보급된 DTV에서 시청가능성을 고려하여 MPEG-2 압축방식을 사용하게 되었다. DTV 6MHz 대역의 19.4Mbps 데이터를 효율적으로 사용하여 방송 서비스 품질을 극대화하기 위하여 1920x1080i 방식과 1280x720p 방식을 비교하기로 하고, EBS 대표 프로그램인 보니하니 영상을 사용하여 각 비트율 별로 인코딩하여 객관적 화질 분석을 실시하였다. 또한 이 기본 데이터를 바탕으로 추가적으로 MMS 실제 방송 서비스용 최신 인코더를 사용하여 10-1 및 10-2번 채널의 동시 운영을 고려한 가변 비트율(VBR, Variable Bit Rate) 방식으로 객관적 화질 분석 연구를 실시하고 시험방송에 적용하였다.

2. 지상파 다채널방송 서비스 방식

다채널방송 서비스 구현 방법에는 압축률 선택에 따라서 MPEG-2 방식과 MPEG-4 H.264 방식이 있다. 2009년 6월 아날로그 방송을 종료한 미국은 ATSC 표준에 근거하여 MPEG-2 압축방식을 사용하여 다양한 방식의 조합으로 멀티캐스팅 서비스를 실시하고 있다.[1] 국내에서는 2006년 6월 월드컵 기간 중 실시한 MMS 시험방송 당시 EBS는 ATSC DTV 6MHz 대역에서 19.39Mbps에 1HD+3SD+Audio 채널로 시험 방송을 실시한 바 있다.[3] 이후 2014년 1월부터 4월까지 지상파 다채널 실험방송이 실시되었으며 2015년 2월 11일 EBS는 MPEG-2 방식으로 2개의 HD 채널로 시험방송을 개시하였다.

디지털 압축 기술의 발전으로 MPEG-2 보다 압축 효율이 약 2배에 이르는 MPEG-4 Part10 H.264 기술을 활용하는 차원에서 KBS에서는 MPEG-2 1HD 채널+MPEG-4 3SD와 오디오 채널을 보내는 것을 Korea-View라는 브랜드 명으로 제안하였다.[2] 영국에서는 2009년 12월부터 MPEG-4 압축 기술을 사용하여 HD 방송을 실시하고 있다. 미국에서도 2009년 10월 MPEG-4 압축 방식을 포함하는 ATSC A/153 규격의 모바일TV 표준을 채택한 바 있다.[4] 또한 지상파 3DTV 실험방송에는 좌안 영상은 MPEG-2 압축 12Mbps로 우안 영상은 MPEG-4 압축 방식의 5.5Mbps로 듀얼 스트림 방식의 서비스를 실시한 바 있다.[5]

(그림 1) EBS MMS 개념



(Figure 1) Concept of EBS MMS

3. 화질 평가 방법

영상의 화질 평가 방법으로는 크게 주관적 화질 평가 방법과 객관적 화질 평가 방법으로 구분한다. 시청자가 영상을 보며 직접 느끼는 것이 중요하다는 입장에서 의미를 찾을 수 있는 주관적 화질 평가와 기계적 특성에 따라서 변화하는 영상 신호의 밝기 성분과 색채성분으로 구분하여 수치화 하는 객관적 화질 평가라는 각 평가 방법은 장단점이 존재한다. 주관적 화질 평가 방법으로는 ITU-R BT.500에서 표준화 하고 있는 방법으로 가장 많이 사용하는 EBU의 DSIS(Double Stimulus Impairment Scale)는 평가자가 원본과 비교본을 연이어 시청 후 평가하는 방법, DSCQS(Double Stimulus Continuous Quality Scale)는 원본과 비교본을 스위칭 하면서 평가하는 방법 등 6가지 방법이 있다.[6] [7] 본 논문에서는 (그림 2), (그림 5)와 같이 OmniTek 사의 PQA 장비를 사용하여 객관적

화질 평가 방법으로 측정하였다. PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) 수치를 주 실험 데이터로 하고 PQA 장비에서 지원하는 CSNR (Compensated Signal to Noise Ratio)값을 동시에 측정하여 참고 수치로 제시한다.

3.1 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)

이 방법은 화질측정분야에서 사용하는 표준화된 객관적 화질 측정지표이다. 기준영상(원본영상)과 비교영상(압축된 영상)을 픽셀 단위로 비교하여 오차를 산출하며 오차값의 평균(MSE, Mean Square Error)을 산출하여 dB 값으로 표현한다.[6][8] 수식으로 나타내면 아래와 같다.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^M [I(x,y) - R(x,y)]^2$$

where: M = Image height in lines
 N = Image width in pixels
 R(x,y) = Value of a pixel in the reference image at address x, y
 I(x,y) = Value of a pixel in the input image at address x, y (1)

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (2)$$

웨이블릿, JPEG, MPEG 압축방식을 적용한 영상의 전형적인 PSNR 범위는 20~50dB 이다.

3.2 CSNR(Compensated Signal to Noise Ratio)

PSNR 측정치와 주관적 화질평가 결과는 다소 차이가 발생하게 된다. 이러한 차이를 줄이고자 OmniTek사는 인간의 시지각 특성을 반영하여 피사체의 경계부분과 중간밝기 부분의 측정을 강화한 화질평가 알고리즘인 CSNR을 제안하였다. 본 연구에서는 주관적 평가를 실시하지 아니하여 CSNR 측정값을 참고용으로 제시한다. OmniTek사의 매뉴얼에 따르면 방송서비스 화질 기준은 PSNR 30dB, CSNR 40dB로 잡을 것을 권고한다.[9]

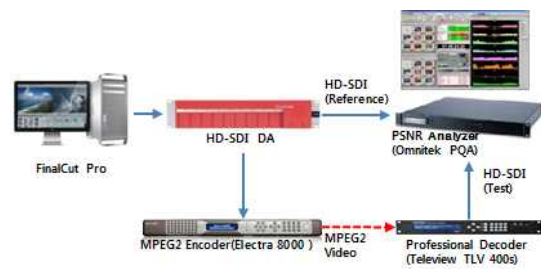
4. 객관적 화질 측정

4.1 1080i, 720p 화질 측정 시스템

디지털방송의 화질은 압축효율 및 압축 데이터양과 밀접한 관계가 있다. 이론적인 영상 데이터양은 비일주사 방식의 1080i 영상의 초당 데이

터 량은 가로 x 세로 x 30 프레임으로 1920x1080x1/2x59.94=62,145,792bps 이다. 순차주사 방식인 720p 영상의 경우 데이터량은 가로x세로x60프레임으로 1280x720x59.94=55,240,704으로 1080i 데이터양에 대비하여 89%에 해당한다. 이론적으로는 720p 방식을 채택하는 것이 효율적이다. 다만 영상 압축의 기본이 영상의 움직임 변화량에 대한 손실 압축 기법을 사용하므로 이론적인 데이터양과 화면을 통해서 느끼는 주관적 화질이 동일한 것은 아니다. 본 연구에서는 1080i 와 720p 주사방식에 대하여 각각 비트율을 변화해 가면서 객관적 화질을 dB 단위로 측정하여 의미있는 변화량에 대한 데이터를 확보하였다. 화질 평가용 영상 콘텐츠는 EBS 인기 프로그램인 생방송 토토크 보니하니 프로그램을 사용하였다. 카메라 출력의 HD-SDI 신호인 1.5Gbps 신호를 사용하면 더 우수한 효과를 얻을 수 있지만 생방송의 특성 상 반복적인 화질 측정이 어려우므로 EBS 아카이브 규격인 XDCAM HD Long GOP 50Mbps 규격[10]으로 압축 저장 한 후 A사의 3년 전 모델의 HD Encoder 장비를 사용하여 비트율을 1Mbps 간격으로 변화하면서 측정하였다. (그림 2)처럼 반복 재생을 위한 FinalCut Pro NLE를 사용하여 저장된 영상을 재생하여 인코더 영상 입력 및 OmniTek PQA 측정기의 기준 신호로 인가하고, 인코더 및 MUX를 통과한 신호를 디코딩 장치를 거쳐서 OmniTek PQA 측정기에 인가하는 방식을 사용하였다.[9]

(그림 2) PSNR 측정 시스템



(Figure 2) PSNR Measuring System

<표 1>은 방송용 HD 인코더의 1Mbps 단위 비트율 당 PSNR을 측정하고 델타 변화량을 통

해서 측정 화질 특성이 선형적으로 변화하는 지를 알아보기 위한 자료이다. 델타 변화량이 0에 근접 할수록 인코더 성능이 선형적이므로 낮은 비트율 까지도 선형적인 변화를 보이는 장비가 성능이 좀 더 우수하다고 할 수 있다.

안정적인 화질을 유지하기 위해서는 <표 1>, (그림 3)을 통해서 1080i 측정의 경우 급격한 변화량을 보이기 시작하는 지점은 6Mbps 이하의 비트율 이라는 것을 알 수 있다.

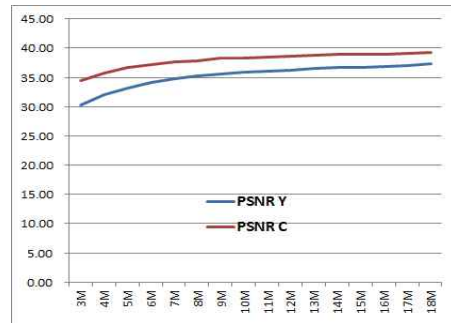
<표 1> 1080i 측정치

	MP EG-2	4M	5M	6M	7M	8M	9M	10M
Boni Hani (1080i)	PSN R-Y	32.02	33.24	34.15	34.74	35.19	35.58	35.84
	PSN R-C	35.76	36.63	37.23	37.59	37.89	38.25	38.37
Delta Value	PSN R-Y	1.76	1.22	0.91	0.59	0.45	0.39	0.26
	PSN R-C	1.26	0.87	0.60	0.33	0.30	0.36	0.12
Delta Variation	PSN R-Y	0.54	0.31	0.32	0.14	0.06	0.13	0.04
	PSN R-C	0.39	0.27	0.24	0.06	0.06	0.24	0.04

<Table 1> 1080i Measured value

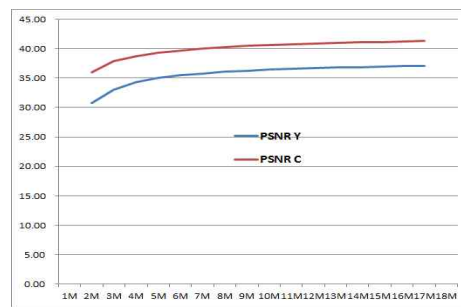
다음은 부 채널을 720p 방식으로 사용하는 것에 대비하여 동일한 방법으로 방송용 HD 인코더를 1Mbps 단위 비트율로 PSNR을 측정하고 델타 변화량을 <표 2>에 정리하였다. 측정상의 차이는 기준 영상이 1080i 방식으로 되어 있으므로 포맷 컨버터를 통하여 720p 방식으로 변경한 영상을 인가하고 측정하여야 한다. 그리고 인코더의 성능 뿐 아니라 디코더의 성능 및 포맷 컨버터의 성능이 측정 화질에 영향을 준다는 점을 고려하여야 한다. <표 2> 및 (그림 4)의 결과를 통해서 분석해 보면 PSNR Y 값 기준으로 5Mbps에서 델타 값이 0.71이었으나 4Mbps에서는 1.28로 급격히 높아져서 델타 변화량이 0.25에서 0.57로 2배 이상 늘어나는 것으로 나타났다.

(그림 3) 1080i 델타 값 변화 그래프



(Figure 3) Change graph of Delta value 1080i

(그림 4) 720p 델타 값 변화 그래프



(Figure 4) Change graph of Delta value 720p

<표 2> 720p 측정치

	MP EG-2	3M	4M	5M	6M	7M	8M	9M
Boni Hani (720p)	PSN R-Y	33.03	34.31	35.02	34.48	35.80	36.08	36.28
	PSN R-C	37.85	38.79	39.32	39.71	40.05	40.28	40.47
Delta Value	PSN R-Y	2.26	1.28	0.71	0.46	0.32	0.28	0.20
	PSN R-C	1.90	0.94	0.53	0.39	0.34	0.23	0.19
Delta Variation	PSN R-Y	0.98	0.57	0.25	0.14	0.04	0.08	0.06
	PSN R-C	0.96	0.41	0.14	0.05	0.11	0.04	0.06

<Table 2> 720p Measured value

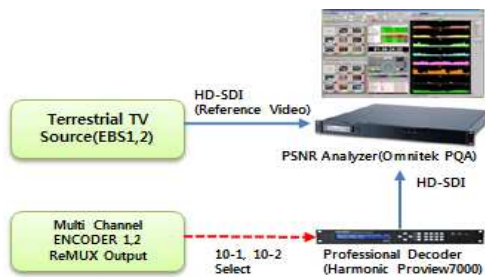
720p 측정의 경우 급격한 변화량을 보이기 시작하는 지점은 4Mbps 이하의 비트율 임을 알 수 있다. 다음은 인코더의 고정 비트율 대비 가변 비트율(VBR, Variable Bit Rate) 효과를 점검하기 위하여 부 채널의 720p 영상을 생방송 보니하니 압축 영상으로 동일하게 고정하고 주 채널

널의 1080i 영상을 실제 방송 적용과 유사 하도록 다양한 프로그램을 적용하여 VBR 측정을 하였다. 주 채널에는 교육화제의 인물, 다큐프라임, 한국영화특선, TV 평생 대학, 보니하니 등 6개의 서로 다른 프로그램을 각각 인가하고 1080i 영상을 변경하면서 720p 영상을 VBR로 적용하였을 때 평균값은 35.99dB로 나왔다. 따라서 PSNR로는 0.19dB(35.99 - 35.80) 개선 효과가 있으며 이는 CBR 720p 7Mbps 측정값과 비울적으로 계산하면 0.68Mbps로 약 10% 개선 효과가 있다고 판단된다. 이러한 측정은 상대영상이 어떤 영상이냐에 따라 VBR 효과는 달라질 수밖에 없으므로 참고값으로 활용해야 한다.

4.2 가변 비트율 적용 2HD 화질 측정

19.4Mbps 데이터율 안에서 2개의 HD 방송을 최고의 화질로 서비스하기 위해서 고정 비트율 방법 보다는 2개 채널 영상의 움직임 상관 관계를 인코더가 자동 조정하는 가변 비트율의 장점을 활용하고자 객관적 화질 평가를 실시하였다. 4.1절에 기술된 측정 결과를 참고하여 2HD 실제 방송에 대비하여 주 채널에는 일반교양 프로그램인 부모를, 부 채널에는 학습 프로그램 중 칠관 강의를 포함한 중학 영어 프로그램을 가변율을 적용하여 실험하였다. 여기에 사용한 인코더는 A사의 2CH HD 동시 처리가능 인코더이다. MMS 방송 대비 측정 시스템은 (그림 5)와 같으며 실제 방송 환경인 주조정실에서 실시하였다.

(그림 5) 2HD 화질 측정 시스템



(Figure 5) Measuring System of 2HD

(그림3, 4)의 델타 변화량 결과에서 주 채널은 1080i 6Mbps 이하, 부 채널은 720p 4Mbps 이하의 세팅을 피하여야 한다는 점을 참고하되 부

채널 영상이 학습 프로그램으로 움직임이 매우 적다는 점을 고려하여 2단계 실험에서는 가변 비트율의 변화폭을 최대화 하여 CH 1은 6~15.6Mbps, CH 2는 2~11.6Mbps로 실험하면서 (그림 7)과 같이 분석기를 통하여 실시간으로 비트율 변화를 모니터링 하였다. 이 측정은 수신기 버퍼링의 가장 나쁜 조건을 고려하여 가변 비트율의 변화폭을 최대로 하였다. 측정 정확도를 위해서 10분, 20분 30분간의 평균을 측정해 본 결과 PSNR 수치는 의미있는 변화를 보이지 않는 것으로 나타나 측정 시간은 20분간 평균 데이터를 제시한다.

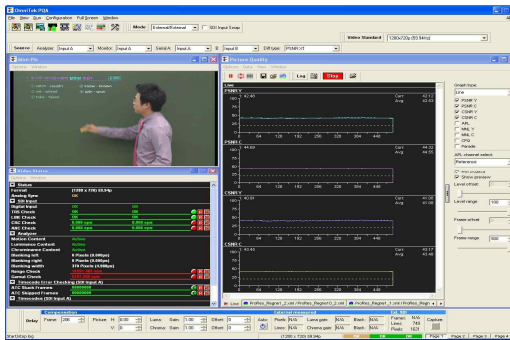
<표 3> 2HD VBR 측정치

MMS CH	PSNR Y	PSNR C	CSNR Y	CSNR C
CH1_6~15.6Mbps Measured Value (dB) Parents	38.27	40.81	37.65	39.11
CH2_2~11.6Mbps Measured Value(dB) Middle school English	42.72	43.68	41.83	42.41

<Table 3> 2HD VBR Measured value

실제 인코더의 동작은 설정한 비트율 폭을 최대로 사용하여 화질을 최적화하는 것으로 나타났다. 변화폭을 넓게 적용한 또 다른 이유는 실제 MMS 방송 시 2007년 이전에 생산된 수신기의 경우 비트율이 급격히 변화 할 때 버퍼링이 생길 수 있고, 화질 상의 문제가 발생 할 수 있다는 지상파 다채널방송이 시청환경에 미치는 영향 연구 보고서 상의 가전사 의견을 고려하여 실험에 적용 하였다.[11] 본 연구에 사용한 수신기 종류는 제한적이어서 문제가 발생하는 경우는 관찰되지 않았다. 동일 소스인 부모 영상을 가지고 동일 인코더를 사용하여 17.8Mbps 1개 채널 고정 비트율 사용의 경우 측정한 PSNR Y 값은 40.62dB 이다. <표 3>과 같이 가변 비트율 적용 시 전체 영상 비트율을 17.6Mbps로하여 측정한 PSNR Y 값은 CH 1은 38.27dB, CH 2는 42.72dB로 매우 우수한 측정결과가 나왔다.

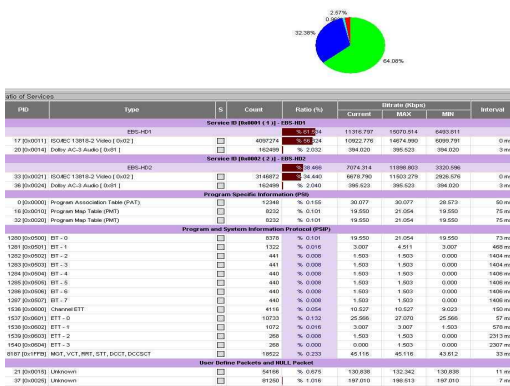
(그림 6) 2HD 화질 측정 화면



(Figure 6) Picture of 2HD Measurement

(그림 7)은 분석기를 통해서 MPEG-2 Video 의 Stream Type 0x02, PMT 0x10, PMT 0x20 으로 2개를 확인하고 Video PID 0x11, 0x21을 통해서 가변 비트율 변화량을 확인 할 수 있다.

(그림 7) 2HD 스트림 분석 화면



(Figure 7) Picture of 2HD Stream Analysis

5. 결론

지상파 다채널 실험방송 추진반 운영 후 보고된 한국방송통신전파진흥원의 “지상파 다채널방송이 시청환경에 미치는 영향 연구 보고서”에 따르면 객관적 화질 평가인 PSNR 측정 결과는 <표 4>와 같다.[12] 이 결과는 본 연구의 실험 결과값 보다 우수한 것으로 화질 측정에 영향을 미치는 요소인 실험용 원본 영상의 화질, 압축 영상의 사용 여부, 인코더 성능 및 다양한 필터 설정, 디코더 성능, 프레임 컨버터의 성능, 측

정기에 입력하는 기준 영상과 측정용 영상의 동기화 문제 등의 영향으로 볼 수 있다. 본 연구의 주사 방식별 비교를 위해서 사용한 기준 영상은 카메라 출력 HD-SDI 신호인 1.5Gbps 신호 규격이 아닌 XDCAM HD Long GOP 50Mbps 규격으로 사전 압축된 파일을 사용한 경우이므로 <표 1~3>의 데이터는 화질 평가 수치로 활용할 수 없고 상대적인 비교 데이터로만 보아야 한다. <표 4>와 같이 방송 환경에서 가변 비트율을 적용한 2HD 화질 측정의 경우는 우수한 특성을 보였다.

<표 4> PSNR 측정 결과

Type	PSNR-Y [dB]	Compression	Remarks
Type-A Encoder	40.5	MPEG-2	Normal HD Encoder [17.5Mbps]
Type-B Encoder	42.74	MPEG-2	MMS Encoder [12Mbps]

<Table 4> PSNR Measured result

ATSC 6MHz 대역의 19.4Mbps 데이터량을 효율적으로 사용하기 위하여 비월주사 방식의 1080i 영상의 데이터양 보다 순차주사 방식인 720p의 경우 데이터양이 이론적으로 89%에 해당하여 11% 여유가 있으며 실제 인코더에서도 부채널을 720p 보나하니 동일 영상으로 고정하고 주채널에 6가지 대표 프로그램 영상을 교대로 인가하여 각각 객관적 화질을 측정하고 평균값을 구한 결과 약 10% 개선 효과가 있는 것으로 나타났다. 인코더 동작 특성은 2HD 방송에 가변 비트율 적용 시 비트율 변화폭은 영상의 특성에 따라서 움직이되 설정 영역의 범위를 최대한 활용하여 화질을 최적화 하는 것으로 나타났다. 하지만 비트율 설정별 델타 변화량 계산에서 얻은 결과처럼 1080i의 경우 6Mbps 이하, 720p의 경우 4Mbps이하 설정은 일반 영상의 경우 피하는 것이 좋다. 물론 움직임이 적은 강의 프로그램의 경우 3Mbps에서도 화면상 깨짐 현상은 발견되지 않았다. 실제 시험방송 적용에는 이러한 실험 결과를 반영하고, 2007년 이전에 생산된 수신기의 경우 가변 비트율이 급격히 변화할 때 버퍼링이 생길 수 있고 화질 상의 문제가

발생 할 수 있다는 가전사의 의견을 고려하였다. 또한 다양한 장르의 영상 특성에 최적화 된 데이터율을 설정해야 한다는 측면에서 시험방송에서는 ATSC 표준을 준수하면서 총 영상 데이터율을 18Mbps로 하고 주 채널에 1080i 10~13Mbps, 부 채널에는 720p 5~8Mbps로 가변 비트율을 설정하여 한국 최초 MMS 상용방송의 화질 최적화 및 안정적 서비스에 반영하였다.

References

[1] J.-W Park, S.-K Park, C.-H Lee, G.-H Kim, G.-M Park, "Comparison of multi-channel terrestrial broadcasting service method," *kosbe*, Vol.2011, No.7, pp. 50-52, 2011.

[2] C.-H Lee, S.-K Park, "Comparison of Multi-channel Terrestrial Broadcasting Service Method", *JKCA Journal*, Vol.2, No.6, pp.78-91, 2012.

[3] S.-H Park, "Technical Research Reports," EBS, Vol. 7, pp.57-74, Dec. 2006.

[4] ATSC, "ATSC Mobile DTV Standard: A/153 Part 1, pp.12-17, 2013.

[5] S.-H Park, "Seamless 2D-3D Switching Transmission System for Dual-Stream 3D TV Terrestrial Broadcasting", *The Journal of the KICS*, Vol.38, No.11, pp.1010-1018, 2013.

[6] C.-H Lee, "Objective Image Quality Measurement Base Technology of Multimedia Video", *TTA*, p.34-50, 2006

[7] ITU-R, "Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures.", *ITU-R Recommendation BT.500-13*, 2012.

[8] Omnitek, *PQA Appliaction Guide*, 2007

[9] OmniTek, "PQA User Manual", 2012

[10] S.-D Park, S.-W Han, "A Study on Tapeless HD Format Editing -Focus on video editing using PMW-EX3 and Avid Media Composer-", *Journal of Digital Contents Society*, Vol.10, No.3, pp.461-468, 2009.

[11] KCC, "A Study of the Impact of Multi-channel Broadcasting on viewing Environments", KCC, p.51~52, Dec. 2014.

[12] KCC, "A Study of the Impact of Multi-channel Broadcasting on viewing Environments", KCC, p.xii, Dec. 2014.



박 성 환

2012년 : 단국대학교 정보미디어대학원 (방송영상학 석사)
현재 : 광운대학교 대학원 (홀로그래피3D콘텐츠 박사과정 수료)

1991년~현재 : EBS 기술연구소장, 스마트서비스센터장, 연구위원
관심분야 : 디지털방송 시스템, 3DTV 시스템, 홀로그래피 등



장 혜 량

2012년 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 (문화콘텐츠학 석사)
현재 : 광운대학교 대학원 (홀로그래피3D콘텐츠 박사과정 수료)

1982년~2014년: KBS 다큐멘터리 프로듀서, 환경스페셜 팀장, 편성팀장, 심의위원
2014년~현재: 세명대학교 저널리즘스쿨대학원 교수
관심분야 : 홀로그래피, 3D제작, HDTV 등



이 중 수

2012년 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 (문화콘텐츠학 석사)
현재 : 광운대학교 대학원 (홀로그래피3D콘텐츠 박사과정 수료)

1993년~ 현재 : KBS 기술관리국 장비관리부, 경영개선추진단 ERP구축, 경영혁신팀, 뉴미디어센터 선임팀원, 뉴미디어 홍보팀장
관심분야 : 뉴미디어, 홀로그래피, SNS, 빅데이터 등



권 순 철

2008년 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 (공학석사-디지털콘텐츠)

2012년 : 광운대학교 대학원 (공학박사-정보디스플레이)

2013년~현재 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 교수

관심분야 : Stereoscopic, Holography



이 승 현

1989년 : 광운대학교 대학원 (공학석사-전자공학과)

1993년 : 광운대학교 대학원 (공학박사-전자공학과)

1993년~현재 : 광운대학교 교수

1994년~현재 : ISU(International Stereoscopic Union)
한국대표

관심분야 : 패턴인식, 광정보처리, 3D 디스플레이,
디지털홀로그래피