

## 지상파 MMS 가변 비트율 모드 방송에서 TV 채널 전환 시 발생하는 영상 표출 시간 지연의 개선

박성환\*, 장해랑\*, 전형준\*, 권순철\*\*, 이승현\*\*\*

### 요약

2015년 2월 11일 국내 최초 2HD MMS 시험방송이 EBS에서 시작되었다. MPEG-2 코덱기반의 영상 압축 방식을 사용하고 있으며, 화질 최적화를 위해서 1080i 와 720p 주사방식에 따른 변화 및 효율적 데이터 사용을 위한 가변 비트율(Variable Bit Rate) 연구결과를 반영하였다. MMS 방송에서 화질 최적화를 위하여 2개의 HD 채널에 가변 비트율을 적용하여 인코딩하는 경우 가변 GOP(Group Of Picture) 동작으로 수신 TV에서 채널 전환 시 영상 표출에 걸리는 시간이 길어지는 현상이 발생한다. 본 연구에서는 ON-AIR TS 분석 및 실험을 통해서 인코딩 단계에서 GOP 설정에 따른 I 프레임 디코딩 시간 관계를 검증하였다. 검증 데이터를 활용하여 Encoder GOP 파라미터를 조정하는 방법으로 1080i 와 720p 주사방식에 따라서 다르게 나타나는 영상 표시 시간 지연문제를 개선하였다.

키워드 : MMS(Multi Mode Service), 지상파 다채널방송, 가변 비트율, MPEG-2 코덱, GOP 계층

## Improvement to Video Display Time Delay when TV Channel switching in Variable Bit Rate Mode of Terrestrial MMS

Sung-hwan Park\*, Hae-rang Chang\*, Hyoung-joon Jeon\*, Soon-chul Kwon\*\*, Seung-hyun Lee\*\*\*

### Abstract

EBS started 2HD MMS experimental broadcasting for the first time in Korea on Feb. 11, 2015. It uses the picture compression technique based on MPEG-2 CODEC, and applies the result of the experiment about variable bit rates and changes according to the scanning types, 1080i and 720p. But when changing channels, the delay in displaying picture occurs because of the operation of the variable GOP on MMS broadcasting, which optimizes image quality by application variable bit rates. In this study, verified the relationship between the decoding time of I frames and the GOP set in the encoding step by experimenting and analyzing ON-AIR TS. By using the verification data and adjusts the Encoder GOP parameters, improved the different video display time delays according to the scanning mode 1080i and 720p.

Keywords : MMS(Multi Mode Service), Terrestrial Multicasting, VBR, MPEG-2 CODEC, GOP Layer

※ Corresponding Author : Seung-hyun Lee

Received : August 31, 2015

Revised : September 25, 2015

Accepted : October 31, 2015

\* Dept. of Holography 3D Contents, Kwangwoon University

\*\* Graduate School of Information Contents, Kwangwoon University

\*\*\* Graduate School of Information Contents, Kwangwoon University

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

email: shlee@kw.ac.kr

## 1. 서론

디지털방송의 최대 장점 중 하나인 지상파 다 채널 방송은 미국과 영국은 1998년, 일본은 2002년 디지털 방송 도입 초기부터 다채널 서비스를 실시하고 있다.[1] 국내에서는 2006년 6월 월드컵 기간 중에 EBS, KBS, MBC, SBS 지상파방송 4개사가 동시에 MMS(Multi Mode Service)라는 이름으로 시험방송을 실시하였다.[2] 이 후 2013년 10월 정부기관, 방송사, 가전사가 참여하

는 지상파 다채널 실험방송 추진반이 구성되었으며 2014년 1월부터 4월까지 수도권에서 각 방송사에서 제안하는 MPEG-2 방식과 MPEG-4 Part 10 방식으로 실험방송이 실시되었다.[3] EBS에서는 이 실험방송에서 부 채널에 편성 할 내용이 초중고 학습내용 및 영어교육 프로그램과 다문화·통일교육 프로그램이라는 영상 특성과 기 보급된 DTV에서 시청가능성을 고려하여 MPEG-2 압축방식을 선택하였다. 그리고 DTV 6MHz 대역에 19.4Mbps 데이터량을 효율적 사용을 위하여 주 채널에는 1920x1080i 방식을, 부 채널에는 1280x720p 방식을 사용하고 있다. 또한 인코딩 효율 극대화를 위하여 고정 비트율(CBR, Constant Bit Rate) 과 가변 비트율(VBR, Variable Bit Rate)에 대한 객관적 화질 실험을 통하여 채널운용 방식을 결정 하였다. 이러한 과정을 종합적으로 반영하여 EBS는 2015년 2월11일 한국 최초로 MPEG-2 압축방식에 가변 비트율을 사용하여 2HD MMS 시험방송을 시작 하였다.

(그림 1) EBS MMS 개념



(Figure 1) Concept of EBS MMS

MMS 서비스용 최신 인코더를 사용하여, 대표 프로그램인 보니하니 영상을 각 비트율 별로 인코딩하는 실험을 통하여 객관적 화질 분석을 실시한 후 10-1번 주 채널 및 10-2번 부 채널의 동시 운영에 가변 비트율(VBR, Variable Bit Rate) 방식을 적용하여 현재 시험방송을 실시하고 있다.[4] 가변 비트율 적용의 경우 발생하는 문제점으로 수신 가정에서 TV 채널 전환 시 HD 단일채널을 방송하는 타사 보다 TV 채널 전환 후 영상이 표출되기까지 소요되는 시간이 길어진다는 문제점이 발생한다. 이 문제는 가전사에서 연구하여온 비디오와 오디오 PID 값을 통하여 MPEG-2 시스템 디코더에서 채널 호핑 시간을 감소하는 방법과는 별개의 문제이다. 수신기에서 비디오 PID를 빨리 찾더라도 실제 영상이 디스플레이 되기 위해서는 인코딩 단계의

영상 부호화에서 GOP(Group Of Picture) 구조의 영향을 받는다. 본 연구는 인코더의 GOP 구조단위 실험을 통하여 가정에서 MMS 채널 수신 시 일반 HD 채널 수신의 경우와 유사하게 영상 디코딩 및 디스플레이에 소요되는 시간을 최적화하는 방안을 도출하고자 연구하였다.

2장에서는 MMS 방송에 적용한 압축 방식인 MPEG-2 구조와 인코딩 동작방식 및 최고의 화질 유지를 위하여 선택한 가변 비트율 모드에 대하여 정리하였다. 3장에서는 HD 영상의 프레임 구성과 영상 데이터의 계층 구조 및 인코더의 부호화 단위인 GOP 길이 및 프로세싱 순서와 데이터량의 관계를 제시하였다. 4장에서는 1HD 채널을 방송하는 경우와 2HD MMS 방송의 경우 및 1080i, 720p 주사 방식에 따른 수신기 채널 전환 시 소요되는 영상 표출 시간을 실험을 통하여 검증 하였다.

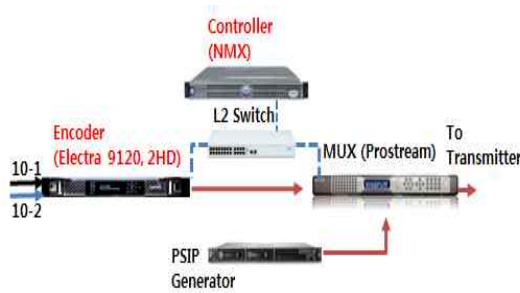
## 2. MPEG-2 구조와 비트율 방식

MPEG-2 방식의 동영상 인코더 동작 방식을 살펴보면 입력단에 HD-SDI 영상이 입력되면 Frame/Field 메모리 부에 저장된 후 움직임 추정/보상 영상과의 차이 영상에 대하여 DCT(Discrete Cosine Transform) 변환을 행한다. 다음은 이 결과를 양자화한 후 가변장 부호화(VLC, Variable Length Coding)를 거쳐 버퍼를 통해서 부호화 출력을 내보내는 기본 경로를 가지고 있다. 움직임 예측을 위해 원 영상을 재사용하기 위해서는 양자화 출력을 역 양자화 하고, 역 DCT 변환을 한 결과를 움직임 보상 추정 결과와 합하여 움직임 보상을 메모리에 저장한다.[5] 화면 내 부호화는 화면 간 부호화에 비하여 DCT 계수값이 훨씬 커서 VLC 테이블을 사용하여 화면 내 부호화 시 데이터량을 줄이게 된다. 하지만 VLC에서 발생하는 데이터량은 매프레임마다 변하므로 출력 버퍼가 오버플로우 되지 않도록 양자화 파라미터를 제어하게 된다.[5] 또한 이 중단 버퍼에서 움직임 예측부로 GOP 제어 데이터를 보내게 된다.[6]

2HD MMS 방송 시스템은 (그림 2)와 같다. 생방송 및 녹화 방송용 제작 신호인 1920x1080i 규격의 1.5Gbps HD-SDI Baseband 신호가 EBS

1TV 방송 송출용 마스터 스위치 출력에서 Encoder 입력단의 10-1 표시부분으로 입력되고, EBS 2TV 방송용의 경우 기 제작된 1920x1080i 신호의 마스터 스위치 출력에 1280x720p 규격으로 주사선 포맷을 컨버팅 해주는 Frame Synchronizer 장비를 거친 신호원을 인코더의 10-2 입력부에 연결한다. (그림 2)의 인코더는 2개의 HD 채널을 동시에 처리 할 수 있는 인코더이다.

(그림 2) 2HD 방송 Headend 시스템



(Figure 2) 2HD MMS Headend System

디지털 영상 압축을 위한 MPEG-2 인코딩의 기본 동작은 영상 신호에 존재하는 중복성을 제거하는 압축하는 방식을 사용한다. 인간의 시각 특성을 고려한 색신호간의 중복성 제거, 화면 내 인접하는 화소간의 공간적 중복성 제거, 인접한 화면 간의 움직임 추정하여 보상하는 시간적 중복성 제거, DCT와 양자화 과정을 거치면 나오는 계수값들의 통계적 발생 특성을 이용하는 통계적 중복성 제거 등이 그것이다. 이러한 동작은 기본적으로 인코더 설계 시 반영되는 부분이다. 운영상에서 각 방송사는 영상화면 구성을 고려하여 일정하게 품질을 유지 할 수 있도록 고정하는 고정 비트율(CBR, Constant Bit Rate) 모드와 영상의 움직임 추정 특성을 반영하여 데이터율을 최적화하는 가변 비트율(VBR, Variable Bit Rate) 방법을 선택 사용 할 수 있다. MMS 에서는 19.4Mbps 데이터율 안에서 2개의 HD 방송을 최고의 화질로 서비스하기 위해서 EBS는 객관적 화질 평가를 통해서 고정 비트율 방법 보다는 2개 채널 영상의 움직임 상관관계를 인코더가 자동 조정하는 가변 비트율

의 장점을 활용하여 서비스를 실시하고 있다.

### 3. 영상 데이터의 계층 구조

영상의 구성은 연속적으로 입력되는 영상을 화면 구성 최소 단위인 프레임으로 나누는 프레임 구성과 이 프레임을 계층적으로 압축하는 영상 데이터의 계층 구조로 나누어 볼 수 있다.

#### 3.1 프레임 구성과 영상데이터 계층구조

프레임의 구성은 HD 1920x1080i 기준으로 보면 가로x세로 화소에 각 화소는 Y, Cb, Cr 의 3 가지 색 성분의 곱셈으로 이루어진다. 방송을 위해서는 이러한 프레임이 1초에 30장 형성되는 방식이다. 이러한 영상 프레임을 분석해 보면 연속되는 GOP로 구성된 시퀀스 계층, 다음은 IBBPBBPBB 등의 순서로 프레임 구조를 갖는 GOP 계층, 가로x세로 화면 영역을 여러 개의 슬라이스로 나눈 픽처 계층, 각 슬라이스를 매크로 블록으로 쪼갤 수 있는 슬라이스 계층, 휘도인 Y 성분과 색신호인 Cb Cr 성분을 8x8 블록으로 나누어 계산하는 매크로 블록계층, 화면상 각 화소에 대응하는 블록 계층으로 되어 있다.[5][7]

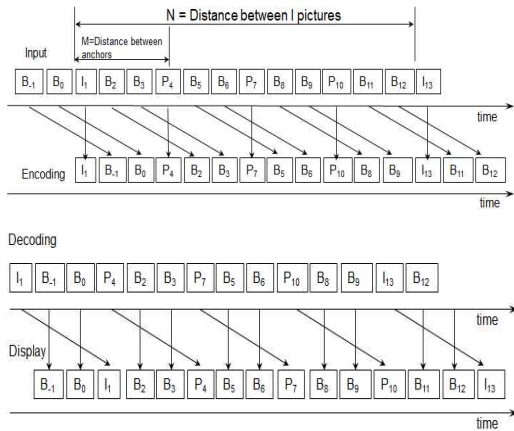
#### 3.2 GOP 계층 인코딩과 디코딩 관계

GOP 계층의 구성은 움직임 보상 방법에 따라 I, P, B 픽처가 있고 프레임 내의 화면을 의미하는 I 픽처(Intra picture)의 주기에 따라 I, P, B 를 묶어서 한 개의 GOP가 되고 인코더에서는 GOP 단위로 부호화 한다. 즉 GOP마다 1개의 I 픽처, N/M-1개의 P 픽처, N-1-B 개의 P 픽처로 구성된다. M은 I 픽처와 P 픽처 사이의 B 픽처의 개수+1을 말하고, N은 GOP 길이를 말한다. P 픽처는 예측화면(Predictive picture)을 B 픽처는 양방향 예측화면(Bidirectional picture)을 의미한다. MPEG-2 압축 이론에서 M, N 설정에 따른 GOP 사이즈와 관련하여 평균적으로 I, P, B 픽처 각각에서 차지하는 데이터 소요량은 15 : 5 : 1 비율이 되는 것으로 되어 있다.[8] 이는 고정 비트율 적용 시의 이론값이며 실제로 가변 비트율 모드 채택 시 인코더의 동작은 M, N 값이 모두 가변하면서 데이터율이 최적화되며

화질 개선과 밀접한 관계가 있다.

I 픽처의 개수는 화질에 절대적인 영향은 미치지만 MPEG-2 압축 효율 증진을 위하여 자동 조절하여 사용되는 것이다. 지상파 HD 방송에서는 통상 N=15를 사용 하지만 (그림 3)에서는 그림 구성상 N=12의 경우를 제시하였다. (그림 3) 입력 영상이 인코딩 단계에서 GOP 계층이 구성되는 순서와 송신을 거쳐서 수신기에서 디코딩되어 영상이 디스플레이 되는 순서를 자세히 보여준다.[9] 시청자가 타 방송사 채널 시청 중 채널 전환을 통해서 10-1번 채널을 선택하였을 때 디코딩 후 디스플레이에서 I 프레임이 왔는데 걸리는 시간과 관련된 것이다.

(그림 3) GOP 프로세싱 순서



(Figure 3) GOP Processing Order

#### 4. 영상표출 시간 측정

##### 4.1 방송사별 영상 표출 시간 측정

HD 1개 채널을 방송하고 있는 방송사들의 ON-AIR를 수신하여 TS(Transport Stream)를 Tektronix사의 MTS4EA 분석 소프트웨어를 사용하여 I 프레임 도착 순서를 검증하였다.[10] (그림 4)는 KBS 1TV 9-1번 채널을 분석한 화면이다. 타 방송사도 동일하게 분석한 결과, 사용하는 인코더 종류와 상관없이 KBS, MBC, SBS 모두 동일하게 Fixed GOP로 M=3, N=15를 사용하여 방송 중이다. (그림 4)에서 I 프레임의 도착 순서를 보면 확인 할 수 있다.

(그림 4) KBS 1TV TS 분석

Display	Type	Decode	Display t...	Size (bits)	Address (...
3	I	8	0,067	121520	0x077064
4	B	12	0,100	514912	0x0d8e2c
5	B	13	0,133	498720	0x0eb998
6	P	11	0,167	981536	0x0bdee8
7	B	15	0,200	461920	0x114848
8	B	16	0,234	441312	0x1230d4
9	P	14	0,267	856416	0x0fad1c
10	B	18	0,300	295648	0x1422a4
11	B	19	0,334	327968	0x14b300
12	P	17	0,367	578208	0x130850
13	B	21	0,400	307360	0x18b108
14	B	22	0,434	325088	0x17471c
15	P	20	0,467	716576	0x155324
16	B	24	0,500	330976	0x1acc1c
17	B	25	0,534	348576	0x1b5db8
18	I	23	0,567	1520160	0x17e680
19	B	27	0,601	339808	0x1d9120
20	B	28	0,634	364768	0x1e370c
21	P	26	0,667	722512	0x1c178c

(Figure 4) KBS 1TV TS Analysis

(그림 5) EBS 1TV TS 분석

Display	Type	Decode	Display t...	Size (bits)	Address (...
3	I	9	0,067	1823752	0x05d264
4	B	13	0,100	266000	0x0b5ad8
5	B	14	0,133	296848	0x0dcdba
6	P	12	0,167	515336	0x0a937
7	B	16	0,200	314960	0x0d84f1
8	B	17	0,234	319536	0x0e1ebb
9	P	15	0,267	571944	0x0c65ac
10	B	19	0,300	321488	0x0d6ca
11	B	20	0,334	315088	0x1073c4
12	P	18	0,367	581704	0x0ebac1
13	B	22	0,400	312464	0x12209f
14	B	23	0,434	300368	0x12b8f1
15	P	21	0,467	562696	0x110d9e
16	B	25	0,500	324112	0x146288
17	B	26	0,534	305296	0x1509ca
18	P	24	0,567	589672	0x134b9b
19	B	28	0,601	307952	0x18b415
20	B	29	0,634	309040	0x174a73
21	P	27	0,667	567752	0x159edc
22	B	31	0,701	300592	0x190452
23	B	32	0,734	324208	0x199e00
24	P	30	0,767	595912	0x17e159
25	B	34	0,801	306256	0x1b3e9b
26	B	35	0,834	296692	0x1bd425
27	P	33	0,868	535144	0x1a394e
28	B	37	0,901	274128	0x1d7994
29	B	38	0,934	294672	0x1e056e
30	P	36	0,968	578792	0x1c64f7
31	B	40	1,001	237232	0x1f5c01
32	B	41	1,034	294224	0x1fcd7
33	P	39	1,068	466920	0x1e7804
34	B	43	1,101	240400	0x211a42
35	B	44	1,134	245504	0x218fa4
36	P	42	1,168	442472	0x204295

(Figure 5) EBS 1TV TS Analysis

MPEG-2 기반 2HD MMS 방송을 실시하고 있는 EBS의 경우, Variable GOP를 적용하고

ON-AIR를 수신한 TS(Transport Stream)에서 동일한 MTS4EA 분석 소프트웨어를 사용하여 EBS 1TV와 2TV 채널을 각각 수차례 분석하였다. (그림 5)와 같이 EBS 1TV 10-1번 채널 분석에서는 I 프레임 도착순서가 45 프레임, 58 프레임 등으로 나타났다. EBS 1TV의 경우 Variable GOP 구조에서는 M=3, N은 최대 60에서 가변적으로 동작되고 있다.

(그림 6) EBS 2TV TS 분석

Display	Type	Decode	Display %	Size (bits)	Address (C)
107	I	177	1.768	8632	0x29498
108	P	178	1.785	47989	0x294d2
109	B	180	1.802	3417	0x29d99c
110	B	181	1.818	37188	0x29e9b6
111	B	182	1.835	22318	0x29fbdf
112	B	183	1.852	64654	0x29cd05
113	P	179	1.869	206414	0x29549d
114	B	185	1.885	101965	0x296dea
115	P	184	1.902	1352	0x296d41
116	B	187	1.919	38768	0x2a19a6
117	B	188	1.935	127449	0x2a682d
118	B	189	1.952	3517	0x2aa668
119	B	190	1.969	71785	0x2ac186
120	P	186	1.985	103639	0x29e70b
121	B	192	2.002	21398	0x2b058e
122	B	193	2.019	101249	0x2b7755
123	P	191	2.035	67540	0x2ae494
124	B	195	2.052	70711	0x2c14a4
125	B	196	2.069	48135	0x2c4851
126	P	194	2.085	9177	0x2bec0e
127	P	197	2.102	49488	0x2ca4cd
128	P	198	2.119	73060	0x2cbc17
129	B	200	2.135	191039	0x2d5504
130	B	201	2.152	52228	0x2de7db
131	B	202	2.169	50874	0x2e015c
132	I	199	2.186	31865	0x2d1168
133	P	203	2.202	372566	0x2e3820
134	B	205	2.219	23645	0x2f30a5
135	P	204	2.236	39420	0x2eeeb

(Figure 6) EBS 2TV TS Analysis

(그림 6)은 EBS 2TV 10-2번 채널 분석 결과를 보여준다. I 프레임 도착순서가 25 프레임, 12 프레임 등으로 다양하게 나타났다. EBS 2TV의 경우 강의 프로그램이 많고, 720p 모드를 적용한 경우로 분석결과 N값 뿐 만 아니라 M 값도 변화 하는 것으로 나타났다. 이 실험을 통해서 가변 비트율 모드 서비스의 경우에 MPEG 규격에서 제공하는 동영상의 시간적 공간적 중복성을 제거하는 움직임 보상 DCT 기술인 MC-DCT(Motion Compensation-Discrete Cosine Transform) 압축 방식

은 효과를 발휘한다는 것을 알 수 있다.[11]

#### 4.2 주사방식별 영상 표출 시간 검증

4.1절과 같은 실제 디지털방송 서비스 방송사의 측정값을 기준으로 실험실 환경에서 1080i의 경우와 720p 모드에서 Fixed GOP의 M, N 값을 변화 하면서 다음 영상이 도착하는 시간에 대하여 검증을 실시하였다. (그림 7)에 보인 것처럼 1080i 모드에서 M=3, N=15로 지정하는 경우, 다음 화면 도착 시간이 0.567초를 M=3, N=30으로 한 경우, 다음 화면 도착 시간이 1.068초로 분석되었고, M=3, N=60으로 적용한 경우 2.069초로 분석 되었다.

(그림 7) GOP 값과 I 프레임 도착시간 (1080i 모드)



(Figure 7) GOP Value & I Frame arrival time (1080i Mode)

(그림 8)은 720p 모드에서 M=3, N=15로 지정하는 경우, 다음 화면 도착 시간이 0.284초를 M=3, N=30으로 한 경우, 다음 화면 도착 시간이 0.534초로 분석되었고, M=3, N=60으로 적용한 경우 1.034초로 분석 되었다. 비월 주사 모드와 순차 주사 모드에 따라서 다른 결과가 나오는 것을 알 수 있다. 1080i 모드를 채택한 10-1번 채널과 720p 모드를 채택한 10-2번 채널을 시청할 때 실제 TV에서 채널 전환 시 동일한 시간에 방송 영상을 수신하기 위해서는 10-1번 채널의 GOP 사이즈와 관련된 M, N 값의 조정이 필

요하다는 것을 알 수 있다.

(그림 8) GOP 값과 I 프레임 도착시간  
(720P 모드)



(Figure 8) GOP Value & I Frame arrival time  
(720P Mode)

## 5. 결 론

지상파 다채널 방송인 MMS에서 ATSC 6MHz 대역 내의 DTV 데이터양인 19.4Mbps 이 내에서 화질 최적화를 위하여 선택한 가변 비트율 모드의 사용은 인코더 장비를 효율적으로 사용하는 장점을 가지고 있지만 민감한 사용자라면 TV를 통하여 시청채널 전환 시 기존 1HD 채널과는 달리 영상 수신까지 지연 시간이 길어서 불편한 점을 느꼈을 것이다. 본 연구에서는 이러한 점을 개선하기 위하여 각 지상파 방송사의 ON-AIR TS 분석 및 실험실 환경의 테스트를 통하여 기본적으로 영상데이터 계층 구조 중 GOP 계층에서 가변 GOP 설정을 사용할 경우 가정의 수신 TV에서는 채널 전환 시 실제 영상이 표출되기까지 고정 GOP의 경우보다 긴 시간이 소요되는 것에 대하여 기술적 검증을 실시하였다. 측정 결과 1HD 방송을 실시하는 방송사의 경우 고정 GOP(M=3, N=15)를 사용하여 시청자는 채널 전환 시 최대 0.5초대에 화면이 수신되는 것으로 나타났다. MMS 시험방송에서 적용한 Variable GOP의 경우에는 채널 전환 시 영상 디스플레이 까지 최대 2초 이상이 소요되

는 경우가 발생 한다. (그림 7), (그림 8)의 실험 결과에서는 비월주사 방식의 1080i 영상을 서비스하는 10-1 채널과 순차주사 방식인 720p 모드로 서비스하는 10-2번 채널 간에도 영상 표출까지의 지연 시간에 큰 차이를 보였으며 이 문제를 해결할 필요성이 있었다. 가변 비트율을 적용하여 화질 개선을 선택하면서도 부가적으로 측정값을 활용하여 파라미터를 조정하는 방식을 채택하였다. Mini GOP Length(M)은 3으로 동일하게 적용하고 GOP Length(N)의 경우에는 1080i를 사용하는 10-1 번 채널은 21로, 720p 모두를 사용하는 10-2 번 채널은 30을 사용하여 주사 방식에 따른 인코더의 동작 특성을 고려한 최적값을 적용 하였다.

결론적으로 본 연구를 통하여 EBS MMS 서비스에서는 2HD 채널의 화질 최적화를 우선적으로 적용하면서도 10-1, 10-2 채널 별로 최적화된 GOP 설정을 통해서 수신 TV에서 채널 전환 시 영상 표출 지연시간을 조정하여 안정적인 서비스를 구현하였다.

## 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] S.-H Park, "Technical Research Reports," EBS, Vol. 7, pp.57-74, Dec. 2006.
- [3] C.-H Lee, S.-K Park, "Comparison of Multi-channel Terrestrial Broadcasting Service Method", JKCA Journal, Vol.2, No.6, pp.78-91, 2012.
- [4] S.-H Park, H.-R Chang, J.-S Lee, S.-C. Kwaon, S.-H Lee "A Study on Measurement of Objective Image Quality by Scanning Type for MPEG-2-based Terrestrial 2HD Service and Application on Experimental Broadcasting", Journal of Digital Contents Society, Vol.16, No.2, pp.275-282, 2015.
- [5] K.-T Lee, J.-S Koh, "Image Compression Standards and MPEG-2 Technology", The Journal of the Production Technology Labs by Kong-Ju Univ., Vol.5,

pp.73-84, 1997.

- [6] ISO/IEC 13818-2, "Information Technology- Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio information : Video.", International Standard, 2000.
- [7] J.-C Jeong, "Latest MPEG", Kyobo Mungo, pp.117~195, 1995
- [8] J.-C Jeong, D.-K Oh, J.-H Park, "Digital broadcast video compression technology," KOSBE, Vol.1999, No.6, pp.165-177, 1999.
- [9] ISO/IEC 13818-1, "Information Technology- Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio information - Part 1: Systems.", International Standard, 2013.
- [10] Tektronix, "MTS4EA Compressed Video Analyzer User Manual", 2011
- [11] G.-H Kim, Y.-S Moon, "Automatic Scene-Change Detection of MPEG-Compressed Video", Journal of Engineering & Technology Hanyang University Society, pp171-26, 1999.

**박성환**



1991년 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)  
 2012년 : 단국대학교 정보미디어대학원 (방송영상학 석사)  
 현재 : 광운대학교 대학원 (홀로그래피3D콘텐츠 박사과정 수료)

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

**장해량**



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

**전형준**



2011년 : 중앙대학교 예술대학원 (영상예술학석사)  
 현재 : 광운대학교 대학원 (플라즈마 바이오 디스플레이학과 박사과정 수료)

1997년~ 2003년 : 미디어랩 스튜디오 212 대표  
 2004년~ 현재 : (주)딜레토 & ARTE22 대표  
 관심분야 : 홀로그래피, 다시점 입체영상, 입체디스플레이 등

**권순철**



2008년 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 (공학석사-디지털콘텐츠)  
 2012년 : 광운대학교 대학원 (공학 박사-정보디스플레이)

2013년~현재 : 광운대학교 정보콘텐츠대학원 교수  
 관심분야 : Stereoscopic, Holography

**이승현**



1989년 : 광운대학교 대학원 (공학 석사-전자공학과)  
 1993년 : 광운대학교 대학원 (공학 박사-전자공학과)

1993년~현재 : 광운대학교 교수  
 1994년~현재 : ISU(International Stereoscopic Union) 한국대표  
 관심분야 : 패턴인식, 광정보처리, 3D 디스플레이, 디지털홀로그래피