

지상파 DTV 기술고도화 방안연구



이 보고서는 2008년 방송통신위원회 조사연구지원사업의 연구 결과로서
보고서의 내용은 연구자의 견해이며, 방송통신위원회의 공식 입장과
다를 수 있습니다.

제 출 문

방송통신위원회 위원장 귀하

이 보고서를 방송통신위원회가 지원하여 수행한 ‘지상파 DTV
기술고도화 방안연구’의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 12월

주관연구기관 : 한국정보통신기술협회

책 임 연 구 원 : 이 은 향(선임연구원)

연 구 원 : 권 동 현(선임연구원)

임 채 현(선임연구원)

배 성 포(전임연구원)

이 재 일(전임연구원)

김 혜 령(전임연구원)

목 차

요약

I 연구개요

- 1. 연구목적 및 배경 5
- 2. 연구내용 및 방법 6
- 3. 연구계획 대비 실적진도 8

II MMS 송수신 정합시험

- 1. 개요 9
- 2. 송수신정합 시험 시나리오 11
- 3. 시험 스트림 제작 15
- 4. 시험방법 20
- 5. 송수신정합 시험결과 21
- 6. 결론 24

III MMS 화질평가

- 1. 개요 25
- 2. 시험환경 26
- 3. 시험결과 33
- 4. 결론 45

IV

차세대 방송방식 ATSC-M/H

1. 개요	47
2. ATSC-M/H 기술	48
3. 표준화 및 시장동향	57
4. 결론	58

V

차세대 방송방식 DVB-T2

1. 개요	59
2. DVB-T2 기술	60
3. 표준화 및 시장 동향	70
4. 결론	71

VI

시사점

약 어	76
참고문헌	79

표 목 차

<표 1> 지상파DTV기술위원회 명단	10
<표 2> MMS 송수신정합 시험 시나리오	11
<표 3> MMS 송수신정합 시험 시나리오 1,3,5 구성	13
<표 4> MMS 송수신정합 시험 시나리오 2,4,6 구성	14
<표 5> MMS 송수신정합 시험 스트림 제작 장비 리스트	15
<표 6> MMS 송수신정합 시험 스트림 정보	17
<표 7> MMS 송수신정합을 위한 수신기 시험항목	20
<표 8> 각 제조사별 MMS 송수신정합 수신기 오동작 내용	22
<표 9> 원동영상 1의 특징	27
<표 10> 원동영상 2의 특징	28
<표 11> 압축율 및 해상도 정보	29
<표 12> 화질평가 시험에 사용된 TV	29
<표 13> 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교 (원 동영상 1)	33
<표 14> 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교 (원 동영상 2)	35
<표 15> 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 1)	38
<표 16> 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 2)	39
<표 17> HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 1)	40
<표 18> HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 2)	41
<표 19> Full HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 1)	43
<표 20> Full HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 2)	43
<표 21> 1080i 17.3Mbps를 기준으로 하였을 때 화질지수(MOS) 감소율	45

<표 22> 움직임이 많은 영상에서 1080i 17.3Mbps를 기준으로 하였을 때 화질지수(MOS) 감소율	45
<표 23> DVB-T2와 DVB-S2의 특성 비교	60
<표 24> 분산형 파일럿 패턴의 파라미터	68
<표 25> SISO/MISO에서 FFT 사이즈와 GI에 따른 분산형 파일럿 패턴	69
<표 26> DVB-T와 DVB-T2 기술비교	70

그림 목 차

[그림 1] 지상파 DTV 기술고도화 방안 연구 추진체계	7
[그림 2] MMS 송수신정합 시험 스트림 제작 장비 구성도	19
[그림 3] 화질평가를 위한 전체 시스템 구성도	30
[그림 4] 주관적 화질평가 시험 환경	30
[그림 5] 화질 평가 시험실 환경	31
[그림 6] ACR 테스트 비디오 재생 과정 및 주관적 평가값 입력표	32
[그림 7] 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교 (원 동영상 1)	34
[그림 8] TV별 주요 비트율 변화에 따른 시험 결과 (원 동영상 1)	34
[그림 9] 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교 (원 동영상 2)	35
[그림 10] TV별 주요 비트율 변화에 따른 주관적 시험 결과 (원 동영상 2)	36
[그림 11] 압축률에 따른 HDTV의 화질 감소	37
[그림 12] 압축률에 따른 Full HDTV의 화질 감소	37
[그림 13] 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 1)	39
[그림 14] 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 2)	40
[그림 15] HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 1)	42
[그림 16] HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 2)	42

[그림 17] Full HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교(원 동영상 1)	44
[그림 18] Full HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교(원 동영상 2)	44
[그림 19] ATSC-M/H 시스템 구조	48
[그림 20] ATSC-M/H 계층구조	49
[그림 21] ATSC-M/H 송신 시스템 블록 다이어그램	50
[그림 22] Time Sliced Structure	52
[그림 23] ATSC-M/H 계층적 시그널링 구조	54
[그림 24] Application Framework	56
[그림 25] DVB-T2 블록 다이어그램	61
[그림 26] 프레임 구조	62
[그림 27] Bit 인터리빙 전 FEC 프레임	62
[그림 28] 인터리빙 기법	63
[그림 29] 성좌도 회전 기법	64
[그림 30] 성좌도 회전기법의 효과	65
[그림 31] 슈퍼 프레임 구조	66
[그림 32] OFDM 생성	66
[그림 33] 송신 다이버시티 기법	67
[그림 34] 분산형 파일럿 패턴	68
[그림 35] ACE 기법	69
[그림 36] DVB 표준화 일정	70
[그림 37] DVB 표준의 진화	71

요 약 문

과제명 : 지상파 DTV 기술고도화 방안연구

1. 연구의 목적과 중요성

가. 연구의 목적

- o 최근 미국은 ATSC^{주1)} 기반의 지상파 이동방송 서비스 도입을 위해 관련 기술 표준화를 진행하고 있고, 유럽은 기존 지상파 디지털 전송 방식의 고도화를 위해 차세대 지상파 표준을 개발하고 상용화를 추진하고 있음
- o 영상신호 압축 기술과 방송장비의 성능 향상으로 인해 국내에서도 고화질을 유지하면서 다양한 부가채널 서비스를 실시할 수 있는 지상파 MMS(Multi-Mode Service)^{주2)}에 대해 2006년 시험방송 이후 각계의 다양한 정책요구가 있었음
- o 따라서, 디지털 전환 정책 추진 시 예상되는 다양한 지상파 DTV 기술고도화 이슈들에 대하여 사전 검토 및 정책 방향에 대한 연구가 필요함

나. 연구의 중요성

- o 미국 ATSC 기반 이동방송 방식 서비스 도입 추세 및 유럽 지상파 디지털전송 방식 고도화 동향 파악을 통해 국내 방송방식의 미래를 계획하는 정보로 활용 가능하므로 중요함

주1) ATSC(Advanced Television Systems Committee) : 북미 방송표준 단체

주2) 하나의 물리적 채널 대역에 1 HD의 가상채널을 방송하는 현재 국내 DTV 방송방식에서, 1 HD 가상채널 외에 1개 이상의 여러 모드(Multiple Mode)의 가상채널 신호도 포함하여 방송하는 서비스를 지칭하며, 국내 방송사에 따라 오디오 전용채널, 데이터방송 전용채널, 또는 SD급 여러 가상채널 서비스들이 추가된 서비스로 2006년 월드컵 기간 중에 시험 방송된 바 있음

- 국내 방송사들의 MMS 서비스 실시 요구에 대비하여 정책적 결정을 위한 기술적 근거 자료로 활용 가능하므로 중요함
- 디지털 전환정책 추진 시 지상파 DTV 기술고도화 이슈들에 대한 사전검토 및 정책방향의 기술적인 지원 차원에서 중요함

2. 연구의 내용 및 범위

가. 지상파 MMS 기술 분석 및 개선방안 연구

- 지상파 MMS 기술 분석, 송수신 정합시험을 위한 항목도출 및 시험 스트림 제작 후 배포하여 결과 취합
- 지상파 MMS 실시 이전 스트림과 MMS 스트림의 화질평가 시험
- 지상파 MMS를 위한 선결사항 도출

나. 차세대 지상파 디지털방송 기술 연구

- 북미의 ATSC-M/H^{주3)}[1], 유럽의 DVB-T2^{주4)}[2] 등 차세대 지상파 이동수신 기술 및 시장 동향 조사 분석
- 국내 지상파 방송서비스 현황과 비교 및 시사점 분석

3. 연구 결과

가. MMS 송수신 정합 시험항목

- 송수신정합 시험을 위한 시험 시나리오 6가지에 대하여 비디오, 오디오 동작 및 제조사별 TV 기능시험을 수행함
- 6가지 시나리오의 시험 스트림은 HD의 경우 1080i와 720p간의 천이와 고정비트율과 가변 비트율 간의 천이를 확인하고, 이러한 HD 스트림이 HD+SD, HD+SD+SD의 형태로 전송될 때의 스트림을 제작함

나. MMS 송수신 정합 시험결과

- 1~4번 스트림에 대해서는 7개 가전사의 66개 모델에 대해 정합시험을 한 결과 SD 채널의 저장기능에서의 오동작 외에는 대부분 문제없

주3) ATSC에서 표준화 진행 중인 이동방송 방식

주4) 유럽의 차세대 디지털 지상파방송 방식

있음

- o 5, 6번 스트림의 경우 active, inactive^{주5)} 채널 변환에 대응하도록 구현된 제조사 수신기가 많지 않아 다양한 현상이 일어남

다. MMS 화질평가 방법 및 항목

- o 1080i HD인 경우 비트율 19Mbps, 17.3Mbps, 15Mbps, 14Mbps, 10Mbps를, 720p의 경우 15Mbps, 14Mbps, 13Mbps, 10Mbps, 8Mbps 스트림을 제작해 각 영상의 화질을 ACR(Absolutely Category Rating) 기법을 이용하여 주관적 화질평가를 시행함
- o 화질 평가 시 조건은 ITU 기준에 부합되게 환경을 구축하여 실시
- o 1080i 17.3Mbps를 기준으로 하였을 때 비트율 감소에 따른 화질지수(MOS: Mean Opinion Score) 감소율이 720p 14Mbps의 경우, 1080i 17.3Mbps와 비교하였을 때 약 7.1%의 화질지수 감소가 있었고, 1080i 14Mbps의 경우, 약 5.7%의 화질지수 감소가 관찰됨

라. ATSC-M/H 기술 및 시장동향

- o 미국 ATSC의 이동방송 표준으로 개발되고 있는 ATSC-M/H 기술에 대한 기술적인 고찰 및 시장동향 정보 조사

마. DVB-T2 기술 및 시장동향

- o 유럽 DVB-T2 표준의 기술 및 시장동향 조사를 통해 향후 방송 기술 개발의 추세 파악

4. 활용에 대한 건의

가. 지상파 MMS 기술 분석 및 개선방안 연구

- o 국내 방송방식 정책 결정을 위한 참고자료로 활용
- o 국내 제조사 수신기 생산을 위한 제품 검증자료로 활용

주5) Active 채널은 채널정보와 채널이 모두 존재하는 운용되는 채널을 의미하며, 반면 inactive 채널은 채널정보는 있으나 채널이 존재하지 않는 채널, 즉 현재 운용하지 않는 채널을 의미함

나. 차세대 지상파 디지털방송기술 연구

- o 국내 지상파 방송 디지털 전환을 위한 기술 자료로 활용
- o 국내 방송방식 정책을 위한 자료로 활용

5. 기대 효과

가. 지상파 MMS 기술 분석 및 개선방안 연구

- o 국내 제조사 생산 수신기의 신뢰성 향상
- o 정책 결정의 신빙성 증대

나. 차세대 지상파 디지털방송기술 연구

- o 정책 결정의 신빙성 증대

I. 연구개요

1. 연구목적 및 배경

가. 연구목적

본 과제는 국내 DTV 한 채널 대역인 6MHz를 이용해 기존 하나의 HDTV 방송 서비스를 실시하던 방식에서 동시에 두 개 이상의 프로그램을 동시에 전송하는 서비스를 일컫는 MMS(Multi-Mode Service) 실시로 야기될 수 있는 기술적인 문제들을 검토하고 해결방안을 연구하는 것을 목적으로 하고 있다. 또한 디지털전환 정책 추진 시 지상파 DTV전송 고도화를 위한 선진국의 방송방식을 검토하여 국내 정책 결정 시 참고자료로 활용하고자 한다.

나. 연구배경

국내 DTV 방송은 2001년에 HD 방송 위주로 본방송이 실시되었으나, 인코딩 기술의 발전 등으로 인해 한 채널 내에 다수의 프로그램을 전송하여 시청자에게 다채널 환경을 제공하자는 의견이 제기되어 2006년 월드컵 때 시험방송을 실시한 바 있다.

2006년 시험방송 때 드러난 문제점 해결을 위해 소집된 “MMS 기술검증 위원회”에서는 시험방송 때 드러난 수신기의 문제점을 해결하기 위한 정합시험을 실시하였다. 그러나 2006년의 경우 화질평가가 실시되지 않았고, 수신기 정합시험에서도 스트림 제작 시 HD 본방송과 MMS 방송의 전이과정을 처리하지 못하였고, 하나의 물리적 채널에 가상채널의 개수가 시간적으로 변경되는 동적 가변채널 운영 시 PSIP(Program and System Information Protocol)[3] 정보와 EPG(Electronic Program Guide) 정보가 연속성을 갖추지 못하였다.

본 연구과제에서는 2006년 위원회에서의 미진한 부분에 대한 보완시험 차원에서 화질 평가를 실시하고, 스트림 제작 시 동적 가변채널 운영을 피하기 위해 채널 수는 고정된 상태에서 비트율을 실시간으로 조정하여 1HD와 MMS 방송을 전이하는 방법을 이용하였고, 추가적으로 현재 방송사 장비로

제작은 할 수 없으나 북미 ATSC 규격에 맞추어 inactive 채널 규격에 맞는 동적 가변채널 운영 시나리오를 적용한 스트림도 제작하여 시험하였다.(오디오 전용채널, 데이터방송 전용채널, 3개 이상의 다수채널 서비스는 방송 4사의 MMS 합의 시나리오 상에서 철회가 됨)

또한 방송방식 측면에서 북미 지상파 방송기술 표준화 단체인 ATSC (Advanced Television Systems Committee) TSG S/4에서 북미 지상파 이동방송 서비스 도입을 위해 표준화하고 있는 ATSC-M/H(Mobile Handheld)와, 유럽 방송기술 표준화 단체인 DVB에서 DVB-T보다 업그레이드된 표준으로 표준화하고 있는 지상파방송 표준 DVB-T2에 대해 조사하였다.

2. 연구내용 및 방법

가. 연구내용

1) 지상파 MMS 기술 분석 및 개선방안 연구

- 지상파 MMS 기술 분석, 수신기, 송수신 정합시험을 위한 항목도출 및 시험 스트림 제작 후 배포하여 결과 취합
- 지상파 MMS 실시 이전 스트림과 MMS 스트림의 화질평가 시험
- 지상파 MMS를 위한 선결사항 도출

2) 차세대 지상파 디지털방송기술 연구

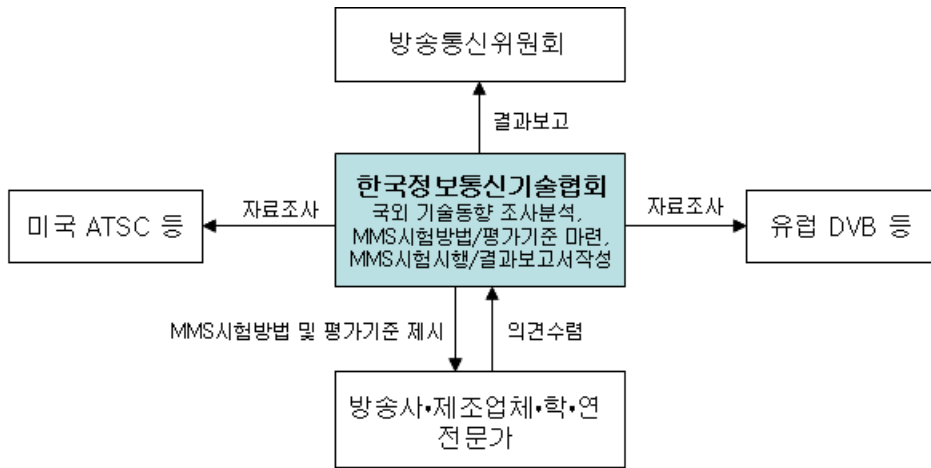
- 북미의 ATSC-M/H, 유럽의 DVB-T2 등 차세대 지상파 이동수신 기술 및 서비스 동향 조사 분석
- 국내 지상파 방송서비스 현황과 비교 및 시사점 분석

나. 연구방법

1) 지상파 DTV 기술고도화 방안연구 추진체계

- 본 연구의 추진체계는 <그림 1>과 같으며, MMS 송수신정합시험은 방송사, 제조업체, 산학연 전문가들로 구성된 “지상파DTV기술위원회”를 운영하여 TTA 주도로 수행되었고, MMS 화질평가는 연세대학교

이철희 교수가 기술위원회 승인 하에 주도적으로 실시하였음. ATSC M/H와 DVB-T2 기술연구는 TTA에서 실시하였음



<그림 1> 지상파 DTV 기술고도화 방안 연구 추진체계

2) 지상파 MMS 기술 분석 및 개선방안 연구

가) 지상파 MMS 기술 분석 및 수신기 정합시험

- '06년 “MMS기술검증위원회”의 “송수신정합 보고서”를 기반으로 미진한 부분과 보완해야할 부분을 지상파방송사, 수신기 제조업체, 연구기관, 학계 전문가들로 구성된 “지상파DTV기술위원회”를 구성하여 의견 수렴 과정을 거쳐 추가검증 및 시험 실시
- 객관적이고 신뢰성 있는 시험결과를 산출하기 위해 “지상파DTV기술위원회”에서 시험항목, 시험방법, 평가기준 등을 도출하여 스트림을 제작하고 제조사에 스트림을 배포하여 시험 실시 후 결과 취합

나) 지상파 MMS의 화질평가 시험

- 40인치 이상의 HDTV를 이용한 주관적 화질평가 시험 실시
- 화질 평가를 위한 기준을 “지상파DTV기술위원회”에서 협의하고 연세대학교 주도로 연세대학교와 TTA 보유 소스 비디오를 이용해 1회당

24명의 평가단을 활용한 총 32회의 주관적 화질평가 시험 실시

다) 지상파 MMS를 위한 선결사항 도출

- o 제조사별로 기 출시된 수신기의 문제점 논의를 통하여 해결방안 모색
- o 지상파 MMS 시험을 위한 표준 스트림 확보 및 활용방안 마련

2) 차세대 지상파 디지털방송기술 연구

가) 북미의 ATSC-M/H, 유럽의 DVB-T2 표준화 현황 및 기술 규격에 대한 자료조사

나) ATSC-M/H 및 DVB-T2 기반 지상파 이동수신 서비스 동향에 대한 자료조사

다) 국내 지상파 방송서비스 현황과 조사한 외국 사례와의 비교를 통한 시사점 분석

3. 연구계획 대비 실적진도

- o 지상파 MMS 수신기 정합 시험항목 및 방법 연구 : 완료
- o 지상파 MMS 수신기 정합 시험 스트림 제작 및 시험 : 완료
- o 지상파 MMS 화질평가 시험방법 및 평가기준 연구 : 완료
- o 지상파 MMS 화질평가 시험 스트림 제작 : 완료
- o 북미 차세대 지상파방송 (ATSC-M/H) 기술 분석 및 표준화/서비스 동향 조사 : 완료
- o 유럽 차세대 지상파방송 (ATSC-M/H) 기술 분석 및 표준화/서비스 동향 조사 : 완료

II. MMS 송수신 정합시험

1. 개요

MMS는 기존의 지상파 DTV 방송이 사용하는 6MHz 물리적 한 채널의 19.39Mbps 대역에 HD급 방송 하나를 송신하던 것에서 SD급 한 채널을 더 추가한다거나 하여 주어진 대역폭에 더 많은 가상채널을 송신하는 서비스를 일컫는다.

MMS를 시행할 경우 한 채널에 더 많은 서비스 채널을 보낼 수 있기 때문에 시청자 입장에서 다양한 채널을 시청할 수 있다는 장점이 있는 반면, 화질 면에서 만족할 만한 수준의 전송이 가능한가에 대해 많은 논란이 이어져 왔다.

또한 2006년 월드컵 당시에 시행된 시험방송에서 기존에 배포된 수신기들의 이상동작이 보고되어 2006년 후반에 “MMS 송수신정합 협의회”를 구성해 1차 송수신정합 시험을 시행한 바 있다.

본 보고서는 이전에 실시된 정합시험의 미진한 부분을 보완하고 추가 시험을 시행하기 위한 목적으로 구성된 “지상파DTV기술위원회”의 회의 및 시험 결과에 대해 기술하였다.

MMS의 송수신정합을 위하여 방송사, 학계, 제조사, 연구소 등의 전문가들이 모여 “지상파DTV기술위원회”를 구성하여 2009년 1월 19일까지 총 8차례의 회의를 개최하여 정합시험을 위한 시험 스트림 시나리오 및 세부제작 조건 결정, 시험 스트림 제작을 위한 장비 선정, 평가항목 선정 및 스트림 검증 등에 대한 논의를 하였다.

“지상파DTV기술위원회” 회의는 아래와 같은 일정으로 개최되었으며, 송수신정합 항목 논의 외에 화질평가 등에 대해서도 논의하는 자리를 가졌다. 6차 회의 때부터는 소속사의 불참방침으로 방송사가 빠진 상태에서 회의가 진행되었다. (<표 1> 위원회 명단 참조)

- Kick-off 회의 : 2008년 7월 30일
- 1차 회의 : 2008년 8월 13일

- 2차 회의 : 2008년 8월 27일
- 3차 회의 : 2008년 9월 10일
- 4차 회의 : 2008년 10월 1일
- 5차 회의 : 2008년 10월 15일
- 6차 회의 : 2008년 12월 4일
- 7차 회의 : 2009년 1월 19일

<표 1> 지상파DTV기술위원회 명단

구 분	소 속	성 명	E-Mail	비고
학계	한양대	정제창	jjeong@ece.hanyang.ac.kr	의장
	연세대	이철희	chulhee@yonsei.ac.kr	
방송사*	KBS	이종수	leejs@kbs.co.kr	
	MBC	이상규	ssang9@mbc.co.kr	
	SBS	김상진	ksj@sbs.co.kr	
	EBS	정재우	jwjung@ebs.co.kr	
제조사	LG전자	김진필	jpkim@lge.com	
	삼성전자	허득만	duke.hur@samsung.com	
	대우일렉	김진규	kjg@dwe.co.kr	
	(주)DST	정주홍	jhjeong@dstreamtech.com	
유관 기관	ETRI	서재현	jhseo@etri.re.kr	
	TTA	권동현	kdh@tta.or.kr	간사
		이은향	ehlee@tta.or.kr	
	방송기술인 연합회*	박성규	skpark@sbs.co.kr	
정부	전파연구소	박상희	blue8424@kcc.go.kr	
	방송통신위원회	최현숙	chsook@kcc.go.kr	
		박상원	sangwon@kcc.go.kr	

※ 방송사(KBS, MBC, SBS, EBS)와 방송기술인 연합회는 6차 회의부터 불참

TTA는 MMS 송수신 정합 시험을 위한 정합시험용 스트림을 제작하고, 제작된 스트림을 제조사에 배포하여 시험한 결과를 취합하였으며, 그 결과를

정리하였다. 본 장에서는 송수신 정합시험을 위한 환경 구축 및 정합시험을 위해 제작된 스트림 구성과 시험결과를 기술하였다.

2. 송수신정합 시험 시나리오

2006년 검증의 경우 MMS 방송에 대한 가능성을 확인하기 위하여 31가지 시나리오를 선정하고, 이 중 21가지 시나리오에 해당하는 시험 스트림에 대한 시험을 하였다.

반면, 2008년도 시험에서는 실제 MMS를 시행한다고 가정하고 2006년도 결과 중 문제가 없다고 보고되어 MMS를 시행할 가능성이 가장 높은 시나리오 6가지를 <표 2>와 같이 선정하고, 방송환경에 유사하게 변경하였다.

<표 2> MMS 송수신정합시험 시나리오

항목	스트림의 구성내용
1	HD(1080i, VBR) + SD
2	HD(1080i, VBR) + SD + SD
3	HD(720p, VBR) + SD
4	HD(720p, VBR) + SD + SD
5	HD(1080i, CBR) → HD(720p, VBR) + SD → HD(1080i, CBR)
6	HD(1080i, CBR) → HD(1080i, VBR) + SD → HD(1080i, CBR)

<표 2>의 1~4번 항목은 1080i 또는 720p 해상도의 HD 채널에서 추가적으로 1개 또는 2개의 SD채널이 동시에 서비스되는 것을 전제로 한 시나리오이다. 이 때 HD채널과 SD 채널을 VBR(Variable Bit Rate)로 설정하여 시간에 따라 비트율이 변경되도록 설정하였다.

이러한 구성은 2006년도 MMS 송수신정합시험에서 HD 1채널과 SD 1채널 또는 HD 1채널과 SD 2채널로 구성한 시나리오와 유사하다. 그러나 2006년도 시나리오와는 달리 방송이 없을 때 SD 채널에 0.3~0.6Mbps 비디오

(정지영상)를 유지하고, 방송시간에만 2.5~4.5Mbps의 비디오를 할당하는 스케줄링 내용이 추가되었다.

5번 시나리오는 HD 채널이 1080i에서 720p로 변경되었다가 다시 1080i로 변경되는 것을 확인하는 시나리오로 구성하였고, 6번 시나리오는 HD 채널이 1080i CBR(Constant Bit Rate)에서 1080i VBR로 변경되었다가 다시 1080i CBR로 변경되도록 하였다.

6번 시나리오의 경우 다채널 구간에서 SD가 2개 채널이 되도록 제안되었으나, 사용된 PSIP 정보 생성기가 inactive 채널을 1개만 설정할 수 있어 제작된 스트림은 HD 1개 채널과 SD 1개 채널로 구성되어 있다.

5, 6번 시나리오의 SD채널은 프로그램이 없을 경우 inactive 채널로 설정하였다. Inactive 채널이란 TV의 EPG 정보에는 표시되나 실제로 존재하지 않는 채널을 의미한다. Inactive 채널에는 PSIP의 TVCT(Terrestrial Virtual Channel Table)에 hidden=1, hide_guide=0, program_number=0으로 설정되어야 하며, service location descriptor는 존재하지 않아야 한다. (ATSC Standard A65/C, 2006 참조)

모든 스트림은 2분 정도의 길이로 제작하기로 하였으며, 스트림 변환이 일어나는 시점과 PSIP 정보의 시간을 동기화하였다. 스트림 제작 시 제작하는 스트림에 대한 시간정보 및 채널구성의 변화가 일어나는 시간 등을 <표 3>과 <표 4>에서 시나리오 별로 나타내었다.

시험 스트림 1, 3, 5, 6의 A, C 구간은 채널대역폭 전체를 HD 서비스로 방송하는 것을 가정하고, HD 이외의 채널에 SD 채널 정보가 계속 존재하도록 하기 위하여 정지영상을 보내주는 것으로 시나리오를 구성했으며, 대부분의 비트율이 HD에 할당되도록 설정하였다. B구간에서는 HD+SD로 채널을 구성하여 A→B→C 단계로의 천이 동안 수신기의 동작을 확인한다.

시험 스트림 2, 4에서는 시험 스트림 1, 3, 5, 6이 HD+SD인 것에 비해 HD+SD+SD의 형태에 대해 시험하기 위한 시나리오로 구성하였다.

<표 3> MMS 송수신정합 시험 시나리오 1, 3, 5 구성

항목	채널 번호	HD 1채널(A 구간)	다채널 (B 구간)	HD 1채널 (C 구간)
		2008.12.25 13:00:00 ~ 20초	2008.12.25 13:00:20 ~ 1분30초	2008.12.25 13:01:50 ~ 10초
1	91-1	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, VBR)
		Event Start time 12:30:00	Event Start time 13:00:20	Event Start time 13:01:50
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
	91-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		Event Start time 12:30:00	Event Start time 13:00:20	Event Start time 13:01:50
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
3	93-1	HD(720p, VBR)		
		Event Start time 13:00:00		
		Event Duration 32분		
		스트림 구간 동안 Bit Rate 조정은 방송사가 결정		
	93-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		Event Start time 12:30:00	Event Start time 13:00:20	Event Start time 13:01:50
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
5	95-1	HD(1080i, CBR)	HD(720p, VBR)	HD(1080i, CBR)
		Event Start time 12:30:00	Event Start time 13:00:20	Event Start time 13:01:50
		Event Duration 30분 20	Event Duration 90초	Event Duration 30분
	95-2	Inactive 상태 표시	SD(480i, VBR)	Inactive 상태 표시
			Event Start time 13:00:20	
			Event Duration 90초	

<표 4> MMS 송수신정합 시험 시나리오 2, 4, 6 구성

항목	채널 번호	HD 1채널 방송구간 (A 구간)	다채널 방송구간 (B 구간)	HD 1채널 방송구간 (C 구간)
		2009.12.24 11:59:20 ~ 20초	2009.12.24 1분30초 MGT의 EIT-k의 shift 발생(12:00:00)	2009.12.24 12:01:10 ~ 10초
2	92-1	HD(1080i, VBR)		
		Event Start time 11:29:00		
		Event Duration 32분		
		스트림 구간 동안 Bit Rate 조정은 방송사가 결정		
	92-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		Event Start time 11:29:00	Event Start time 11:59:40	Event Start time 12:01:10
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
	92-3	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		Event Start time 11:29:00	Event Start time 11:59:40	Event Start time 12:01:10
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
4	94-1	HD(720p, VBR)	HD(720p, VBR)	HD(720p, VBR)
		Event Start time 11:29:00	Event Start time 11:59:40	Event Start time 12:01:10
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
	94-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		Event Start time 11:29:00	Event Start time 11:59:40	Event Start time 12:01:10
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
	94-3	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		Event Start time 11:29:00	Event Start time 11:59:40	Event Start time 12:01:10
		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
6	96-1	HD(1080i, CBR)	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, CBR)
		Event Start time 11:29:00	Event Start time 11:59:40	Event Start time 12:01:10

		Event Duration 30분 20초	Event Duration 90초	Event Duration 30분
	96-2	Inactive 상태 표시	SD(480i, VBR) Event Start time 11:59:40 Event Duration 90초	Inactive 상태 표시

3. 시험 스트림 제작

가. 사용 장비

시험 시나리오에 따른 스트림 제작을 위하여 사용된 장비는 <표 5>와 같이 4대의 인코더와 각종 서버, VCR 등의 장비가 사용되었다.

<표 5> MMS 송수신정합 시험 스트림 제작 장비 리스트

장비명	설명	제조사	대수
HD VCR	HD(1080i) 비디오와 오디오 소스를 제공	Sony	2
SD VCR	SD 비디오와 오디오를 출력	Sony	1
HD Encoder	HD(1080i 또는 720p)신호 압축	Harmonic	2
SD Encoder	SD(480i) 신호 압축	Harmonic	2
NMX Controller	스트림 제작 장비 제어 및 자동 스케줄링	Harmonic	1
Multiplexer	MPEG-2 TS 다중화	Harmonic	1
EPG Generator	프로그램 정보를 만들 수 있는 정보 편집 및 생성	Aircode	1
PSIP Generator	프로그램 및 시간정보 등 시스템 정보 편집 및 생성	Aircode	1

ACAP Server	ACAP 데이터 방송 생성	Aircode	1
Caption 발생기	자막방송 스트림 생성	PRIMO	1
HD Station	HD(720p) 비디오 소스 출력	DVS	1
HD-SDI Monitor	HD 비디오와 오디오 모니터링	Sony	1
TS Recoder/Player	MPEG-2 TS 저장 및 재생	Msys	1
스트림 분석기	MPEG-2 TS 스트림 분석	Tektronix	1
이더넷 스위치	장비간 네트워크 구성	Cisco	1
CD Player	소스 오디오 제공	Marantz	1
8VSB 변조기	지상파 DTV 변조기	Sencore	1

본 과제 수행을 위하여 1~4 번의 시험 스트림을 제작하는 데는 별다른 어려움이 없었으나 5, 6번 스트림을 정확하게 제작하기 위해서는 현재 기술로는 문제가 있었다.

5, 6번 스트림은 HD 인코더가 계획된 시간에 모드와 비트율이 변환되는 시나리오를 가진다. 그러나 시험에 사용된 HD 인코더는 스케줄링 기능에 의하여 스트림 구성을 변환하는 기능은 있으나, 변환하는 시점에 인코딩 장비가 새롭게 세팅되는 시간이 소요되어 변환시점에서 비디오와 오디오가 일부 깨어지는 현상이 발생한다.

특히 5번 스트림의 경우 인코더의 스케줄링 기능을 사용할 경우 1080i CBR 스트림이 720p VBR로 다시 1080i CBR로 모드 변환이 발생하는 시나리오이며, 변환 정도가 복잡하여 인코더가 재설정되는 시간인 10~15초 정도의 화면 깨짐 현상이 발생한다. 따라서, 이러한 현상을 줄이기 위하여 다중화기 출력을 기계적으로 스위칭하여 스트림을 제작하였으나, 이 또한 1초 정도의 화면 깨짐 현상을 동반하게 된다.

6번 스트림의 경우 HD 1개 채널이 HD+SD채널로 천이될 때는 비디오 및 오디오의 깨짐이 발생하지 않았으나, 다시 HD 1개 채널로 천이될 때 1~2초 정도의 비디오 및 오디오 깨짐 현상이 발생하였다. 이 문제도 동일하게 장비의 스케줄링 기능에 의한 인코더의 세팅변환 과정에서 발생하였다.

나. 제작 환경

<그림 2>는 시험 스트림 제작을 위한 장비 구성도이다. 특히, 5번 스트림의 기계적인 스위칭을 위하여 다중화기를 추가로 설치하였다.

다. 제작된 시험 스트림

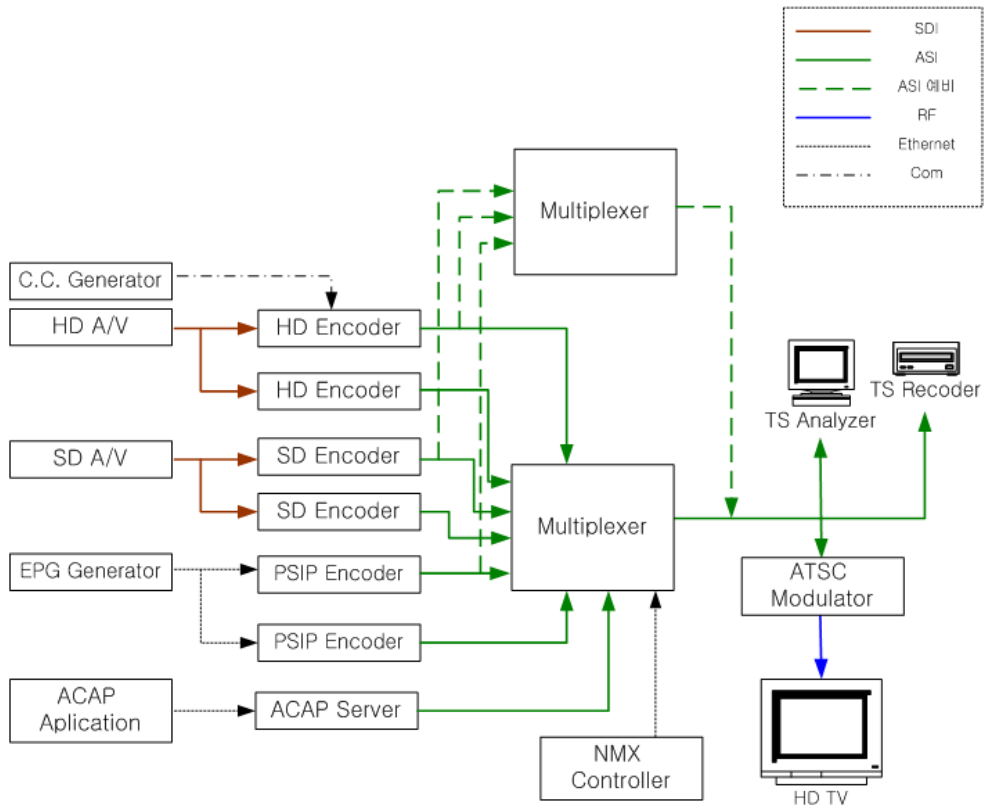
<그림 2>의 장비 구성도에 따라 시나리오를 기반으로 제작된 시험 스트림의 정보는 <표 6>과 같다.

<표 6> MMS 송수신정합 시험 스트림 정보

항목	채널 번호	HD 1채널 방송구간 (A 구간)	다채널 방송구간 (B 구간)	HD 1채널 방송구간 (C 구간)
1	91-1	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, VBR)
		V : 16.9~17.2Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 13~15Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 16.9~17.2Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막
	91-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps	V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps
3	93-1	HD(720p, VBR)	HD(720p, VBR)	HD(720p, VBR)
		V : 16.9~17.2Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 13~15Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 16.9~17.2Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막
	93-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps	V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps

5	95-1	HD(1080i, CBR)	HD(720p, VBR)	HD(1080i, CBR)
		V : 17.5Mbps A : 384kbps	V : 13~15Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 17.5Mbps A : 384kbps
	95-2	Inactive 상태 표시	SD(480i, VBR)	Inactive 상태 표시
			V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	
2	92-1	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, VBR)
		V : 15.8~16.4Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 8.5~12.5Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 5.8~16.4Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막
	92-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps(무음)	V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps(무음)
	92-3	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps	V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps
4	94-1	HD(720p, VBR)	HD(720p, VBR)	HD(720p, VBR)
		V : 15.8~16.4Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 8.5~12.5Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 5.8~16.4Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막
	94-2	SD(480i, VBR, 정지영상)	SD(480i, 정지영상)	SD(480i, VBR, 정지영상)
		V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps(무음)	V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps(무음)
	94-3	SD(480i, VBR,	SD(480i, VBR)	SD(480i, VBR,

6		정지영상)		정지영상)
		V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps	V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	V : 0.3~0.6Mbps A : 192kbps
	96-1	HD(1080i, CBR)	HD(1080i, VBR)	HD(1080i, CBR)
		V : 17.5Mbps A : 384kbps D : 자막	V : 13~15Mbps A : 384kbps D : ACAP, 자막	V : 17.5Mbps A : 384kbps D : 자막
		Inactive 상태 표시	SD(480i, VBR)	Inactive 상태 표시
	96-2		V : 2.5~4.5Mbps A : 192kbps	



<그림 2> MMS 송수신정합 시험 스트림 제작 장비 구성도

4. 시험 방법

<표 7>은 “지상파DTV기술위원회” 참석 제조사의 의견을 취합하여 작성된 각 시나리오별로 제조사에서 확인할 수신기 시험항목이다. 그러나 실제로 각 제조사별로 DTV에 구현한 기능이 상이하고, 제조사가 품질유지를 위하여 검사하는 항목의 경우 기업비밀이라 공개하기 어려운 부분이 있다. 따라서 <표 7>의 내용을 참고하는 수준에서 시험을 할 수 있도록 하였다.

TTA에서 제작된 스트림은 각 제조사에 배포되어 각 제조사 품질 담당부서에서 자체적으로 시험하고, 그 결과를 TTA에서 취합하였다.

<표 7> MMS 송수신정합을 위한 수신기 시험항목

시험 항목	시험 내용
1	채널 자동 검색, 수동 검색 등 세트에서 지원하는 Search 기능(EPG navigation 포함) - 채널 번호 및 채널 개수 확인
2	채널별로 비디오/오디오가 정상적으로 출력되는지 확인 (각 구간별 확인, Audio 2개 이상일시 모두 확인)
3	채널 간 반복 전환 시험에서 이상이 없는 지 확인
4	각 채널에서 PIP로 나머지 채널이 정상적으로 출력되는지 확인
5	각 채널별 B구간에서 화면스틸 기능 적용 후 C구간에 진입 시 각 제조사별 사양에 맞게 정상동작 하는지 확인
6	'07년 제정된 표준에 따라 Closed Caption이 동작되는지 확인(오동작과는 별도로 기능 확인용)
7	각 채널에서 ACAP 포함여부 확인(ACAP 동작 확인은 스트림 길이가 2분으로 제한되어 있어 수신기에 따라 확인하기 어려울 수 있음)
8	시험 중 On/Off 시험에서 수신기의 문제가 발생하지 않는가? 채널 Tuning 중 Power Off → On 혹은 Master Power Off → On 시 각 제조사에서 정한 시나리오로 정상 Power On 되는지 확인 - 이 때, A/V 확인 및 기타기능 확인

9	각 채널에서 Time Shift, Recording 기능의 정상 동작 확인 - EPG녹화, 일반 녹화, Recorded List 동작 확인
10	Program시간, 날짜 및 시간, 상세 정보내용, 채널배너, Info 배너, 채널정보 등 EPG 정보가 정상적인지 구간별 확인

5. 송수신정합 시험결과

가. 시험대상 장비

시험은 주요 DTV 제조사 7개사(삼성전자, LG전자, 대우일렉트로닉스, DST, Sony, KTV 글로벌, 매크로영상기술)의 제품 중에서 각 제조사가 선택하여 실시하였으며, 출시된 모든 모델에 대해서는 시료를 구할 수 없어 2006년도 이후의 최근 모델을 대상으로 실시되었다.

나. 주요 오동작내용

1) 시험 시나리오 1~4번

시험 시나리오 1~4번에 대해서는 방송 녹화기능을 제외한 다른 기능에 대한 오동작은 없었다. 방송 저장기능의 경우 HD 채널에서는 오동작이 없었으나, 1모델에서는 SD 채널에서 정지영상이 녹화되지 않거나, 동영상이라도 녹화 후 재생 시 5초 정도 검은 화면이 생겼다가 재생되는 문제가 있었다.

2) 시험 시나리오 5~6번

이 시나리오에서는 다양한 오동작이 보고되었으며, 그 내용은 크게 2가지 경우로 분류할 수 있다. 첫째는 HD 채널이 1080i CBR에서 1080i VBR 또는, 720p VBR로 천이될 때, 또는 반대의 경우에 수초간 화면이 깨지는 현상이고, 둘째는 inactive 채널운용을 고려하지 않아서 inactive 채널이 active 채널로 변경될 때 채널검색 동작과, active 채

널이 inactive 채널로 변경될 때 없어진 채널에 대한 DTV 동작 정책이 정해지지 않아 발생하는 현상이다.

각 제조사에서 보고된 오동작 내용을 정리하면 아래와 같으며, 제조사별 DTV 오동작 내용을 <표 8>에 정리하였다.

- o Active와 inactive가 천이되는 시점의 HD 채널구간의 화면 끊김 현상이 5초정도 발생
- o 방송 녹화기능이 있는 제품에서 HD 채널 녹화를 할 때 active, inactive 천이 구간에서 화면 끊김 현상이 심하게 발생함
- o Inactive 채널인데도 채널이 선택되어 “신호 없음”으로 나타남
- o Inactive에서 active 천이 후 자동으로 채널이 찾아지지 않아 수동 검색을 해야 채널을 찾을 수 있음
- o Active에서 inactive 천이 후 채널을 삭제해야 함에도 불구하고 채널이 삭제되지 않으며, “신호 없음”이라는 메시지가 발생하거나, active 채널의 마지막 화면이 정지영상 상태로 존재함

<표 8> 각 제조사별 MMS 송수신정합 수신기 오동작 내용

참 여 사	모델수	1~4번 시나리오	5~6번 시나리오
A	15 모델 (’06~’08년 생산)	o 보고된 문제 없음	o 1모델 : active 구간에서 inactive 구간으로 변경될 때 화면 출력이 없는 상태로 있음, 2008년 이전 모델은 모두 동일한 오동작을 보일 것임
B	7 모델 (’06~’08년 생산)	o 1모델 : SD 채널의 녹화 중 정지영상 구간은 Black으로 녹화되며, 동영상 구간이라도 재생 시작후 5초간 Black 화면이	o 1모델 : active 구간에서 inactive 구간으로 변경될때 화면에 출력이 없는 상태로 있음. o 1모델 : active 구간에서 inactive 구간으로 변경될 때 active 구간의 최종영상의 정지영상 화면이 보여짐

		되는 오동작 발생	o 1모델 : SD 채널의 녹화관련 오동작은 1~4번 시나리오 내용과 동일. HD 채널을 녹화할 때 모드 천이되는 부분에서 화면깨짐 현상이 발생
C	3모델(확보가능모델)	o 보고된 문제 없음	o 2모델: inactive에서 active 될 때 오디오만 출력됨. 수동으로 채널 Up/Down 하면 오디오 비디오 모두 출력됨
D	5모델(총 10 모델 중 기판 매 5모델 제외)	o 보고된 문제 없음	o 출시된 모든 모델 : active 채널구간에서 자동으로 검색되지 않아, 수동으로 채널검색을 해야 오디오 비디오를 볼 수 있음
E	26 모델('05.11월 이후 모델)	o 보고된 문제 없음	o 9모델 : inactive 채널이 검색되어 2개 채널로 잡힘 o 9모델 : active ↔ inactive 천이 구간에서 HD 채널의 비디오가 6초정도 깨짐 발생 o 9모델 : active에서 inactive 천이 시 SD 채널에서 화면 끊김현상 발생
F	3모델	o 1모델 : SD 채널의 정지영상에서 간혹 화면이 깨지거나 “신호없음” 현상 나타남	o 1모델 : 5번 시나리오의 active에서 inactive 구간 전환 시 HD 채널의 오디오가 15초 정도 후에 나옴
G	7모델	o 보고된 문제 없음	o 1모델 : SD 채널번호 등록은 되나 실제 수신이 되지 않음

6. 결 론

TV 채널 하나에 HD 방송 하나를 송출하고 있는 현재와 같은 시스템에서 MMS를 이용하여 추가 채널이 전송된다는 가정 하에 모드 전환이 일어날 경우의 수신기 동작 상태를 확인하기 위한 6가지 시나리오를 구성하여 송수신정합 시험 스트림을 제작하였다.

제작된 스트림은 제조사에 배포되어 TV를 이용한 수신동작 확인시험을 실시하였고, 그 결과를 7개 제조사, 66개 모델에 대해 취합하였다. 취합된 결과로 판단해 볼 때 시나리오 1~4번에 대해서는 몇몇 TV에서 정지화면이 일부 녹화되지 않거나, 간혹 화면이 깨지는 현상이 발견되었지만 대부분의 수신기들이 정상적으로 동작하여 서비스 시행에 큰 어려움이 없을 것으로 예상된다. 그러나 시나리오 5, 6번의 inactive 채널 설정에 대해서는 수신기들이 잘못된 동작을 보여주는 경우가 많아 MMS 방송 서비스를 시행하기에는 문제가 있는 것으로 결과가 도출되었다.

이러한 오동작 문제의 해결은 2006년도와 동일하게 대부분 내부 소프트웨어 업그레이드로 가능하다고 보고되었으나, 제조사 입장에서는 출시가 오래된 모델의 경우 소프트웨어 확보가 쉽지 않고, 확보가 되더라도 인력 및 비용이 많이 발생되어 문제해결이 쉽지않다고 한다.

따라서 지상파 DTV방송에 MMS를 도입하기 위해서는 사전에 기존 시장에서 통용되고 있는 수신기에 대한 호환성 확인과 함께 수신 중 오동작이 일어나는 수신기에 대한 대책이 마련되어야 할 것이다.

대부분의 수신기에 문제가 없다고 하더라도 일부 수신기에서 생길 수 있는 문제의 해결을 위해서는 본 과제에서 제작된 시험용 스트림을 활용한 디버깅과 더불어 제조사에서 필요로 하는 표준스트림이 별도로 제공될 필요가 있으며, 표준스트림 제작 및 배포를 위해서는 방송사, 제조사, 정부의 적극적인 협력체계가 요구된다.

또한 MMS 방송 서비스 시행에 있어 검증 과정에서 도출된 시나리오 이외의 것에 대해서는 별도의 확인시험을 거친 후 제조사와의 협의를 통하여 진행되어야 할 것이다.

III. MMS 화질평가

1. 개요

영상의 화질 평가를 위해서 지금까지 크게 주관적 평가 방법과 객관적 평가 방법이 사용되어 왔다.

주관적 평가 방법은 기존의 아날로그 방송이 시작된 이후 영상 화질평가를 위해 오랫동안 가장 신뢰성 있는 방법으로 사용되어 왔으며 최근 연구되고 있는 객관적 화질 평가 방법들에 비해 보다 정확한 평가 결과를 제공하고 있기 때문에 객관적 화질평가 방법의 성능평가의 기준이 되고 있다.

그러나 주관적 평가 방법은 평가자와 테스트 동영상에 따라 그 결과가 현격한 차이를 나타낼 수 있다. 즉 주관적인 시각적 화질에 대한 견해는 공간적 사실성(화면에 눈에 띄는 왜곡 현상이 있는가)과 시간적인 사실성(움직임이 자연스럽고 부드러운가)에 영향을 받게 된다. 또한 화질에 대한 보는 사람의 견해는 시각적인 주의력(관찰자는 모든 것을 동시에 관찰하기 보다는 일부분만을 응시함으로써 장면을 의지한다)과 최신 효과(recency effect: 동영상에 대한 견해는 이전에 본 장면보다 최근에 본 장면에 훨씬 많은 영향을 받는다)에 의해서도 영향을 받는다.

따라서 이러한 요소들은 시각적인 화질을 정확하게 수학적으로 측정하는데 어려움을 주기 때문에 이를 극복하기 위한 주관적 평가 방법의 연구가 필요하다.

모든 요소들을 고려한 화질 평가는 있을 수 없기 때문에 주관적 평가의 평가요소 제한을 위해 “지상파DTV기술위원회”에서 합의한 사항은 다음과 같다.

- o 화질평가에 사용할 모니터 대수는 1회 시험에 1대를 사용함
- o 화질평가는 1080i 17.4Mbps CBR 영상을 기준으로 삼고, 720p 14Mbps CBR과 1080i 14Mbps CBR영상과 비교하기로 함
- o 평가 시의 척도는 ACR(Absolutely Category Rating)을 이용하기로 함
- o 평가용 TV 크기는 40인치 대와 50인치 대에 대해서 주로 실시하기로 함

함

- o 각 제조사별 모니터의 종류별(LCD, PDP, 크기별)로 하며 결과는 A, B, C사로 기록하기로 함

기존 HDTV는 1080i에 19Mbps (비디오 17.3Mbps)를 사용하고 있다. 본 연구에서는 비디오에 할당된 대역폭을 감소시킬 경우 발생하는 화질 열화 정도에 대하여 조사하였다.

비디오 화질 측정은 비디오 코덱의 성능 검증, 동영상 압축 기법 최적화, 비디오 장비 성능평가, 전송 품질평가 등에 필요한 기술이다. 신뢰성 있는 화질 측정을 위해서, 주관적 평가방법이 중요하며 이러한 평가 방법 전반에 관해서 국제 표준 ITU-R BT.500[4], ITU-T P.910[5]등에 기술되어 있다.

본 연구에서는 이러한 국제 표준을 준용하여 비트율의 변화에 따른 화질 열화를 측정하였다. 또한 HD의 두 가지 해상도인 1080i(1920 x 1080)와 720p(1280 x 720)에 대해서도 화질을 비교하였다.

실제 가정 시청자가 체감하는 화질을 측정하기 위하여 상용 TV를 사용하여 화질평가 시험을 수행하였다. 사용된 TV는 Full HDTV와 일반 HDTV를 포함하고, LCD와 PDP 모두를 사용하였다. 원동영상의 움직임이나 복잡도에 따라 가능한 다양한 비디오를 선택하였으며, 원동영상의 특징에 따른 화질의 열화 정도의 차이를 조사하였다.

2. 시험 환경

가. 원동영상

화질 평가 시험의 결과는 원동영상의 선택에 따라 영향을 받을 수 있으며, 다양한 특징의 콘텐츠를 선택하는 것이 중요하다. 따라서 다음과 같은 사항들을 고려하여 다양한 영상을 선정하였다.

- o 영상의 전체적인 밝기

- o 영상의 움직임
- o 영상의 복잡도

본 연구에서는 2 세트의 동영상을 사용하였고, <표 9>와 <표 10>은 각 동영상 세트의 특징을 보여준다. 본 보고서에서는 <표 9>의 동영상을 ‘원 동영상 1’, <표 10>의 동영상을 ‘원 동영상 2’라고 지칭한다.

<표 9> 원 동영상 1의 특징

	영상 이름	특 징
목 록	너구리	영상의 복잡도는 높으나 움직임이 거의 없음
	나비와 백로	나비가 나오는 구간은 움직임이 적고 백로가 나오면서 움직임 증가
	꽃, 나무	카메라의 움직임이 많은 영상
	강, 새	카메라의 움직임과 영상의 복잡도가 높은 영상
	과도	전체적인 움직임은 없으나 과도의 출렁임이 심함
	주유소 차	카메라가 움직이며 자동차가 빠르게 지나감
	네온사인	전체적인 영상이 어두우며 영상의 변화가 빠름
	그네 위 아이	그네 위의 두 아이의 대화, 움직임이 거의 없음
	화재현장	움직임은 적으나 불이 출렁임
	트럭	전체적인 움직임이 적고 트럭이 천천히 움직임
	미니카	장면 전환이 많음. 움직임은 빠르지 않음
	무도회	많은 사람들이 등장하며 움직임이 많음
	공연	빠른 동작이 많이 들어감
	산강	움직임이 적음
	춤	화려한 의상의 여자들이 등장하여 천천히 춤을 춤
	우주	전체적으로 어두우며 영상은 빠름

<표 10> 원 동영상 2의 특징

	영상 이름	특 징
목 록	독수리	움직임이 적으나 갑자기 몸을 터는 구간이 있음
	고슴도치	영상의 복잡도가 높고 카메라가 줌인을 함
	악어	움직임이 적음. 물이 있어 압축 복잡도는 높음
	바닷가의 새	파도가 출렁임
	칠면조	영상의 움직임은 적으나 뒤 배경의 복잡도가 높음
	공원의 사람들	많은 사람들이 등장, 움직임은 적음
	건축물들	영상의 변화가 많으며 움직임은 보통
	도는 천장	카메라의 움직임이 많음
	견학온 아이들	많은 아이들이 등장
	집 화재	카메라의 움직임이 있고 불의 움직임이 활발함
	얼굴	애니메이션으로 전체 움직임이 적고 영상의 복잡도 낮음
	배	많은 사람들이 등장하며 영상의 복잡도가 높음

나. 코덱 및 압축율

영상의 압축에는 현재 우리나라 방송에서 사용하고 있는 MPEG-2 인코더 (사용장비 : Harmonic MV500, “지상파DTV기술위원회”에서 결정)를 사용하였다. 초당 프레임율은 1080i의 경우 29.97fps(frame per sec)를, 720p의 경우 59.94fps를 각각 사용하였다. 비트율은 1080i의 경우 19Mbps, 17.3Mbps, 15Mbps, 14Mbps, 10Mbps를 사용하였으며, 720p의 경우 15Mbps, 14Mbps, 13Mbps, 10Mbps, 8Mbps를 사용하였다. 시험에 원동영상을 포함하려 하였으나, 지상파 시험환경에서 설정할 수 있는 최대 비트율은 19Mbps임으로 이를 최대 비트율로 설정하였다.

<표 11>은 시험에 사용된 영상의 압축 정보를 나타낸다. 예를 들어 비디

오 #2는 해상도가 1080i이고 초당 프레임율이 29.97fps이며 비트율은 17.3 Mbps이다. 평가 참가자로 하여금 화질 평가 기준을 세울 수 있도록 열화가 심한 8Mbps와 10Mbps의 낮은 비트율의 영상도 포함하였다.

<표 11> 압축율 및 해상도 정보

비디오 #	Resolution/frame rate	Bit-rate	표기
1	1080i/29.97fps	19Mbps	19Mi
2	1080i/29.97fps	17.3Mbps	17.3Mi
3	1080i/29.97fps	15Mbps	15Mi
4	1080i/29.97fps	14Mbps	14Mi
5	1080i/29.97fps	10Mbps	10Mi
6	720p/59.94fps	15Mbps	15Mp
7	720p/59.94fps	14Mbps	14Mp
8	720p/59.94fps	13Mbps	13Mp
9	720p/59.94fps	10Mbps	10Mp
10	720p/59.94fps	8Mbps	8Mp

다. 사용 TV 종류 및 크기

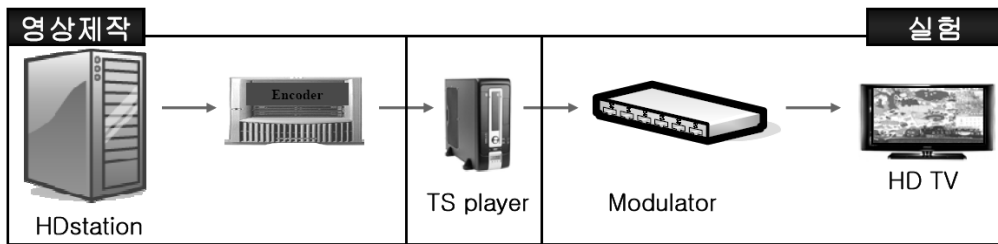
다양한 시청환경을 고려하기 위하여 Full HD와 HD, PDP와 LCD, 그리고 다양한 크기의 다수의 TV를 선정하였다. <표 12>은 시험에 사용된 TV 종류를 보여 준다.

<표 12> 화질평가 시험에 사용된 TV

	40인치	50인치	60인치
LCD HD	-	-	-
PDP HD	-	3대	-
LCD Full HD	2대	1대	-
PDP Full HD	1대	-	2대

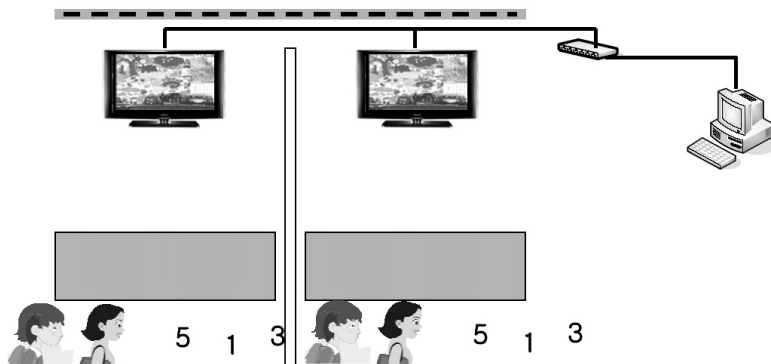
라. 시험 시스템

전체 시스템은 크게 두 부분으로 구성된다. 시험에 사용된 영상을 제작하는 과정과 실제 시험 과정이다 (<그림 3> 참조). HD station(무압축 영상 입출력 장치)을 통해 원본 영상을 인코더에 입력하여 선택한 비트율로 압축한 후 TS player(MPEG-2 TS 스트림 저장 및 재생 장치)에서 압축된 파일을 받아 저장하였다. 실제 주관적 평가 시험에서는 제작된 영상을 TS player로 재생하고 이를 변조기를 통하여 TV에 입력한다.



<그림 3> 화질평가를 위한 전체 시스템 구성도

<그림 4>는 주관적 시험 환경을 보여준다. TS player의 출력을 변조기 및 분배기를 이용하여 여러 대의 TV에 입력하고, 입력된 신호를 TV 모니터를 통하여 평가자들에게 보여준다.



<그림 4> 주관적 화질 평가를 위한 시험환경

마. 시험실 환경 (ITU-R_BT. 500-11 참조)

주관적 평가를 위한 시험 환경은 국제 표준인 ITU-T P910을 준용하였다.
<그림 5>는 시험실 환경을 보여준다.

- 시험실 내의 주변 조도: 20Lux
- TV 설정 : 제조사 출하 형태로 초기화
- 평가자와 TV간 거리: 3H (H : 실제TV화면 높이)



<그림 5> 화질 평가 시험실 환경

바. 시험자

평가에 참여한 평가자는 다음 조건을 만족하도록 하였다.

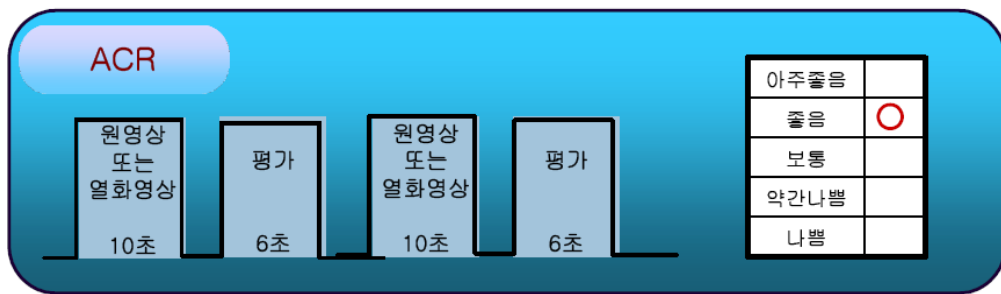
- 교정시력 포함, 양안시력 1.0 이상
- 색맹 색약이 아님
- 시험 진행자와 원만한 의사소통이 가능한 자

각 실험에는 총 24명의 평가자가 참가하였으며 최종 화질 점수는 24명의 평균값으로 하였다.

사. 주관적 평가 방법

본 평가 시험에서는 ITU-R BT.500에서 정의된 주관적 평가방법 중의 하나로 사용되는 ACR(Absolutely Category Rating) 평가 방법을 사용하였다.

이 방법은 single stimulus 방법으로 평가 대상 영상을 단독으로 한 번만 보여준다. 평가자는 이에 대하여 Excellent(5), Good(4), Fair(3), Poor(2), Bad(1)의 5단계로 평가한다. (<그림 6> 참조)



<그림 6> ACR 테스트 비디오 재생 과정 및 주관적 평가값 입력표

각 실험에서는 10초의 원동영상에 <표 11>에 나타난 압축률에 의하여 다수의 압축동영상(코덱 열화 영상)을 생성하였다. 첫 번째 실험에서는 16개의 <표 15> 원동영상을 사용하여 총 160개의 10초 실험동영상을 생성하였고, 두 번째 실험에서는 12개의 <표 16> 원동영상을 사용하여 총 120개의 10초 실험동영상을 생성하였다. 이와 같이 제작된 실험동영상을 평가자에게 무작위로 보여 주고, 평가자는 주어진 6초의 평가시간(voting time)에 화질을 평가한다. (<그림 6> 참조)

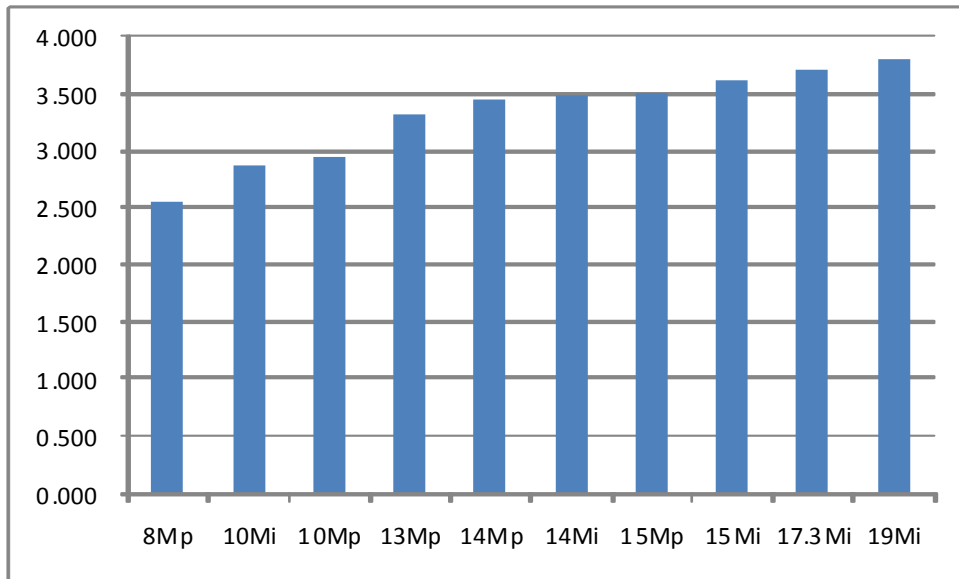
3. 시험결과

가. 비트율 변화에 따른 주관적 시험 결과

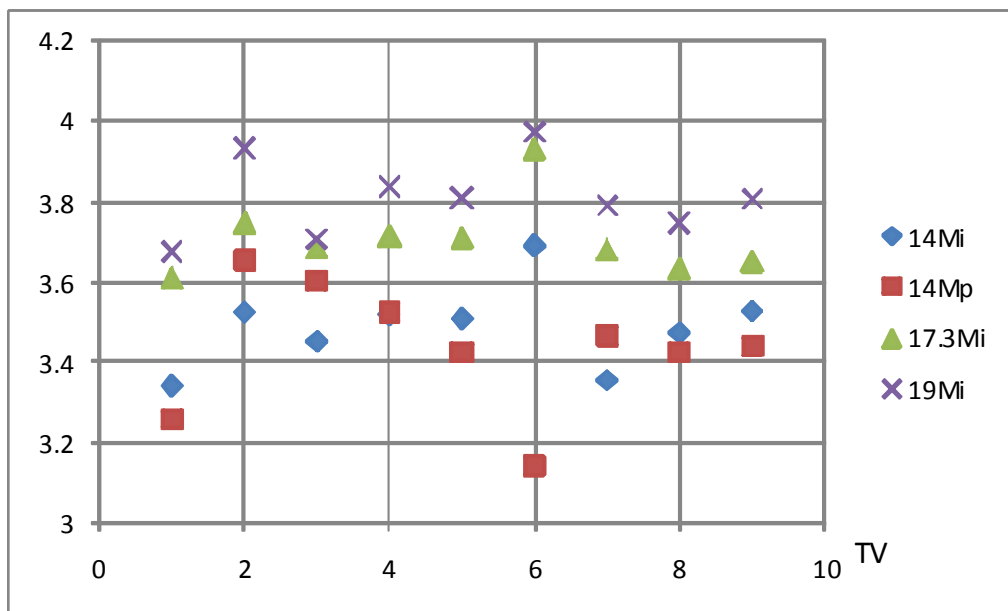
<표 13>과 <표 14>는 720p와 1080i에 대한 원동영상 1과 2의 비트율 변화에 따른 주관적 시험 결과를 보여준다. <그림 7>와 <그림 9>는 이를 그래프로 나타낸 결과로 720p도 비트율 변화에 따라 1080i와 비슷한 경향을 보이지만 동일한 비트율에서 1080i에 비해 점수가 약간씩 떨어지는 것을 볼 수 있다. <그림 8>과 <그림 10>은 원동영상 1과 2에 대한 TV별 주요 비트율에서의 주관적 시험 결과를 나타낸다.

<표 13> 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교(원 동영상 1)

TV	8Mp	10Mi	10Mp	13Mp	14Mi	14Mp	15Mi	15Mp	17.3Mi	19Mi
1	2.417	2.758	2.797	3.154	3.346	3.258	3.419	3.289	3.609	3.677
2	2.803	2.888	3.245	3.615	3.528	3.655	3.680	3.673	3.748	3.933
3	2.742	2.846	3.130	3.477	3.456	3.602	3.568	3.716	3.685	3.706
4	2.649	2.988	3.041	3.313	3.524	3.526	3.704	3.495	3.714	3.839
5	2.706	3.058	3.106	3.412	3.512	3.426	3.646	3.523	3.711	3.808
6	2.227	3.002	2.637	3.069	3.694	3.144	3.741	3.301	3.931	3.972
7	2.469	2.568	2.979	3.380	3.359	3.469	3.492	3.573	3.680	3.792
8	2.411	2.748	2.837	3.192	3.478	3.426	3.663	3.502	3.634	3.746
9	2.555	2.990	2.891	3.331	3.531	3.440	3.599	3.549	3.651	3.805
평균	2.553	2.872	2.963	3.327	3.492	3.438	3.612	3.513	3.707	3.809



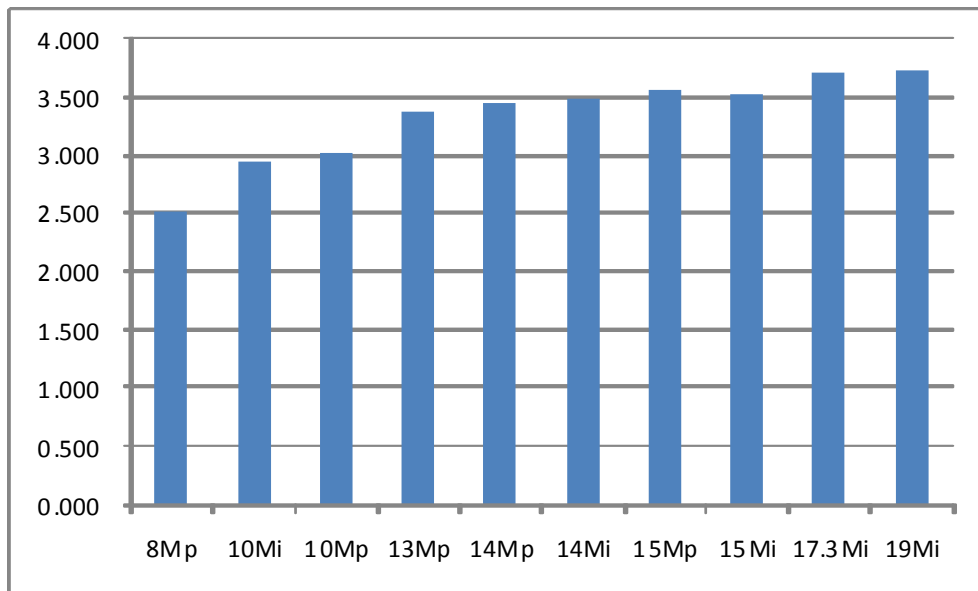
<그림 7> 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교(원 동영상 1)



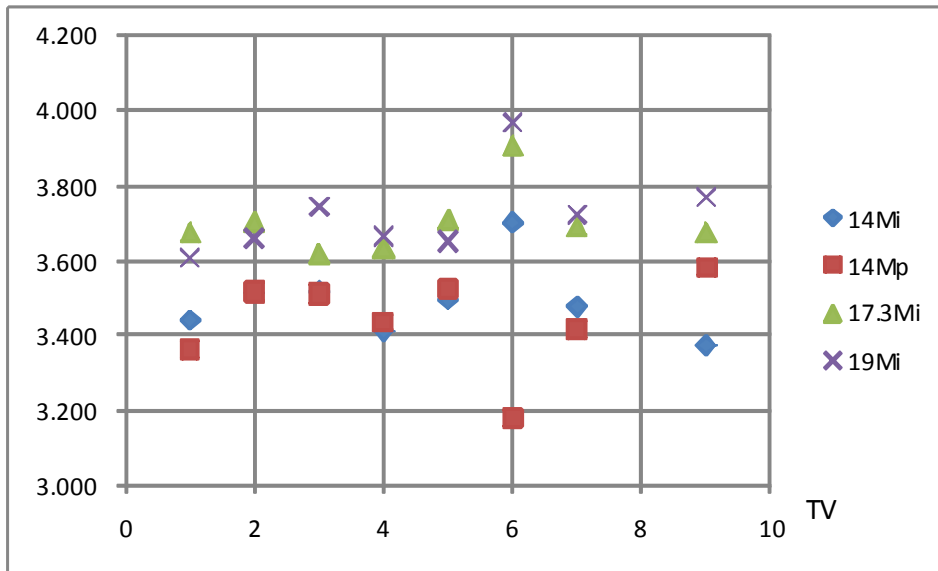
<그림 8> TV별 주요 비트율 변화에 따른 시험 결과(원 동영상 1)

<표 14> 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교(원동영상2)

TV	8Mp	10Mi	10Mp	13Mp	14Mi	14Mp	15Mi	15Mp	17.3Mi	19Mi
1	2.557	2.903	3.030	3.363	3.443	3.367	3.523	3.490	3.677	3.610
2	2.574	2.914	3.128	3.458	3.516	3.519	3.551	3.564	3.705	3.660
3	2.649	2.903	3.087	3.507	3.521	3.514	3.521	3.712	3.622	3.743
4	2.497	2.924	2.931	3.299	3.413	3.438	3.628	3.636	3.635	3.667
5	2.453	2.973	2.940	3.420	3.497	3.527	3.483	3.560	3.710	3.653
6	2.437	3.250	2.859	3.152	3.704	3.184	3.690	3.296	3.908	3.968
7	2.387	2.777	2.850	3.313	3.480	3.420	3.393	3.503	3.693	3.723
9	2.621	2.941	3.316	3.479	3.375	3.583	3.507	3.705	3.677	3.770
평균	2.522	2.948	3.018	3.374	3.494	3.444	3.537	3.558	3.703	3.724



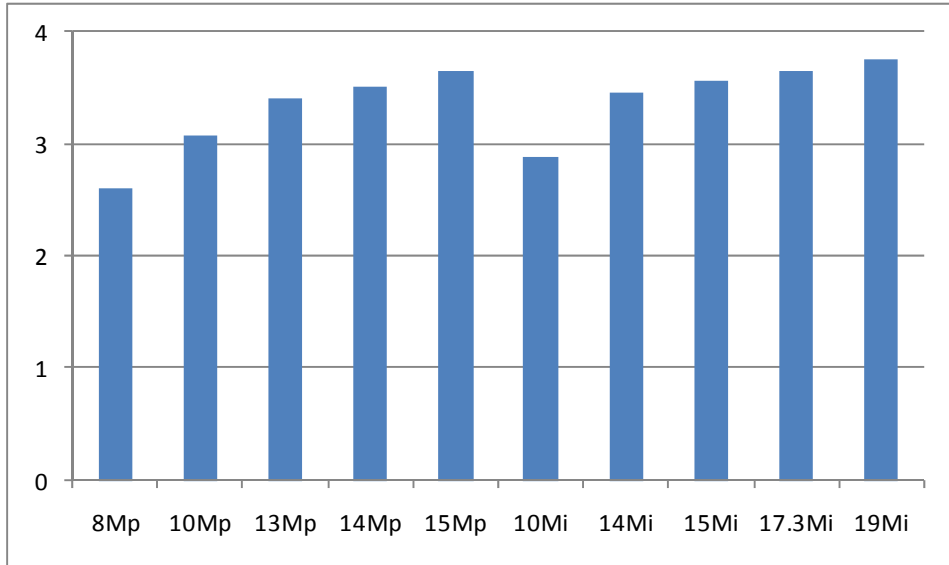
<그림 9> 720p와 1080i의 비트율 변화에 따른 시험 결과 비교(원 동영상 2)



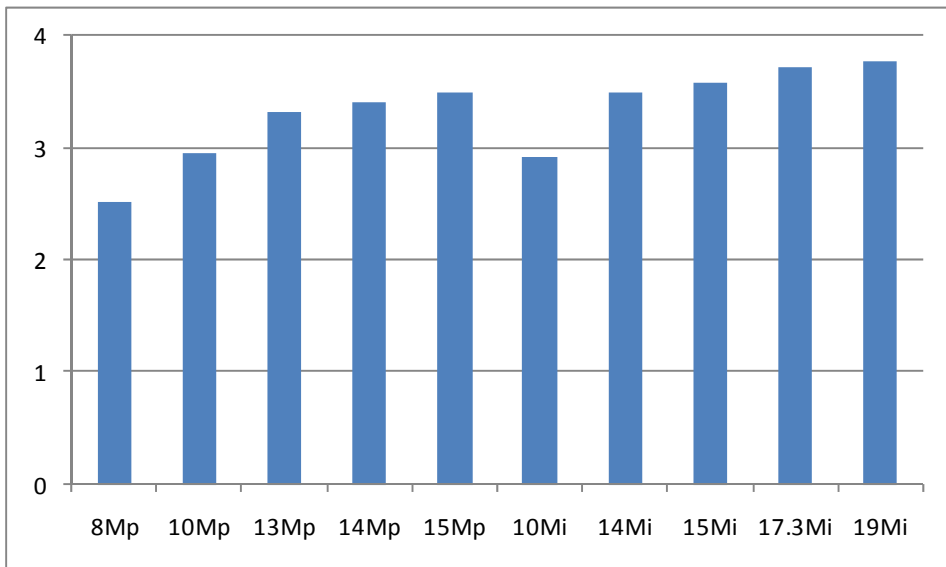
<그림 10> TV별 주요 비트율 변화에 따른 주관적 시험 결과(원 동영상 2)

나. Full HD와 HD 모니터 시험결과

현재 대부분의 일반 가정에서는 Full HDTV 또는 HDTV로 시청한다. <그림 11>은 압축율에 따른 HDTV의 화질 감소를 보여준다. <그림 12>는 압축율에 따른 Full HDTV의 화질 감소를 보여준다. <그림 11>과 <그림 12>로 MMS 시행 시 압축률 감소에 따른 화질열화가 Full HDTV와 HDTV에서 유사한 것을 볼 수 있다.



<그림 11> 압축률에 따른 HDTV의 화질 감소.



<그림 12> 압축률에 따른 Full HDTV의 화질 감소.

다. 원동영상에 따른 시험결과

화질 평가 시험에서 중요한 요인으로 작용하는 것 중에 하나가 원동영상의 선택이다. 원동영상을 어떻게 선택하느냐에 따라 시험 결과에 큰 영향을 미치게 된다.

<표 15>와 <표 16>은 시험에 사용된 원동영상 별 시험 결과를 보여주고 있다. “독수리” 영상이 비트율과는 상관없이 대체로 좋은 점수를 얻고 있는 것을 볼 수 있는데 이는 “독수리” 영상의 움직임이 거의 없기 때문에 압축을 하는 과정에서 열화가 거의 없다는 것을 나타낸다. 이에 반해 움직임이 많은 “집화재” 영상에서는 비트율의 변화에 따라 화질에서 더 큰 차이가 나는 것을 볼 수 있다.

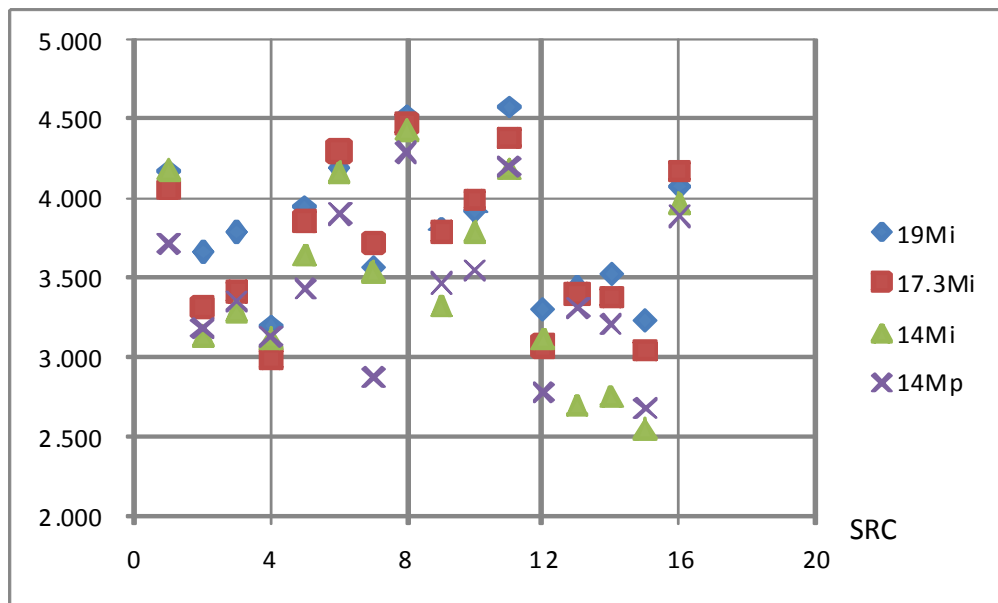
<표 15> 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 1)

영상	8Mp	10Mp	13Mp	14Mp	15Mp	10Mi	14Mi	15Mi	17.3Mi	19Mi
나비와백로	3.214	3.544	3.796	3.720	3.482	3.856	4.184	4.215	4.053	4.174
꽃,나무	2.223	2.716	3.166	3.182	3.453	2.434	3.133	3.467	3.314	3.663
강,새	2.284	2.620	2.924	3.357	3.493	2.420	3.290	3.429	3.407	3.790
파도	2.586	2.825	3.051	3.130	3.008	2.655	3.118	3.135	2.985	3.193
주유소차	2.585	3.018	3.228	3.437	3.552	3.029	3.642	3.701	3.853	3.947
네온사인	3.189	3.223	3.928	3.911	3.906	3.528	4.166	4.008	4.301	4.197
그네위아이	2.437	2.678	2.752	2.874	2.965	3.498	3.537	3.697	3.717	3.565
너구리	3.972	3.960	4.245	4.296	4.508	4.421	4.435	4.498	4.474	4.528
화재현장	2.496	3.170	3.455	3.467	3.511	2.554	3.321	3.710	3.787	3.810
트럭	2.575	2.982	3.367	3.548	3.693	2.895	3.787	3.752	3.987	3.921
미니카	3.250	3.912	4.340	4.204	4.383	3.765	4.188	4.278	4.387	4.582
무도회	1.601	2.134	2.613	2.784	2.866	1.747	3.113	3.044	3.069	3.297
공연	1.698	2.397	3.181	3.318	3.348	1.443	2.693	2.961	3.396	3.438
산강	2.074	2.715	2.981	3.210	3.180	1.952	2.750	3.239	3.372	3.521
춤	1.451	1.965	2.411	2.677	2.831	1.863	2.545	2.578	3.033	3.227
우주	3.214	3.543	3.792	3.898	4.039	3.887	3.968	4.088	4.175	4.082

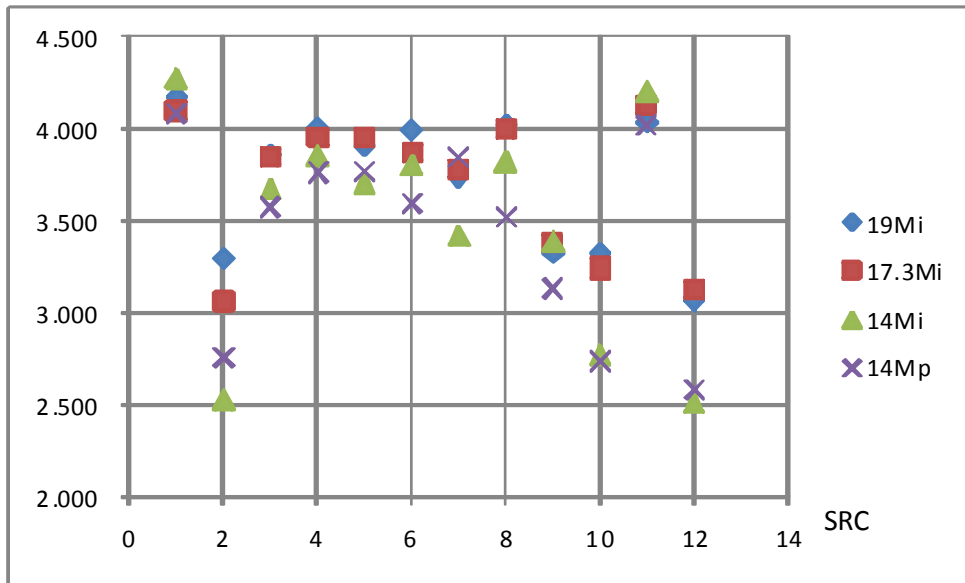
<그림 13>과 <그림 14>의 x축은 표에 나타난 원동영상 종류를 나타내며, y축은 전체 평균 주관적 평가 점수이다. 720p영상의 14Mbps와 1080i의 14Mbps, 17.3Mbps, 19Mbps를 비교하였다.

<표 16> 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 2)

영상	8Mp	10Mp	13Mp	14Mp	15Mp	10Mi	14Mi	15Mi	17.3Mi	19Mi
독수리	3.159	3.879	4.097	4.078	4.038	3.478	4.267	4.175	4.097	4.166
고슴도치	1.783	2.278	2.933	2.752	3.079	2.094	2.528	2.765	3.061	3.292
악어	2.226	2.960	3.534	3.570	3.615	3.012	3.671	3.770	3.848	3.854
바닷가의 새	3.141	3.525	4.009	3.758	4.085	3.547	3.854	4.036	3.961	4.001
칠면조	3.040	3.471	3.616	3.766	3.960	3.214	3.701	3.692	3.954	3.905
공원의 사람들	2.677	3.232	3.529	3.595	3.751	3.499	3.800	3.856	3.870	3.991
건축물들	2.440	3.270	3.717	3.838	3.755	2.368	3.418	3.349	3.779	3.733
도는 천장	2.438	3.002	3.259	3.513	3.498	3.023	3.817	3.720	4.003	4.018
견학온아 이들	2.680	2.856	3.047	3.129	3.307	3.145	3.385	3.423	3.374	3.324
집 화재	1.288	1.912	2.315	2.732	2.758	2.106	2.769	2.865	3.239	3.321
얼굴	3.862	4.012	4.256	4.012	4.155	4.108	4.202	4.193	4.131	4.028
배	1.528	1.815	2.176	2.583	2.698	1.783	2.511	2.604	3.126	3.062



<그림 13> 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른
전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 1).



<그림 14> 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른
전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 2)

<표 17>와<표 18>은 HDTV에 대해서 원동영상 별 시험 결과를 보여주며, <그림 15>와 <그림 16>은 이를 그래프로 나타낸 것이다.

<표 19>와 <표 20>는 Full HDTV에 대해서 원동영상 별 시험 결과를 보여주며, <그림 17>과 <그림 18>은 이를 그래프로 나타낸 것이다.

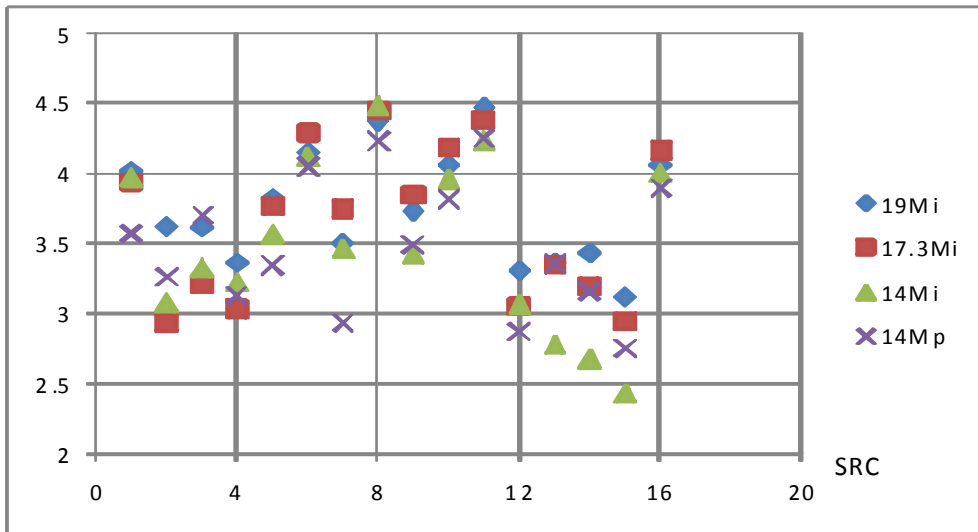
<표 17> HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 1)

영상	8Mp	10Mp	13Mp	14Mp	15Mp	10Mi	14Mi	15Mi	17.3Mi	19Mi
나비와백로	3.306	3.411	3.788	3.574	3.421	3.740	3.972	4.127	3.936	4.022
꽃,나무	2.208	2.806	3.270	3.260	3.546	2.278	3.079	3.456	2.933	3.623
강,새	2.254	2.738	2.968	3.700	3.597	2.333	3.327	3.175	3.208	3.617
파도	2.435	2.851	3.044	3.135	2.939	2.825	3.226	3.123	3.030	3.367
주유소차	2.601	2.891	3.099	3.345	3.673	2.889	3.570	3.681	3.770	3.823
네온사인	3.057	3.099	3.925	4.048	4.000	3.631	4.117	4.048	4.296	4.153
그네위아이	2.452	2.708	2.675	2.937	3.202	3.490	3.464	3.694	3.752	3.506
너구리	3.943	3.873	4.222	4.228	4.589	4.385	4.482	4.506	4.451	4.377
화재현장	2.421	3.301	3.456	3.492	3.635	2.700	3.424	3.801	3.845	3.730

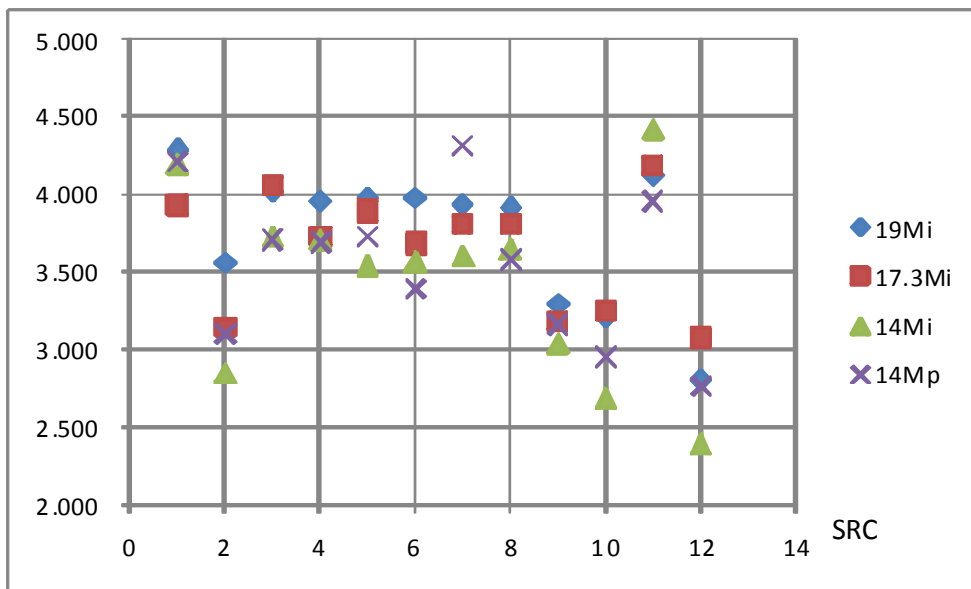
트럭	2.845	3.183	3.659	3.815	3.956	3.002	3.956	3.919	4.186	4.062
미니카	3.448	3.937	4.361	4.246	4.526	3.744	4.232	4.347	4.387	4.470
무도회	1.643	2.193	2.649	2.873	2.915	1.730	3.065	3.077	3.046	3.304
공연	1.690	2.276	3.190	3.359	3.424	1.449	2.780	3.022	3.353	3.367
산강	1.964	2.726	2.841	3.161	3.224	1.758	2.676	3.175	3.196	3.431
춤	1.574	1.962	2.401	2.758	2.796	1.899	2.433	2.514	2.946	3.119
우주	3.266	3.288	3.782	3.899	3.986	3.927	4.006	4.093	4.171	4.061

<표 18> HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 2)

영상	8Mp	10Mp	13Mp	14Mp	15Mp	10Mi	14Mi	15Mi	17.3Mi	19Mi
독수리	3.146	4.229	4.375	4.208	4.125	3.438	4.188	4.105	3.938	4.292
고슴도치	1.979	2.563	3.250	3.104	3.563	2.146	2.854	2.959	3.146	3.563
악어	2.417	3.021	3.604	3.709	3.708	3.125	3.729	3.979	4.063	4.021
바닷가의 새	3.000	3.396	4.021	3.688	4.146	3.333	3.709	3.813	3.730	3.959
칠면조	3.083	3.688	3.729	3.729	4.104	3.167	3.542	3.750	3.896	3.980
공원의사람들	2.667	3.104	3.313	3.396	3.667	3.125	3.563	3.584	3.688	3.980
건축물들	2.729	3.896	4.167	4.313	4.125	2.458	3.604	3.625	3.813	3.938
도는 천장	2.729	3.230	3.292	3.583	3.729	3.084	3.646	3.542	3.813	3.917
견학온아이들	2.834	3.250	3.125	3.167	3.354	2.959	3.042	3.000	3.188	3.292
집 화재	1.500	2.209	2.334	2.958	2.833	2.063	2.688	2.834	3.250	3.209
얼굴	3.854	3.979	4.250	3.959	4.084	4.250	4.417	4.229	4.188	4.125
배	1.688	1.854	2.459	2.771	3.063	1.917	2.396	2.750	3.084	2.807



<그림 15> HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 1)



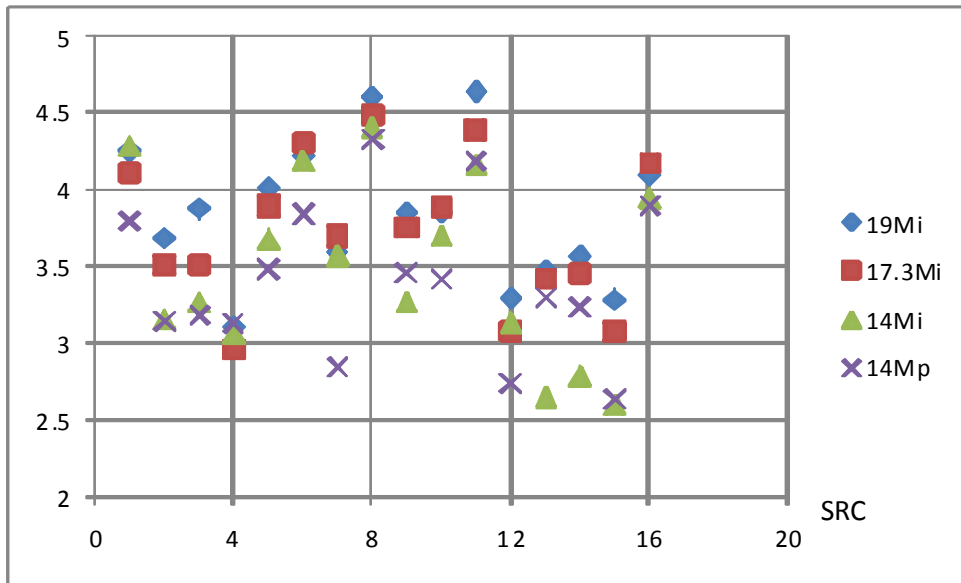
<그림 16> HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교 (원 동영상 2)

<표 19> Full HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 1)

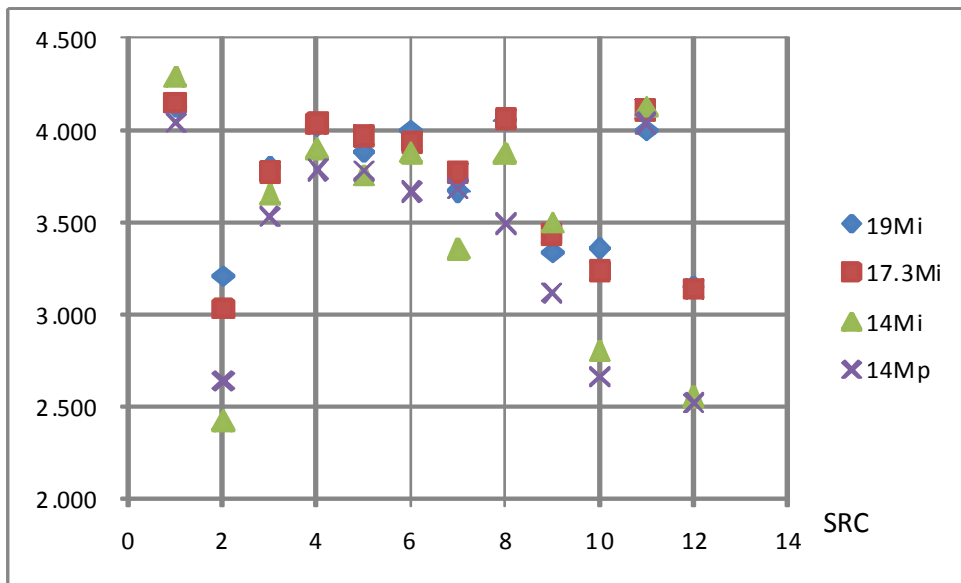
영상	8Mp	10Mp	13Mp	14Mp	15Mp	10Mi	14Mi	15Mi	17.3Mi	19Mi
나비와백로	3.168	3.610	3.801	3.793	3.512	3.914	4.289	4.259	4.111	4.250
꽃, 나무	2.231	2.672	3.115	3.143	3.407	2.513	3.160	3.473	3.505	3.683
강, 새	2.299	2.560	2.902	3.186	3.441	2.463	3.272	3.556	3.507	3.876
파도	2.662	2.812	3.054	3.128	3.042	2.570	3.064	3.141	2.963	3.107
주유소차	2.577	3.081	3.293	3.483	3.491	3.100	3.679	3.711	3.894	4.010
네온사인	3.254	3.285	3.930	3.843	3.859	3.477	4.190	3.989	4.303	4.219
그네위아이	2.430	2.663	2.790	2.842	2.847	3.502	3.574	3.699	3.700	3.594
너구리	3.986	4.004	4.257	4.329	4.468	4.440	4.412	4.494	4.485	4.604
화재현장	2.534	3.104	3.454	3.455	3.449	2.481	3.269	3.664	3.759	3.851
트럭	2.439	2.881	3.221	3.414	3.561	2.842	3.703	3.669	3.888	3.851
미니카	3.151	3.899	4.329	4.184	4.312	3.775	4.166	4.243	4.388	4.638
무도회	1.581	2.105	2.596	2.739	2.841	1.755	3.136	3.027	3.080	3.294
공연	1.702	2.458	3.176	3.298	3.310	1.440	2.650	2.930	3.417	3.474
산강	2.130	2.710	3.051	3.235	3.158	2.049	2.787	3.271	3.459	3.566
춤	1.389	1.966	2.417	2.637	2.849	1.845	2.601	2.611	3.077	3.282
우주	3.187	3.671	3.797	3.898	4.065	3.867	3.950	4.085	4.177	4.092

<표 20> Full HDTV의 원동영상별 주관적 시험 결과(원 동영상 2)

영상	8Mp	10Mp	13Mp	14Mp	15Mp	10Mi	14Mi	15Mi	17.3Mi	19Mi
독수리	3.164	3.762	4.004	4.035	4.009	3.492	4.294	4.198	4.150	4.124
고슴도치	1.718	2.184	2.828	2.635	2.918	2.077	2.419	2.701	3.032	3.201
악어	2.162	2.940	3.511	3.524	3.584	2.974	3.652	3.701	3.776	3.798
바닷가의 새	3.188	3.568	4.005	3.782	4.065	3.618	3.902	4.110	4.038	4.015
칠면조	3.026	3.399	3.578	3.778	3.912	3.230	3.754	3.673	3.973	3.880
공원의 사람들	2.680	3.275	3.602	3.661	3.779	3.623	3.880	3.946	3.931	3.995
건축물들	2.343	3.061	3.567	3.680	3.632	2.338	3.356	3.257	3.768	3.665
도는 천장	2.341	2.926	3.248	3.490	3.421	3.003	3.875	3.780	4.066	4.052
견학온아이들	2.629	2.724	3.021	3.116	3.291	3.207	3.499	3.563	3.436	3.334
집 화재	1.217	1.813	2.309	2.657	2.733	2.120	2.797	2.875	3.235	3.358
얼굴	3.865	4.023	4.258	4.030	4.179	4.061	4.131	4.181	4.113	3.995
배	1.475	1.803	2.082	2.521	2.576	1.738	2.549	2.555	3.141	3.147



<그림 17> Full HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교(원 동영상 1)



<그림 18> Full HDTV의 원동영상별 비트율(14M, 17.3M, 19M) 변화에 따른 전체 평균 주관적 점수 비교(원 동영상 2)

4. 결 론

<표 21>은 1080i 17.3Mbps를 기준으로 하였을 때, 비트율 감소에 따른 화질지수(MOS: Mean Opinion Score) 감소율을 보여준다. 720p 14Mbps의 경우, 1080i 17.3Mbps와 비교하였을 때 약 7.1%의 화질지수 감소가 관찰되었다. 1080i 14Mbps의 경우, 약 5.7%의 화질지수 감소가 관찰되었다. 이는 모든 TV와 전체 비디오에 대한 평균이며, 각 TV 별 또는 원동영상에 따른 화질 감소율은 큰 편차를 보여 주었다.

특히 움직임이 큰 경우나, 장면 변화가 잦은 경우와 같이 프레임 차이가 큰 경우 비트율 감소에 따른 화질 열화가 큰 것으로 관찰되었다. 이는 일반적인 드라마, 대담 프로 등과 같이 프레임 간 차이가 크지 않은 경우, 비트율 감소에 따른 화질 열화가 크게 인지되지 않으나, 스포츠 등과 같이 움직임이 크고 장면 변화가 잦은 경우, 비트율 감소에 따른 화질 열화가 심할 것으로 예상된다.

<표 21> 1080i 17.3Mbps를 기준으로 하였을 때 화질지수(MOS) 감소율

8Mp	10Mi	10Mp	13Mp	14Mi	14Mp	15Mi	15Mp
31.5%	21.5%	19.3%	9.6%	5.7%	7.1%	3.5%	4.6%

<표 22>는 움직임이 상대적으로 많은 영상에서 1080i 17.3Mbps를 기준으로 하였을 때, 비트율 감소에 따른 화질지수(MOS) 감소율을 보여준다. 720p 14Mbps의 경우, 1080i 17.3Mbps와 비교하였을 때 약 15.7%의 화질지수 감소가 관찰되었다. 1080i 14Mbps의 경우, 약 14.5%의 화질지수 감소가 관찰되었다.

<표 22> 움직임 많을 경우 1080i 17.3Mbps 기준 화질지수(MOS) 감소율

8Mp	10Mi	10Mp	13Mp	14Mi	14Mp	15Mi	15Mp
60.2%	35.0%	41.0%	28.5%	14.5%	15.7%	11.5%	14.9%

압축률에 따른 화질열화는 Full HDTV와 HDTV에서 유사하게 나타났다. 즉 MMS 시행 시, 시청자가 체감하는 화질 열화는 Full HDTV와 HDTV에서 유사하게 나타날 것으로 예상된다.

만일 MMS 방송이 시행된다면, 일반적인 영상 (대담, 드라마, 뉴스, 강의 등과 같이 움직임이 많지 않은 영상)에서 발생하는 화질열화는 미미하여 시청자에게 큰 거부감을 주지 않을 것으로 예상된다. 단 스포츠 또는 일부 영화와 같이 움직임이 많은 동영상에서는 상당한 화질열화가 발생하여 시청감이 저하될 수 있다. 또한 일반적인 영상에서도 순간적으로 움직임이 클 경우 (프레임간 차이가 큰 경우)에도 화질 열화가 발생할 것으로 예상된다. 방송사는 이러한 특성을 고려하여 MMS 시행 시, 시청감의 저하를 일으킬 수 있는 화질열화가 발생하지 않도록 만전을 기할 필요가 있다. 또한 향후 코덱 성능 향상을 통하여 압축률 증가에 따른 화질 열화도 최소화 될 수 있을 것으로 전망된다.

IV. 차세대 방송방식 ATSC-M/H

1. 개요

1990년대 후반에 처음으로 적용되었던 ATSC 방식은 도심지 필드테스트 등에서 등화기(equalizer) 성능이 좋지 않은 것으로 나타났으며, 이를 개선하기 위한 논의가 심도 있게 이루어지기 시작하였다. 이러한 개선 방법으로 2000년대 초반에는 E-VSB, A-VSB 등의 기술들이 제안되기도 하였다.

북미 방송표준 단체인 ATSC(Advanced Television Systems Committee)에서는 기존에 서비스 되고 있는 ATSC 8VSB(8 level Vestigial Side Band) 방식에 모바일 방송을 추가로 서비스하기 위해 2007년 중반에 ATSC-M/H의 제안서를 공모하였고, TSG (Technology and Standards Group) S/4를 구성하여 북미 모바일 방송에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다.

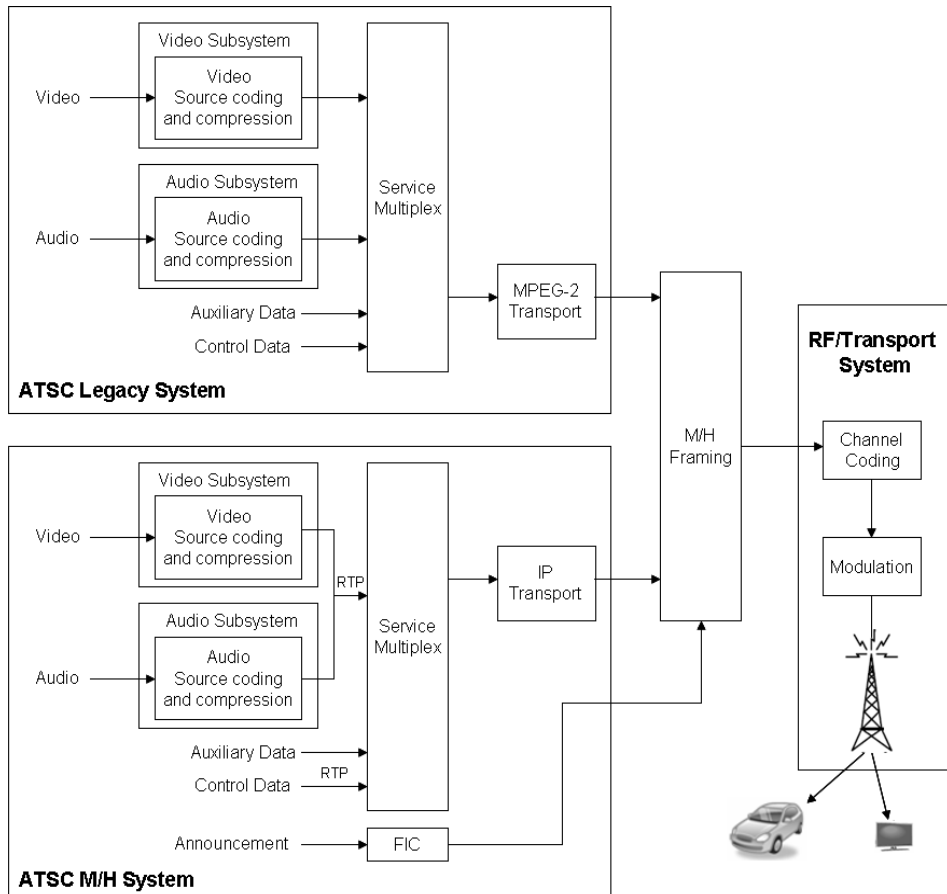
ATSC-M/H의 주요 요구조건은 다음과 같다.

- o ATSC-M/H 서비스는 DTV 방송 채널에서 송신되어야 한다.
- o 기존의 ATSC 수신기는 ATSC-M/H 서비스를 수신할 수 없어야 한다.
- o ATSC-M/H 방송은 기존의 DTV 서비스에 영향을 끼치지 않을 정도의 변동성 데이터율을 가져야 한다.
- o 120km/hr 속도의 자동차, 버스, 기차 등의 이동환경에서 모바일 수신 가능해야 한다.
- o 실시간 방송수신이 가능해야 한다.
- o 차량에 설치되어 있는 수신기에서 480p의 해상도 비디오와 스테레오 오디오를 지원해야 한다.
- o 휴대 단말기에서는 352 x 288(CIF)의 해상도와 2채널 스테레오 오디오를 지원해야 한다.
- o 디지털 on-channel repeater, translator, distributed transmission의 사용을 지원해야 한다.

2. ATSC-M/H 기술

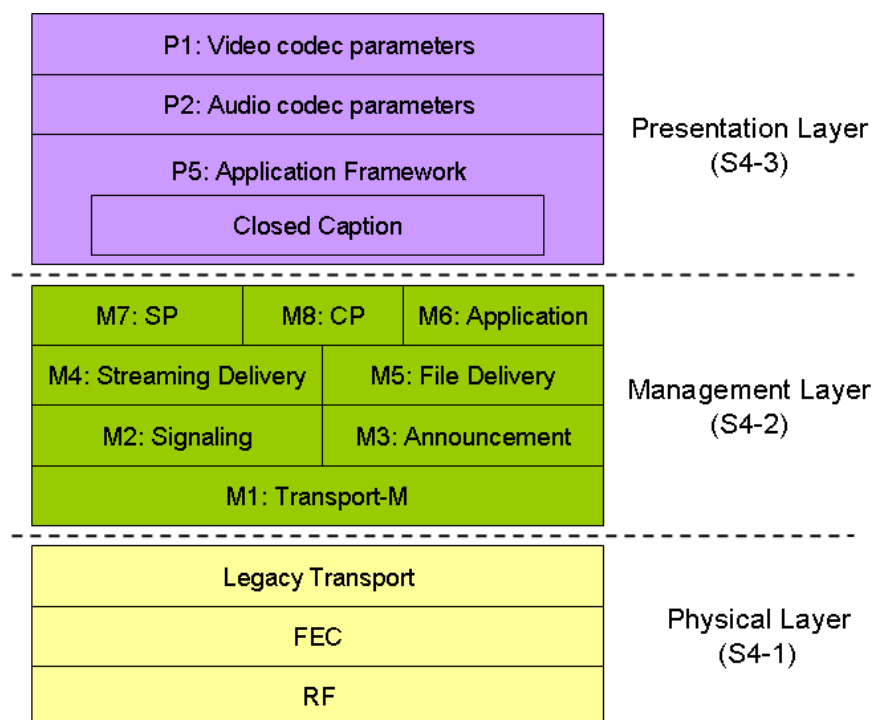
가. ATSC-M/H 시스템 구조

ATSC-M/H 서비스는 기본적으로 ATSC A/53에 기술된 ATSC 방송서비스와 같은 RF 채널을 공유한다. 따라서 기존의 ATSC 8VSB 방송 중 19.4Mbps의 데이터율 중 일부분을 활용하여 모바일 방송을 제공하며, 나머지는 기존의 HD 방송 또는 복수개의 SD 방송 서비스를 위해 사용한다. 즉 M/H 시스템은 듀얼 스트림 시스템으로 기존의 디지털방송 서비스와 더불어 새로운 모바일방송이 추가된 것이다. ATSC-M/H 시스템의 구조는 <그림 19>와 같다.



<그림 19> ATSC-M/H 시스템 구조

ATSC TSG S/4에서는 모바일방송 표준인 ATSC-M/H를 물리계층 (Physical Layer), 관리계층(Management Layer), 표현계층(Presentation Layer) 3개의 부분으로 나누어 표준화 작업을 진행하고 있으며, ATSC-M/H 시스템의 Layer 구조는 <그림 20>과 같다.



<그림 20> ATSC-M/H 계층구조

물리계층 RF, FEC, Legacy Transport로 구성되어 있다. LG전자의 MPH, 삼성전자의 AVSB, 톰슨사의 기술 등이 제안되었으며, 2008년 5월 성능테스트 결과 LG전자와 삼성전자의 MPH/AVSB를 채택하는 것으로 결정되었다.

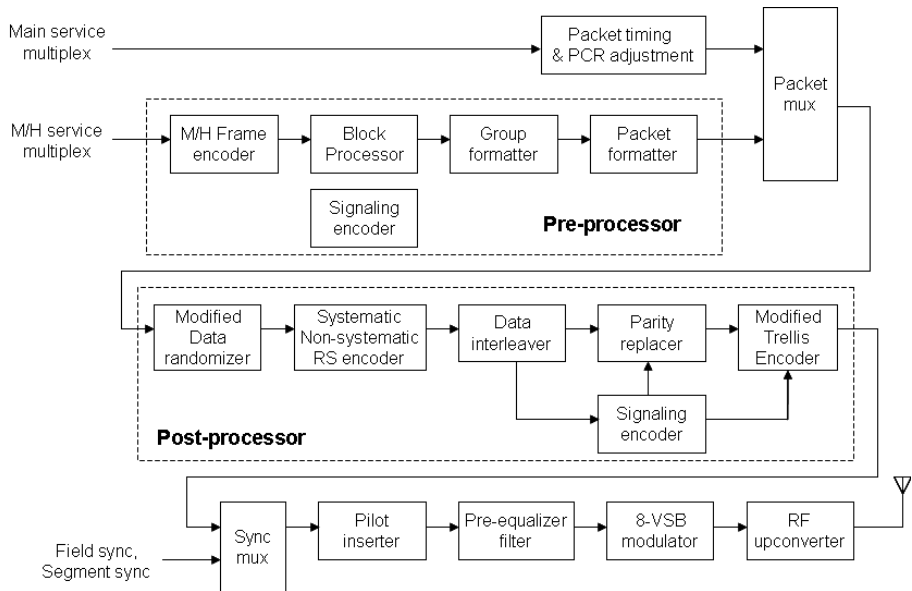
관리계층은 Transport, Signaling, Announcement, Streaming Delivery, File Delivery, Service Protection, Content Protection, Application으로 구성되어 있다. 이중 Content Protection은 ATSC-M/H 2.0에서 다루기로 결정하였고, Application은 S4-3에서 다루는 것으로 결정되었다.

표현계층은 Video codec, Audio codec, Application Framework, Closed Caption으로 구성되어 있다. Video codec은 H.264를 사용하고, 오디오코덱은

HE-AACv2, Closed Caption은 북미에서 기존에 쓰고 있는 EIA-708을 사용하기로 하였다.

나. ATSC-M/H 송신 데이터 처리

<그림 21>은 M/H 송신 시스템의 블록 다이어그램을 보여주고 있다.



<그림 21> ATSC-M/H 송신 시스템 블록 다이어그램

M/H 송신 시스템은 메인 서비스 데이터의 MPEG TS 스트림과 M/H 서비스 데이터의 스트림을 함께 입력 받는다. 높은 레벨에서 볼 때에 M/H 송신 시스템의 기능은 이 두 개의 다른 입력 스트림을 합쳐서 하나의 MPEG TS 스트림으로 가공하여 보통의 ATSC 트렐리스 코딩된 8VSB 신호로 변조하는 것이다.

기존의 8VSB 수신기와의 호환성을 유지하기 위하여 M/H 서비스 데이터는 M/H Encapsulated(MHE) 패킷이라고 하는 특별한 MPEG-2 TS 패킷으로 캡슐화 된다. 캡슐화 된 M/H 패킷은 MPEG-2 비디오/오디오, MPEG-4 비디오/오디오, 데이터, IP 패킷에 실려 있는 서비스 등의 어떠한 포맷이라

도 M/H 송신 시스템에서 사용될 수 있다.

M/H 서비스 데이터의 유무에 따라 메인 서비스 데이터의 방사 시간의 변화가 발생할 수 있다. M/H 송신 시스템에서는 방사되는 신호가 MPEG과 ATSC 표준을 따르도록 하기 위해 두 데이터가 합쳐지는 지점에서의 변화를 보상하기 위해 필요한 변화가 정의되어 있다. 이 기능은 <그림 21>의 “Packet Timing & PCR Adjustment” 블록에서 수행된다.

M/H 데이터에 대해서 M/H 송신 시스템의 동작은 전처리기(Pre-processor)와 후처리기(Post-processor)의 두 단계로 나뉘어져 수행된다.

전처리기의 기능은 M/H 서비스 데이터를 M/H 데이터 구조로 재배열하고, 부가적인 FEC 코딩을 추가함으로써 M/H 서비스 데이터의 강인성을 개선하여 이를 MHE TS 패킷으로 캡슐화 하는 것이다. 전처리기에는 M/H 프레임 인코딩, 블록 프로세싱, 그룹 포매팅, 패킷 포매팅, M/H 시그널링 인코딩의 블록들이 포함되어 있다.

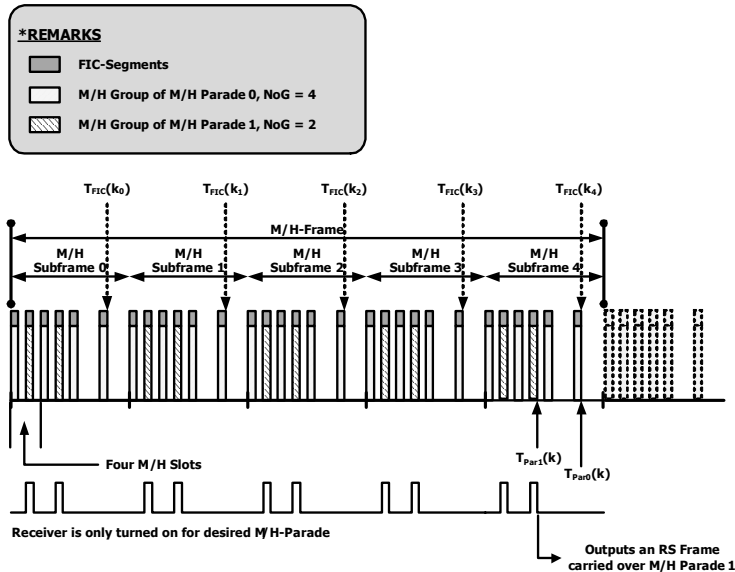
후처리기의 기능은 메인 서비스 데이터를 정상적인 8VSB 인코딩에 의해 처리하고, 전처리된 M/H 서비스 데이터가 메인 서비스 데이터와 합쳐져 기존의 ATSC 8VSB 수신기에서 호환성이 유지되도록 조작하는 것이다. 합쳐진 스트림에서 메인 서비스 데이터는 기존의 8VSB 송신기와 같은 방법으로 랜더마이징, RS 인코딩, 인터리빙, 트렐리스 인코딩의 블록들을 통과하며 처리되고, M/H 서비스 데이터는 이중 데이터 랜더마이저를 바이패스 한다. M/H 서비스 데이터는 non-systematic RS 인코더에 의해 처리되며, 각각의 트레이닝 시퀀스의 시작점에서 트렐리스 인코더 메모리를 초기화하기 위해 부가적인 조치가 취해진다.

다. ATSC-M/H 전송 시스템 및 서비스 시그널링 시스템

1) ATSC-M/H 물리계층 서브시스템의 타임 슬라이싱 구조

ATSC-M/H 물리계층에서 수신기의 전력 소모를 줄이기 위해 타임 슬라이싱 메커니즘을 이용하여 M/H 데이터가 전달된다. <그림 22>와 같이 각 M/H 프레임 시간 인터벌은 5개의 동일한 길이의 서브 프레임으로 나뉜다.

다. 각각의 M/H 서브 프레임은 48.4msec 길이의 4개의 서브 디비전들로 나뉜다. 이러한 VSB 프레임 시간 인터벌들은 4개의 M/H 슬롯들로 나뉘고, 결국 한 개의 M/H 서브 프레임은 16개의 M/H 슬롯들로 구성된다.



<그림 22> Time Sliced Structure

송신되는 M/H 데이터는 한 세트의 연속적인 RS 프레임들 안에 패키지 형태로 들어가서 전달된다. 이 RS 프레임들의 세트는 논리적으로 하나의 M/H 양상블을 형성한다. 한 M/H 프레임동안 전달되는 각각의 RS 프레임의 데이터는 M/H 그룹들로 나뉘고, M/H 그룹들은 M/H 퍼레이드들로 조직된다. M/H 퍼레이드는 2개까지의 RS 프레임들로부터의 M/H 그룹들을 운반한다.

2) RS 프레임

RS 프레임은 기본적인 데이터 운반 유닛이며, 이 안에 IP 데이터그램들이 캡슐화되어 들어간다. M/H 퍼레이드는 항상 제1차의 RS 프레임을 운반하지만, 추가로 제2차의 RS 프레임을 운반할 수 도 있다. RS 프레임의 개수와

각 RF 프레임의 사이즈는 M/H 물리 계층에서 전송 모드에 따라 결정된다. 일반적으로 제1차의 RF 프레임의 사이즈는 제2차의 RF 프레임보다 크다.

3) FIC: Fast Information Channel

FIC는 데이터 채널과는 별개로 존재하는 채널이며 신속한 서비스 수신을 위하여 사용된다. FIC를 별개로 정의하는 주요 목적은 신속히 M/H 서비스 정보를 효과적으로 전달하기 위해서이다. 이 정보는 M/H 서비스와 M/H 양상블사이의 바인딩 정보와 M/H 서비스 시그널링 채널을 위한 버전 정보를 포함하고 있다. FIC는 FIC-Chunk라는 데이터 모델을 전달하는데, 각 FIC-Chunk의 사이즈는 TNoG의 값에 의해 결정되며, M/H 서브 프레임에는 항상 하나의 FIC-Chunk가 전송된다.

4) M/H 서비스 및 M/H 양상블

M/H 서비스는 일반적인 개념에 있어서 ATSC A/65에 정의된 가상 채널과 유사하다. M/H 서비스는 시청자에게 가치가 있는 정보를 포함하는 IP 스트림들의 세트로 구성되어 있다. M/H 서비스의 통상적인 예는 TV 서비스와 오디오 서비스이다. M/H 서비스들이 모여 M/H 양상블로 구조화되며, 각각은 연속적인 RS 프레임들의 세트로 구성된다. 일반적으로 하나의 M/H 서비스는 하나의 M/H 양상블 안에 포함될 수 있다.

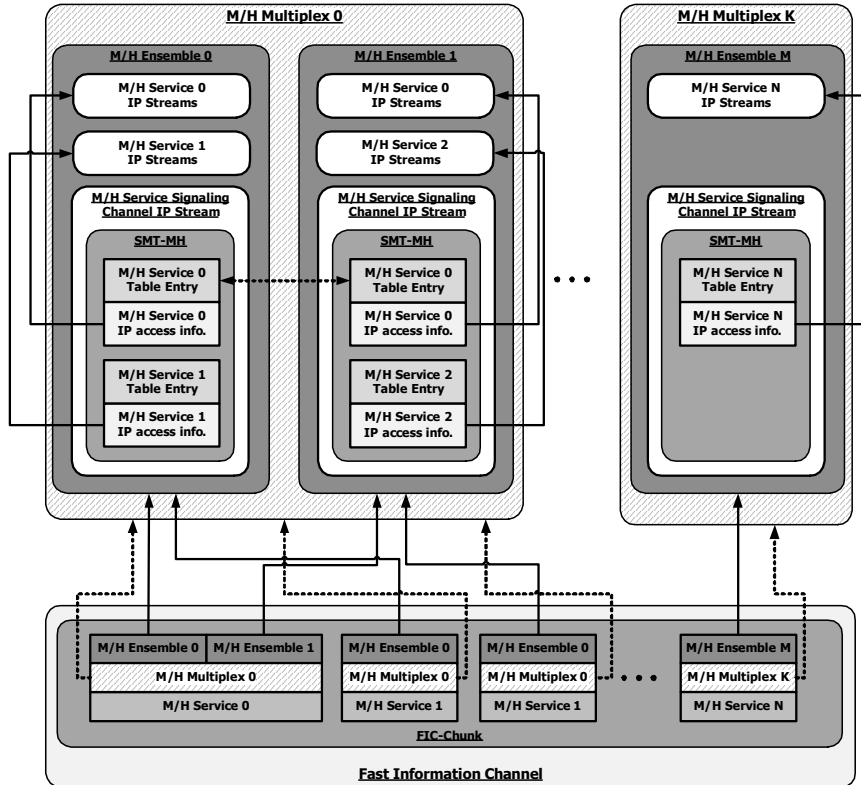
5) 계층적 시그널링 구조

M/H 서비스를 수집하는 것은 M/H 서비스를 포함하고 있는 M/H 양상블에 액세스하는 것과 M/H 서비스에 액세스하는 것의 두 단계의 계층으로 구분된다. 이 두 단계의 계층적 시그널링 데이터는 다음과 같이 정의된다.

- o M/H 양상블에 액세스 : FIC-Chunk는 M/H 서비스와 M/H 양상블 간의 바인딩 정보를 제공하고, 각 M/H 서비스에 대한 상위 레벨 정보를 제공한다.
- o IP 레벨 M/H 서비스에 액세스 : 서비스 맵 테이블(SMT-MH)은 각

M/H 서비스를 위한 IP 주소 정보와 모든 IP 스트림 컴포넌트 레벨의 정보를 제공한다.

<그림 23>은 ATSC-M/H에 적용된 계층적인 시그널링 구조의 개념을 보여준다. 두 개의 M/H 앙상블이 M/H 멀티플렉스를 구성하고 있다.



<그림 23> ATSC-M/H 계층적 시그널링 구조

라. Announcement

ATSC-M/H 시스템에서 서비스 되고 있는 M/H 서비스들은 Announce 서브시스템을 통하여 announce 되며, 서비스 가이드가 이용된다.

서비스 가이드는 특별한 M/H 서비스로 서비스 시그널링 서브시스템에서 정의되어 있다. ATSC-M/H 수신기는 GAT(Guide Access Table)를 읽음으

로써 현재 서비스되고 있는 서비스 가이드들을 수신하며, 이 테이블은 각 서비스 프로바이더에 대한 정보와 각 가이드에 대한 액세스 정보를 제공한다.

ATSC-M/H 서비스 가이드는 OMA(Open Mobile Alliance) BCAST(Broadcast Services Enabler Suite) 서비스 가이드이며, 한 개 이상의 IP 스트림을 이용하여 전송된다. 메인 스트림은 Announcement 채널을 전송하고, 0개 또는 여러 개의 스트림들이 가이드 데이터를 전송하기 위해 이용된다.

마. Application Framework

ATSC-M/H 플랫폼의 주요 목적은 송신소로부터 모바일 또는 휴대 단말기에 오디오/비디오 서비스를 전송하는 것이다. Application Framework는 방송사들이 오디오/비디오 서비스와 연계된 부가적인 여러 요소들을 정의하고 제어함으로써 추가적인 콘텐츠 저작을 가능하게 한다. 이는 그래픽 요소들과 서비스를 위한 레이아웃, 부가적인 데이터 요소들을 정의할 수 있도록 한다. 또한 방송사들이 프리젠테이션을 변경하고 프리젠테이션 타임라인 등을 제어하기 위한 리모트 이벤트를 보내는 것을 가능하게 한다.

Application Framework는 기본적인 ATSC-M/H 오디오/비디오 서비스에 부가적인 시그널링과 데이터 콘텐츠를 추가한다. <그림 24>는 기본적인 ATSC-M/H 오디오/비디오 서비스에 Application Framework가 추가된 결과를 보여준다.



<그림 24> Application Framework

Application Framework는 다음과 같은 OMA RME(Rich Media Environment) 요소들로 구성된다.

- o Format of scene descriptions
- o Scene commands
- o Inline scripting
- o Event handling
- o Timing and processing model
- o Packaging and delivery
- o Static and dynamic device capabilities

마. 서비스 프로텍션

ATSC-M/H 서비스 프로텍션은 OMA BCAST DRM 프로파일을 기반으로 하며, 다음과 같은 요소들로 구성되어 있다.

- o Key provisioning
- o Layer 1 registration
- o Long-Term Key Message
- o Short-Term Key Message
- o Traffic encryption
- o Advanced Encryption Standard(AES)

- o Secure Internet Protocol(IPsec)
- o Traffic Encryption Key(TEK)

3. 표준화 및 시장 동향

가. 표준화 동향

ATSC TSG S/4는 2007년 6월 27일 첫 회의를 개최하였으며, 2008년 9월에 candidate 표준을 정하여 2009년 상반기에 표준을 완성하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 통해 북미 아날로그 방송 종료시점인 2009년 2월 이전에 모바일 방송을 할 수 있는 기회를 제공하려고 하고 있다. ATSC에서 모바일 방송 표준이 제정될 경우, ATSC 방송 표준을 따르고 있는 캐나다, 멕시코, 온두라스에서도 ATSC-M/H 방송 표준을 채택할 가능성이 있다.

나. 필드 테스트 및 시연

UHF와 VHF 채널을 이용하여 미국 내 여러 도시(Lincolnshire, Columbus, Las Vegas, Washington DC, Chicago, San Francisco 등)에서 ATSC-M/H 필드 시험을 위해 실제 방송 채널을 할당하여 시험을 수행하였다. DTV 고정 수신 커버리지 내에서 모바일 방송 수신도 잘 이루어짐이 확인되었다.

다. 시장 동향

여러 수신기 제조업체들이 프로토타입의 수신기들을 개발 중에 있으며, 전시회에서 제품을 선보였다. ATSC의 공개 표준 정책으로 향후 더 많은 다양한 제조업체들이 M/H 관련 제품들을 생산할 계획이다. Harris 등 장비업체에서는 상업용 방송 장비를 출시하였다. 국내에서는 DTV Interactive 등에서 M/H 송신 장비를 개발하였는데 방송국 장비 보다는 수신기 개발업체에서 시험용으로 사용할 수 있는 용도이다.

4. 결 론

고정방송 위주의 HD급 서비스에 최적화되었던 ATSC의 8VSB 기술에 이동방송 서비스를 가능하게 하는 ATSC-M/H 기술은 기존에 서비스되고 있는 HD 서비스 대역의 일부를 사용하여 저해상도의 A/V 서비스를 가능하게 하는 기술이다.

ATSC-M/H로 인하여 북미지역에 새로운 이동방송 시장이 형성되고 미국 이동 방송 시장이 2012년에 18억 달러 규모에 이를 것으로 전망(IDC의 2008년 시장보고서)되는 등, 이동방송 단일 시장 규모로는 세계 최대인 북미 시장은 산업적으로도 충분히 주목할 가치가 있다. 따라서 ATSC-M/H의 북미 시장 조기 선점을 위하여 국내 방송 및 제작 장비업체를 포함한 관련 산업체의 적극적인 진출 노력이 필요하다.

더구나 ATSC-M/H 기술은 2009년부터 아날로그 방송을 중단하고 본격 디지털방송 시대를 맞이하는 미국 지상파 방송국(약 1500개의 Station)들로서는 서비스의 다변화와 이를 통한 신규 수입창출을 통해 디지털방송 전환에 더욱 박차를 가할 수 있는 중요한 시장 변화의 의미를 가지고 있다.

이러한 미국의 방송사업자의 변화 노력은 특히 국내 DMB 산업 활성화를 기대하는 국내 이동방송 사업자들에게 시사점이 매우 크며, 북미지역 방송사업자들의 ATSC-M/H의 비즈니스 모델 및 추진 방향에 대하여 반드시 참고할 필요가 있는 이유이기도 하다.

국가적인 차원에서도 ATSC-M/H 핵심기술 확보를 위한 정부 및 학계, 연구소 등의 지원이 필요할 것으로 예상된다. 특히, 초기 서비스 도입기간에는 ATSC-M/H 기술의 복잡성으로 인해 선발 업체들이 반 독과점 형태의 시장을 형성할 가능성이 높기 때문에 이러한 국가적 지원이 국내 관련 업체들의 북미 시장 공략 및 기술력 주도에 직접적인 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 국내 경기 활성화 및 신규 고용 시장 창출에 기여할 수 있을 것이다.

V. 차세대 방송방식 DVB-T2

1. 개요

1990년 이전까지 DTV 방송은 비실용적이고 고가의 시스템인 것으로 여겨져 왔으며, 1991년에 와서야 방송 사업자들과 방송 장비 제조업자들이 디지털TV의 연구개발을 위한 전 유럽을 포함하는 기구 설립을 논의하였다. 그 결과 유럽 디지털 방송의 미래를 준비할 기구 ELG(European Launching Group)가 설립되었다. ELG는 유럽의 모든 미디어 관련 단체들(공영 방송과 민영 방송, 방송장비 제조업체, 정부조직 등)을 포함하고 있으며, MoU(Memorandum of Understanding) 체결을 통하여 미래의 디지털방송 분야를 다룰 포괄적인 제도를 제정하였다.

MoU를 통하여 DTV 방송을 위한 하나의 표준을 연구 개발하기 위한 근간을 마련하였으며, 지상파 외에 위성방송과 케이블방송 그리고 MDS(multi distribution system)까지 포함하도록 하였다. MoU는 1993년 9월에 모든 ELG 참여자들에 의해 조인되었는데 이것이 바로 DVB의 탄생이다. 디지털 TV 연구그룹은 디지털 지상파 방송에 대한 가능성과 전망에 대한 연구를 시작하게 되었고 동시에 다양한 분야의 뉴미디어에 대한 연구 조사도 병행하였다.

디지털 지상파 방식인 DVB-T 기술은 전 유럽 단위의 연구개발을 통하여 진행되고 있으며, DVB 시스템에서의 음성과 영상의 부호화 등은 거의 모든 전송방식에 호환이 가능도록 하기 위하여 MPEG-1, 2 시스템을 근간으로 하고 있다. DVB 그룹에서는 차세대 지상파 디지털TV 표준을 위하여 2006년에 새로운 연구 프로젝트로 “DVB-T2”를 시작하였다.

DVB-T2 표준은 디지털TV의 데이터 전송률을 높이고 전송 네트워크를 튼튼하고 유연하게 만드는 것을 핵심으로 하고 있으며, 모바일 기기로 디지털 TV 콘텐츠를 전송하거나 지하철, 기차, 버스 등의 운송수단으로 방송 서비스를 원활하게 전달하는 것에 초점을 맞추고 있다. 1997년에 소개된 DVB-T를 보완하여 전송효율을 30% 이상 개선한 시스템이고 향후 2009년 경에 상용화될 것으로 보인다. 또한 아날로그TV 방송이 종료되면 비워지게

될 주파수를 이용하여 지상파 고선명 TV를 제공하고 새로운 서비스가 제공될 것으로 기대한다. 본 장에서는 이러한 DVB-T2의 기술, 표준화 동향, 시장동향에 대하여 기술하였다.

2. DVB-T2 기술

DVB-T2는 HD 서비스의 보편화, 모바일 어플리케이션의 다각화 등을 고려하여 DVB-T에 비해 전송효율을 향상시키고 이동수신 성능을 개선시키기 위해 탄생하였다.

DVB-T2에서는 새로운 기술로 이동통신에서 사용하던 기술인 Preamble 구조, 하나의 기지국에 2개의 안테나를 설치한 것처럼 설정하는 Diversity 기술인 분산 MISO(Multi-input Single Output), 채널코딩에서 비트 인터리버 기술, 일부 캐리어를 다른 용도로 사용하는 PAPR (Peak-to- Average Power Ratio) 감소 기법, 변조할 때 회전시키는 방법인 Rotated Constellation, 256QAM 사용 등을 도입하였다.

DVB 표준은 이미 존재하는 솔루션이 있다면 새로 개발하지 않고 그것을 활용하는 것을 원칙으로 함에 따라[6], DVB-T2는 <표 23>과 같이 DVB-S2의 데이터 패키징용 베이스밴드 프레임과 에러정정용 LDPC(Low Density Parity Check)코드를 사용한다.[7]

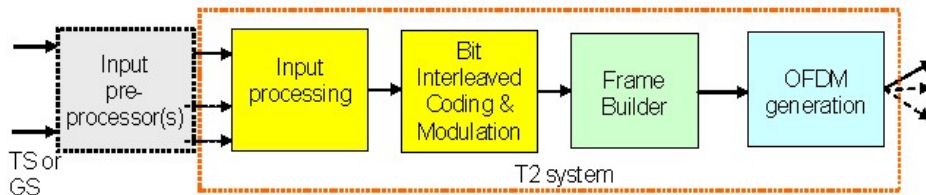
<표 23> DVB-T2와 DVB-S2의 특성 비교

	DVB-T	DVB-H	DVB-T2	DVB-S2
Modulation	QPSK/16QAM/64QAM	QPSK/16QAM/64QAM	256QAM	QPSK/8PSK/16APSK/32APSK
PHY FEC	CC+RS	CC+RS	BCH+LDPC	BCH+LDPC
FFT sizes	2k, 8k	2k, 4k, 8k	TBD	
PHY/Link	MPEG-2 TS	MPEG-2 TS	Baseband	Baseband

layer interface			Frames	Frames
Link layer protocol		MPE	GSE	GSE
Multiplexing	Cont. CBR	Time-sliced	Time-Freq. sliced VBR	
Liner layer FEC	None	RS(255,191)	None	None
Bandwidth	8MHz	8MHz	8MHz	27.5MHz
Service rate /RF	~22.1Mbps (64QAM, 2/3)	~8.3Mbps (16QAM, 1/2&5/6)	~32.4Mbps (256QAM, 3/4)	~58.8Mbps (8PSK, 2/3)

가. DVB-T2 시스템

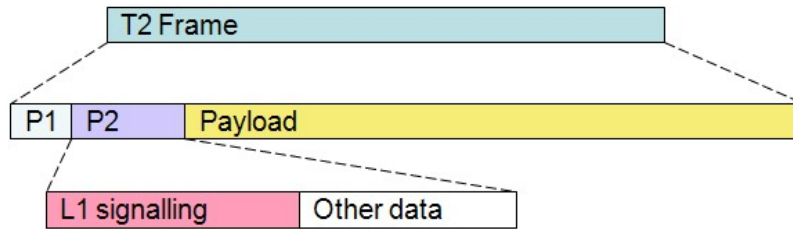
<그림 25>에서 DVB-T2는 하나 또는 그 이상의 MPEG-2 TS를 입력받아 한 개의 RF를 출력한다. 8MHz채널에서 null 패킷을 포함한 TS의 최대 입력율은 100Mbit/s이고 null 패킷을 제거하고 최대 출력율은 50Mbit/s이다.



<그림 25> DVB-T2 블록 다이어그램

DVB-T2 프레임은 <그림 26>과 같이 파일럿(P1, P2)과 페이로드로 구성되어 있다. 입력 데이터 스트림의 용량 합계는 하나의 물리계층 프레임(T2-frame)이 처리할 수 있는 용량을 초과할 수 없다.

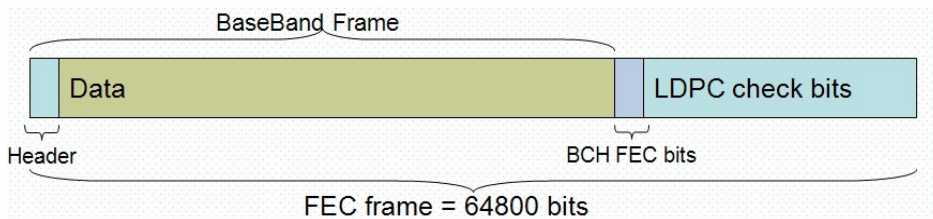
프레임 지속시간은 150ms~250ms이며 P1과 P2가 차지하는 오버헤드는 1% 미만이다. 페이로드는 TDM(Time Division Multiplex) 방법으로 변조와 코딩을 지원한다.



<그림 26> 프레임 구조

나. 인터리버 부호화 및 변조

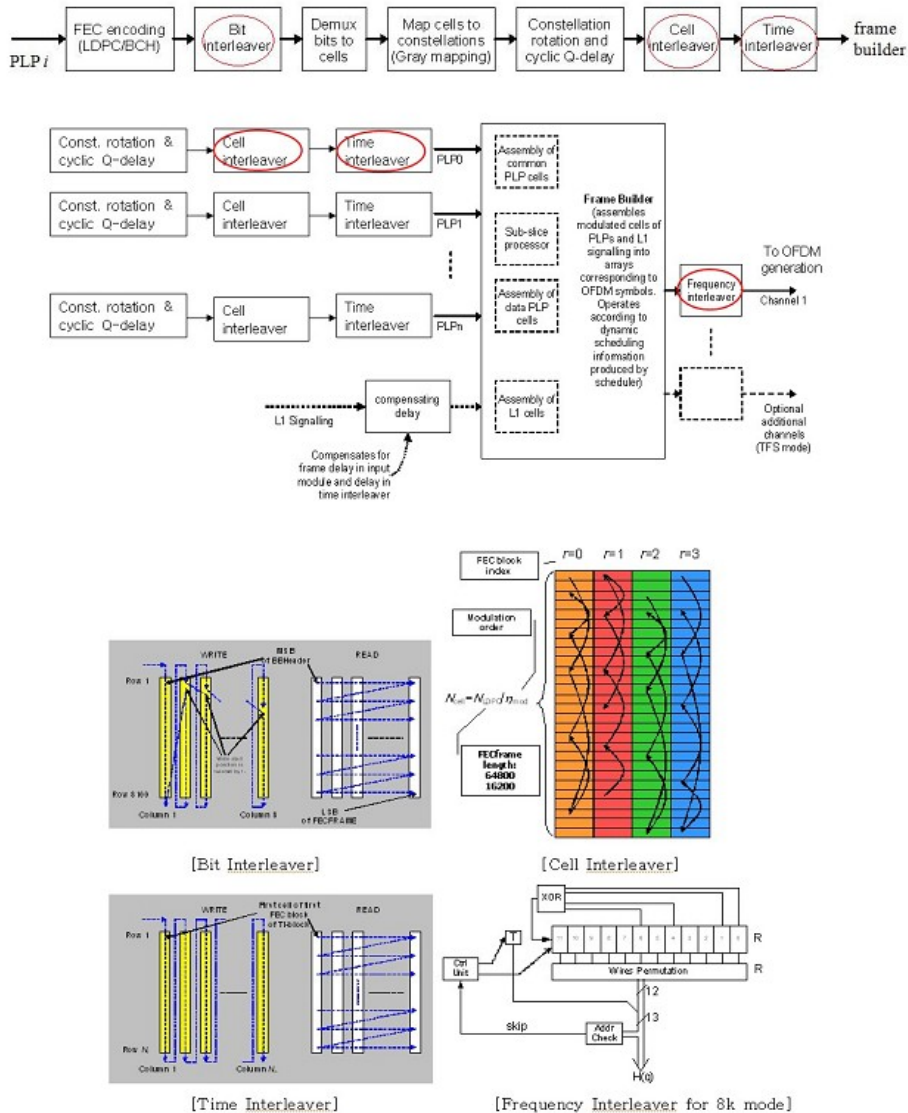
DVB-T2에서 기존과 가장 많이 바뀐 부분이 채널코딩 방식이다. 기존에 사용하던 RS 코드 기술을 사용하지 않고 BCH(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem multiple error correction binary block code) 코드를 사용한다. <그림 27>처럼 베이스밴드 프레임은 헤더와 데이터로 구성되어 있으며 DVB-S2의 LDPC(Low Density Parity Check code)에 의해 보호된다. LDPC 복호 후에도 남아 있는 에러는 BCH 코드로 제거하게 된다. 64,800bits 길이의 FEC(Forward Error Correction)는 DVB-T2의 기본단위가 되고 1/2, 3/5, 2/3, 4/5, 5/6의 LDPC 코드 비를 사용한다. 또한 저속의 데이터 서비스를 지원하기 위해 16,200bits의 짧은 FEC 프레임도 사용한다.



<그림 27> Bit 인터리빙 전 FEC 프레임

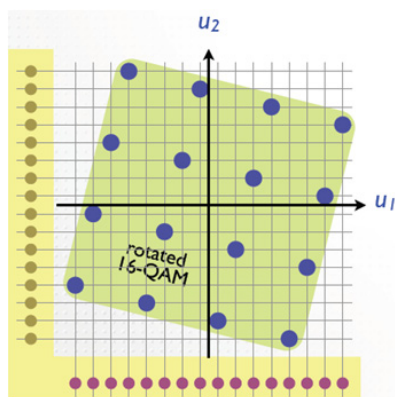
인터리버는 무작위 패턴의 에러를 발생시키도록 하는 기술로써 LDPC 코드가 랜덤하게 분포하는 비트 에러에 대해서 우수한 성능을 가지고 있기 때문에 사용되어 진다. <그림 28>처럼 DVB-T2에서는 4가지 인터리버가 사용된다. 비트 인터리버(BI: bit interleaver)는 한 FEC 블록 내에서 에러를 랜덤화 하기 위해 사용되는 row/column 블록 인터리버로 구성된다. 슬라이

스나 서브 슬라이스 전체를 통해 FEC 블록들로부터 데이터 셀들을 분산시키기 위해 시간 인터리버(TI: Time Interleaver)와 셀 인터리버(CI: Cell Interleaver)를 사용하고 한 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼에서 인접한 데이터 셀들을 랜덤화하기 위해 주파수 인터리버(FI : Frequency Interleaver)를 사용한다.



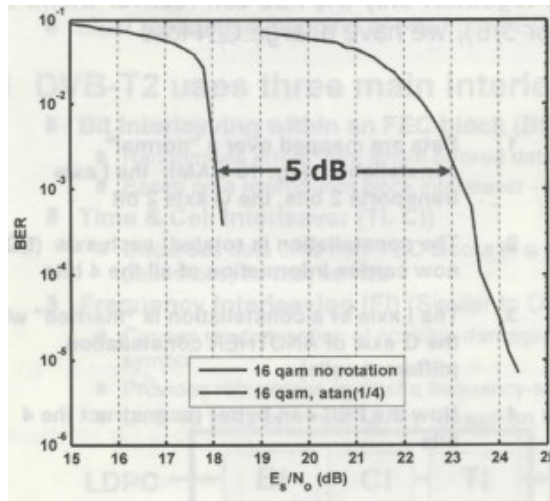
<그림 28> 인터리빙 기법

주파수 인터리버를 한 후 OFDM을 하기 전 해결해야할 것이 있다. 주파수 선택성 페이딩에 의해 캐리어가 삭제될 경우 많은 비트들을 잃어버릴 수 있다. 이 문제는 오직 FEC에서 해결할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 DVB-T2에서는 성좌도 회전(Constellation Rotation) 기법을 사용한다. <그림 29>에서 보듯이 데이터를 일반적인 QAM(예, 16-QAM) 성좌도 (i, q)에 매핑한 후 성좌도를 회전시켜 새로운 성좌(u1, u2)를 생성한다. 이 좌표는 서로 다른 셀에 의해 전송된다. 그리고 각 변조 타입별로 회전각이 있는데 QPSK(29°), 16QAM(16°), 64QAM(8°), 256QAM($\arctan(1/16)$)이다.



<그림 29> 성좌도 회전 기법

성좌도 회전 기법은 데이터 셀의 손실에 대해 개선된 견고성을 제공한다. <그림 30>에서 보듯이 코드 비를 4/5로 하고 Rayleigh 채널에서 15% 셀 손실을 가정할 경우 다른 채널에서 5dB의 이득을 얻는다. 낮은 오버헤드로 인해 보다 낮은 FEC를 선택함으로써 비트율을 증가시킬 수 있다.

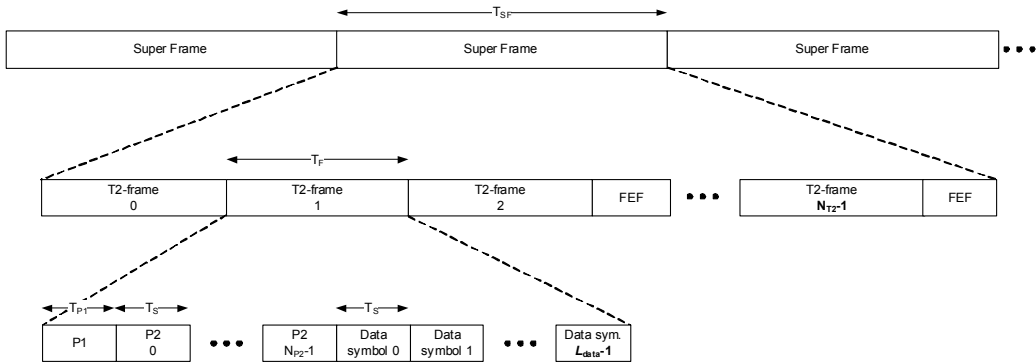


<그림 30> 성좌도 회전기법의 효과

DVB-T2에서 또 하나 바뀐 부분은 데이터 셀 변조를 위해 QPSK, 16QAM, 64QAM 변조 외에 256QAM 변조를 추가시킨 것이다. 이것으로 인해 용량을 크게 증가 시킬 수 있다.

다. 프레임 생성

프레임 구조는 <그림 31>처럼 슈퍼 프레임에 N개의 T2 프레임과 OFDM 심볼로 나누어져 있다. 또한 슈퍼 프레임은 FEF(future extension frames)를 추가할 수 있다. 일반적으로 프레임 지속시간은 150~250ms이고 최대 개수는 256개이다. 슈퍼 프레임의 지속시간은 FEF를 제외한 64sec(250ms x 256개)이고 FEF를 포함하게 되면 128sec가 된다.

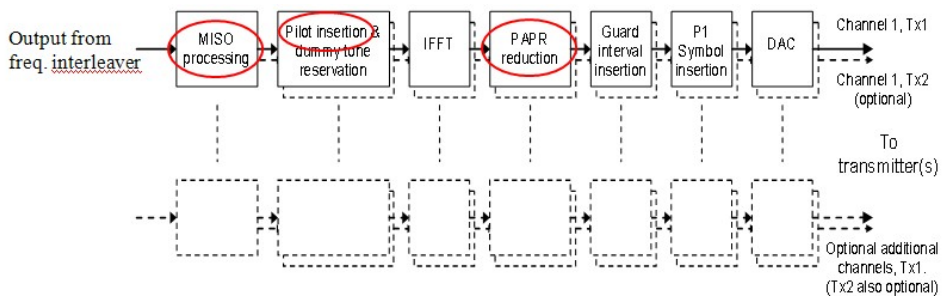


<그림 31> 슈퍼 프레임 구조

P1은 프레임의 시작 신호, FFT(Fast Fourier Transform) 크기 등의 정보를 보내고 P2는 L1 시스널링과 공통데이터(common data)로 구성되어 있으며 L1 시그널링에 프레임 내에 있는 PLP 셀의 위치 등 프레임 구조 데이터를 보내고 공통데이터에 실려질 서비스를 위해 일반적인 PSI/SI를 포함하고 있다.

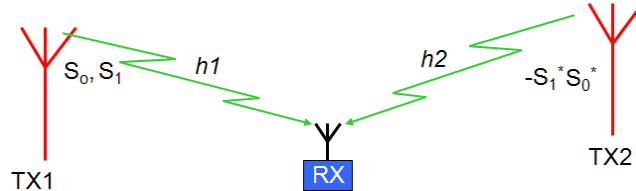
라. OFDM 생성

DVB-T2에서 마지막 전송단계인 OFDM 생성은 <그림 32>과 같이 MISO(Multiple Input Single Output) 처리, 파일럿 삽입, PAPR(Peak to Average Power Ratio) 감소 등 크게 3가지 기능으로 나눌 수 있다.



<그림 32> OFDM 생성

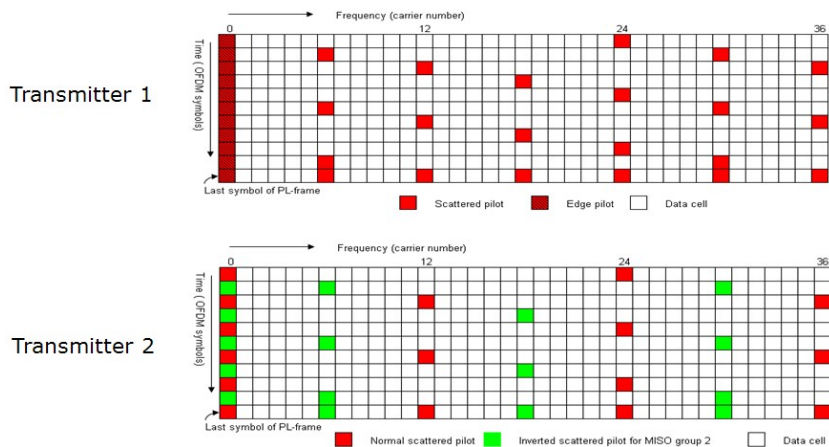
DVB-T2에서는 <그림 33>에서와 같이 간단한 SFN(Single Frequency Networks)을 구성하기 위해 송신 다이버시티 기법으로 Alamouti 기법이 사용된다.



<그림 33> 송신 다이버시티 기법

두 개의 송신 안테나(TX1, TX2)에서 각각 (S_0, S_1) , $(-S_1^*, S_0^*)$ 의 데이터 셀을 전송한다. 또한 두 안테나를 통해 전송되는 h_1, h_2 를 측정하기 위해 파일럿 패턴들도 변경된다. 이 기법을 이용하면 SFN의 커버리지 영역이 대략 30%정도 증가한다. 파일럿은 프레임의 동기, 주파수 동기, 시간 동기, 채널 추정, 전송 모드 인식 등에 사용한다. 파일럿에는 분산형(Scattered) 파일럿과 연속형(Continual) 파일럿으로 나누는데 분산형 파일럿은 무선채널의 영향을 수신기에서 추정하고 보상하기 위해 사용되고, 연속형 파일럿은 정밀한 주파수 동기나 위상 에러를 제거하기 위해 사용된다.

<그림 34>에서 보면 두 안테나를 통해 전송되는 신호의 파일럿 패턴들이 변경됨을 볼 수 있다. Transmitter 1은 SISO(Single Input Single Output)의 분산형 파일럿 패턴이고 Transmitter 2는 MISO(Multiple Input Single Output)의 분산형 파일럿 패턴이다. 분산형 파일럿 패턴은 8가지의 패턴이 존재하는데 주어진 GI(Guard Interval)에 따라 달라진다.



<그림 34> 분산형 파일럿 패턴

<표 24>에서 보듯이 분산형 파일럿 패턴은 8가지다. x열은 주파수 영역에서 파일럿 간 간격을 나타내고 y열은 파일럿의 OFDM 심볼 간 간격을 나타낸다.

<표 24> 분산형 파일럿 패턴의 파라미터

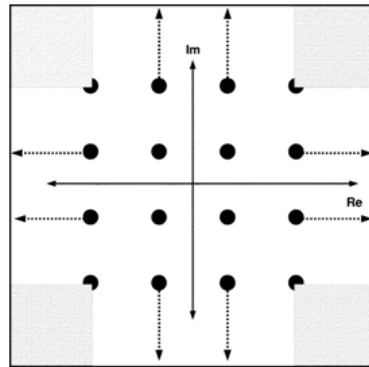
Pilot pattern	Separation of pilot bearing carriers (D_x)	Number of symbols forming one scattered pilot sequence (D_y)
PP1	3	4
PP2	6	2
PP3	6	4
PP4	12	2
PP5	12	4
PP6	24	2
PP7	24	4
PP8	6	16

또한 <표 25>는 SISO와 MISO에서 FFT 사이즈와 GI에 따른 파일럿 패턴을 나타낸다. 만약 FFT가 32K이고 GI가 FFT사이즈의 1/32이면 PP4, PP6을 사용할 수 있다.

<표 25> SISO/MISO에서 FFT 사이즈와 GI에 따른 분산형 파일럿 패턴

FFT size	Guard interval							FFT size	Guard interval						
	1/128	1/32	1/16	19/256	1/8	19/128	1/4		1/128	1/32	1/16	19/256	1/8	19/128	1/4
32K	PP7	PP4 PP6	PP2 PP8 PP4	PP2 PP8 PP4	PP2 PP8	PP2 PP8	NA	32K	PP8 PP4 PP6	PP8 PP4	PP2 PP8	PP2 PP8	NA	NA	NA
16K	PP7	PP7 PP4 PP6	PP2 PP8 PP4 PP5	PP2 PP8 PP4 PP5	PP2 PP3 PP8	PP2 PP3 PP8	PP1 PP8	16K	PP8 PP4 PP5	PP8 PP4 PP5	PP3 PP8	PP3 PP8	PP1 PP8	PP1 PP8	NA
8K	PP7	PP7 PP4	PP8 PP4 PP5	PP8 PP4 PP5	PP2 PP3 PP8	PP2 PP3 PP8	PP1 PP8	8K	PP8 PP4 PP5	PP8 PP4 PP5	PP3 PP8	PP3 PP8	PP1 PP8	PP1 PP8	NA
4K, 2K	NA	PP7 PP4	PP4 PP5	PP4 PP5	PP2 PP3	PP2 PP3	PP1	4K, 2K	NA	PP4 PP5	PP3	PP3	PP1	PP1	NA
1K	NA	NA	PP4 PP5	PP4 PP5	PP2 PP3	PP2 PP3	PP1	1K	NA	NA	PP3	PP3	PP1	PP1	NA

OFDM 변조 시스템의 높은 PAPR은 성능의 제한을 가져올 수 있다. 그리하여 DVB-T2에서는 2가지 PAPR 감소 기술을 사용한다. 톤 예약(Tone reservation)기법과 ACE(active Constellation Extension)기법이 사용되는데 톤 예약 기법은 1%의 부반송파로 임의의 복소수를 전송하는 방식이고, ACE는 피크들을 없애기 위해 성좌도를 왜곡시키는 방식이며, 바깥쪽 성좌점들을 동적으로 확장시킨다. <그림 35>는 ACE기법을 보여 주고 있다. 이를 통해 증폭기의 최대 전력 요구사항을 20% 감소시킬 수 있다.



<그림 35> ACE 기법

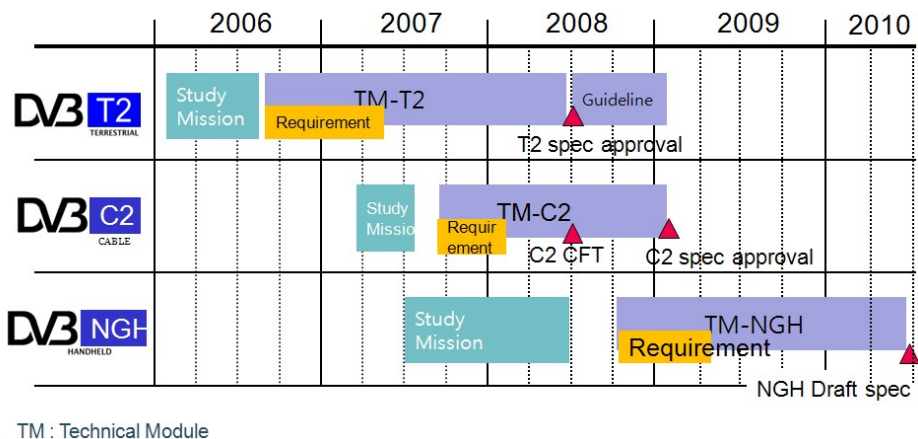
지금까지 DVB-T2의 기술을 설명하였고 DVB-T2와 DVB-T의 기술을 <표 26>에서 비교하였다. 전체적으로 보면 DVB-T에 비해 분산형과 연속형 파일럿에 대한 오버헤드가 줄었음을 알 수 있다.[8]

<표 26> DVB-T와 DVB-T2 기술비교

	DVB-T	DVB-T2
FEC	Convolutional Coding + Reed Solomon 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Modes	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
FFT size	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Scattered Pilots	8% of total	1%, 2%, 4%, 8% of total
Continual Pilots	2.6% of total	0.35% of total

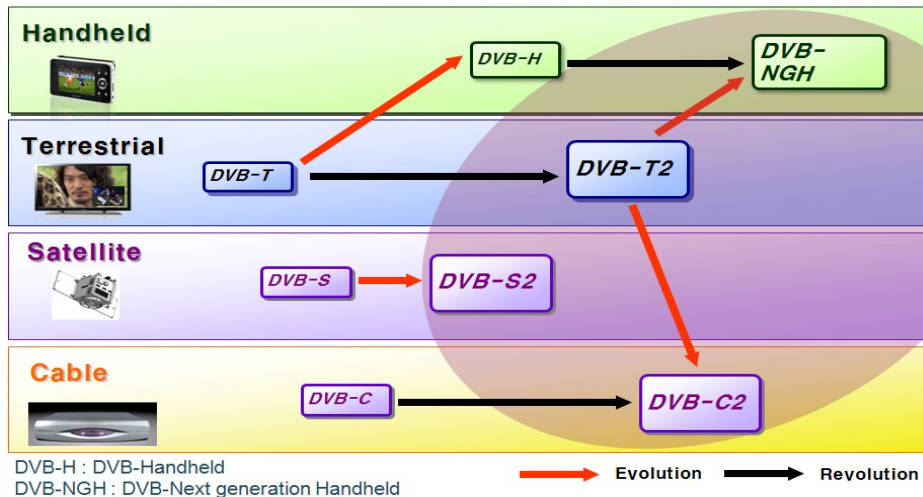
3. 표준화 및 시장 동향

DVB-T2는 단순히 새로운 표준의 의미가 아닌 1세대 표준에서 2세대 표준으로의 전환을 의미한다. 휴대 방송의 시작으로 인해 EU에서는 DVB-H를 권장하고 있지만, DVB-H가 주파수 부족으로 서비스가 어려워지자 대안으로 새로운 기술 창출이 필요하게 되었다. DVB 표준은 상호호환이 되도록 개발하는 것을 기본으로 우수한 솔루션이 있으면 새로 개발하지 않고 활용하는 것을 원칙으로 하였다. <그림 36>에서 보듯이 DVB-T2 표준은 향후 DVB-C2, DVB-NGH(DVB-Next Generation Handheld) 표준으로 진화하게 된다. 따라서 표준화 작업도 DVB-T2 표준을 기반으로 DVB-C2와 NGH의 표준화 작업이 동시에 진행되고 있다.



<그림 36> DVB 표준화 일정

<그림 37>에서 보듯이 1997년에 시작한 DVB-T를 기반으로 2006년에는 DVB-T2에 대한 연구가 시작되었고 2008년 6월에는 표준화를 위한 초안이 제안되었으며, 구현 가이드라인은 2008년 말 완성되었다. DVB-C2와 DVB-NGH는 2007년에 연구업무가 시작되어 현재 표준화 작업 중에 있다.



<그림 37> DVB 표준의 진화

현재 유럽, 아시아, 아프리카, 오세아니아 그리고 남미 등 120개 이상의 국가가 DVB-T 방식을 채택하고 있다. 2007년부터 DVB-T2 서비스 사업에 공헌한 영국의 BBC는 2009년 9월에 최초 상용 서비스를 예정하고 있다.

4. 결론

DVB-T2 기술은 우수한 솔루션을 이용하자는 원칙에 따라 DVB-S2 표준을 참고하여 LDPC/BCH 코드를 사용하였고, 최소한의 오버헤드를 위하여 PARA 감쇄기법과 SFN을 사용했으며, FFT 사이즈는 기존 8k보다 큰 16, 32k를 사용하였다. 또한 8개의 분산형 파일럿 패턴을 사용하여 채널 추정을 개선하였고 256QAM 변조 방식을 추가하여 용량을 30% 이상 증가시킬 수 있는 기술이다.

1997년에 시작한 DVB-T를 기반으로 2006년에 DVB-T2에 대한 연구가 시작되었고 2008년 6월에 표준이 제안되었으며, 2008년 말에 구현 가이드라인이 완성되었다. 영국 BBC에서는 2009년 말에 DVB-T2 상용 서비스를 준비하고 있으며, 2008년 현재 시험 방송을 진행하고 있다.

DVB-T2는 압축기술과 전송기술에 대한 효율성을 높인 장점과 동시에 역호환성이 보장되지 않아 신규주파수가 필요하다는 단점을 가지고 있다. 따라서 비록 유럽에서 만든 표준이기는 하나 디지털전환 일정 등을 고려하여 유럽내 각 국가별로 점진적으로 채택될 것으로 예상된다. 국내 학계 및 산업계는 각 국가별 기술채택 동향을 잘 관찰하면서 국내 수신기 및 장비 제조사의 해외시장 개척을 위한 기회로 적극 활용해야 할 것이며, 또한 표준화 부문에 대해서도 국내 관련기관의 지속적 관심 및 참여가 필요하다.

향후 다른 방송기술 분야에서도 이와 같이 기존방식과의 호환성을 탈피한 기술의 혁신적인 발전이 서비스로 반영되는 추세로 이어진다면 또 다른 신규 시장 창출로 이어질 수도 있을 것이기 때문에 DVB-T2의 발전 추이를 지속적으로 관찰하여 새로운 분야에서의 기술창출에 이바지하도록 노력할 필요가 있다.

VI. 시사점

우리나라는 2005년 DMB 방송의 상용화에 성공함으로써 이동방송이라는 새로운 차원의 최신 디지털 방송기술을 보유한 국가가 되었다. 그러나 북미, 유럽, 일본 등에서 ATSC-M/H, DVB-T2와 더불어 3DTV, UHDTV 방송 등 개인방송, 이동방송, 다채널 및 고품질방송 등의 새로운 기술개발과 표준화가 이루어지고 있는 상황이므로 차세대 방송통신 기술의 선점을 위한 국가간의 경쟁은 더욱 치열하게 진행되고 있다.

본 연구에서는 먼저 디지털전환 정책 추진 시 MMS 실시로 발생할 수 있는 기술적 문제를 분석하고, 지상파 DTV 방송 고도화를 위한 선진국의 차세대 방송 방식을 검토하여 국내 정책 결정 시 참고자료로 활용하고자 하였다.

먼저 국내 DTV 한 채널 대역인 6MHz에서 MMS 서비스로 추가 채널이 전송된다는 가정 하에 모드 전환이 일어날 경우의 수신기 동작 상태를 확인해본 결과, 대부분 수상기가 정상적으로 작동했으나 일부 수상기는 정지화면이 일부 녹화되지 않거나, 간혹 화면이 깨지는 현상이 발견되었다.

따라서, 지상파 DTV 방송에 MMS를 도입하기 위해서는 기 판매된 수신기의 호환성 확인과 함께 수신 중 오동작이 일어나는 수신기에 대한 대책이 마련되어야 할 것이다. 수신기 문제 해결을 위해서는 본 과제에서 제작된 시험 스트림 활용과 더불어 표준스트림 개발이 필요하며, 표준스트림 제작 및 배포를 위해서는 방송사, 제조사, 정부의 적극적인 협력체계가 필요하다. 또한 MMS 방송 서비스 실시에 검증 과정에서 도출된 시나리오 이외의 시나리오 송출 시는 제조사와의 사전 조율이 선행되어야 할 것이다.

또한 MMS에 의해 압축영상의 비트율이 감소할 경우 화질이 떨어짐을 확인하였다. 만일 MMS 방송이 시행된다면, 일반적인 영상 (대담, 드라마, 뉴스, 강의 등과 같이 움직임이 많지 않은 영상)에서 발생하는 화질열화는 미미하여 시청자에게 큰 거부감을 주지 않을 것으로 예상되나, 스포츠 또는 일부 영화와 같이 움직임이 많은 동영상에서는 상당한 화질열화가 발생하여 시청감이 저하될 수 있을 것으로 예상된다. 또 일반적인 영상에서도 순간적으로 움직임이 클 경우 (프레임간 차이가 큰 경우)에도 화질 열화가 발생할

것으로 예상되므로, 방송사는 이러한 특성을 고려하여 MMS 시행 시, 시청감의 저하를 일으킬 수 있는 화질열화가 발생하지 않도록 만전을 기할 필요가 있다. 향후 코덱 성능 향상이 추가적으로 이루어지면 압축률 증가에 따른 화질 열화도 줄어든 수 있을 것으로 전망된다.

추가로 본 연구과제에서는 지상파 방송 고도화에 대비한 차세대 방송 기술로 새로운 북미 지상파 방송 표준화 단체인 ATSC의 이동방송을 위한 표준인 ATSC-M/H 기술과 유럽 방송기술 표준화 단체인 DVB의 차세대 지상파방송 표준인 DVB-T2 기술에 대해 조사, 분석하였다.

ATSC-M/H는 미국의 신규 이동방송 표준으로서 미국, 캐나다, 멕시코, 온두라스를 포함하여 우리나라에서 사용되고 있는 기존 디지털 지상파 방송규격인 ATSC에 이동방송 서비스가 가능하도록 설계된 표준이라는 점과 우리나라가 채택한 지상파 DMB와 세계 시장에서 경쟁해야 할 기술이 될 것으로 예상된다는 점에서 우려와 관심의 대상이 되고 있다.

즉 우리나라가 채택하고 있는 디지털방송 표준이 바로 ATSC-M/H 기술의 바탕이 되는 ATSC이므로 이미 상당한 부분의 기술이 확보된 상태라는 점과, DMB 라는 세계 최초로 상용화한 이동 방송 기술을 보유한 국가라는 점은 ATSC-M/H에 대한 조기 기술 선점 및 표준화 주도가 우리나라에 절대적으로 유리한 상황이라는 점이다. 실제 ATSC-M/H 표준 초안은 삼성전자와 LG전자가 공동제안한 기술만이 모바일 서비스를 위한 요구사항을 만족하고, 2007~2008년 동안 미국의 방송국에서 실시한 시험을 통과한 상태라는 점이 이를 증명하고 있다.

따라서 우리가 주목해야 할 점은 ATSC-M/H로 인하여 북미지역에 새로운 이동방송 시장이 형성될 것이며, 단일 시장 규모로는 세계 최대인 북미 이동방송 시장에 대한 산업적 가치이다. 이는 ATSC-M/H의 북미시장 조기 선점을 위하여 국내 방송 및 계측장비 업체를 포함한 관련 산업체의 적극적인 진출 노력이 필요하다는 점을 의미한다.

더구나 ATSC-M/H 기술은 2009년부터 아날로그 방송을 중단하고 본격 디지털방송 시대를 맞이하는 미국 지상파 방송국(약 1500개의 Station)들로서는 서비스의 다변화와 이를 통한 신규 수입창출을 통해 디지털방송 전환에 더욱 박차를 가할 수 있는 중요한 시장 변화의 의미를 가지고 있다. 이러

한 미국의 방송사업자의 변화 노력은 특히 국내 DMB 산업 활성화를 기대하는 국내 이동방송 사업자들에게 시사점이 매우 크며, 북미지역 방송사업자들의 ATSC-M/H의 비즈니스 모델 및 추진 방향에 대하여 국내 이동방송사업자들은 반드시 참고할 필요가 있을 것이다.

DVB-T2 기술은 영국 BBC에서 2009년 말에 상용 서비스를 준비하고 있으며, 2008년 현재 시험 방송을 진행하고 있는 상황이다. 이제 우리나라 방송 관련 기업체는 이미 세계 시장을 목표로 하고 있다는 점에서 DVB-T2의 발전 방향 및 시장 동향도 주시해야 할 필요가 있다.

결론적으로 차세대 방송기술을 선도하기 위해서는 정부, 방송사, 제조사, 학계 및 연구소의 선도적 협력이 절대적으로 필요할 것으로 예상된다. 특히 북미와 유럽 등에서의 차세대방송 기술에 대해서는 표준화 단계부터 적극적으로 기술을 주도하고 우리나라의 기술을 반영할 필요가 있다.

차세대방송 기술의 특성상, 초기 서비스 도입기간은 해당 표준화의 이해 및 기술의 복잡성으로 인해 선발 업체의 경우 반 독과점 형태의 시장을 형성할 가능성이 매우 높으며, 국내 모바일 DTV 관련 업체의 경우 T-DMB에 대한 경험을 바탕으로 초반 공세를 원활히 할 경우 차세대방송 시장에서 조기 시장 선점이 가능할 것으로 전망된다. 이를 위해서는 차세대 방송 기술의 핵심 원천기술을 확보하고 지적재산권의 선점이 가능하도록 각 분야에서 노력하여야 할 것이고, 정부의 적극적인 지원도 병행되어야 할 것이다.

범정부적인 지원과 세계 방송 시장에 대한 국내 기업의 적극적 진출노력은 차세대 TV 솔루션, 장비, 수신기 관련 기업의 수출 시장 장악력을 극대화시키고, 막대한 수입절감 효과와 더불어 북미나 유럽 등 해외 관련업체들을 대상으로 한 장비 및 솔루션 수출을 가능하게 하여, 관련 인력들의 신규 고용 창출로 이어져 국내 경기 활성화 및 신규 고용시장 활성화에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

약 어

ACE	Active Constellation Extension
ACR	Absolutely Category Rating
ATSC	Advanced Television Systems Committee
ATSC-M/H	ATSC Mobile and Handheld
A-VSB	Advanced Vestigial Side Band
BCAST	Broadcast Services Enabler Suite
BCH	Bose Chaudhuri Hocquenghem
CBR	Constant Bit Rate
CD player	Compact Disk player
CEA	Consumer Electronics Association
CES	Consumer Electronics Show
CIF	Common Intermediate Format
DMB	Digital Multimedia Broadcasting
DRM	Digital Right Management
DSCQS	Double Stimulus Continuous Quality Scale Method
DTV	Digital Television
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial
DVB-T2	DVB Second Generation Terrestrial
ELG	European Launching Group
EPG	Electronic Program Guide
E-VSB	Enhanced Vestigial Side Band
FEC	Forward Error Correction
FEF	Future Extension Frames
FFT	Fast Fourier Transform
FIC	Fast Information Channel
GAT	Guide Access Table
GI	Guard Interval

GSE	Generic Stream Encapsulation
HDTV	High-definition Television
HE-AAC	High Efficiency Advanced Audio Coding
ITU-R	International Telecommunication Union – Radio-Communication Sector
ITU-T	ITU-Telecommunication Standardization Sector
LCD	Liquid Crystal Display
LDPC	Low Density Parity Check
MDS	Multi Distribution System
MISO	Multi Input Single Output
MMS	Multi Mode Service
MOS	Mean Opinion Score
MPE	Multi Protocol Encapsulation
MPEG	Moving Picture Expert Group
MPH	Mobile Pedestrian Handheld
NGH	Next Generation Handheld
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OMA	Open Mobile Alliance
PAPR	Peak-to-Average Power Ratio
PDP	Plasma Display Panel
PIP	Picture In Picture
PSIP	Program and System Information Protocol
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RME	Rich Media Environment
RF	Radio Frequency
RS	Reed Solomon
SD	Standard-definition
SDI	Serial Digital Interface
SFN	Single Frequency Network

SMT	Service Map Table
TDM	Time Division Multiplex
TS	Transport Stream
TSG	Technology and Standards Group
TVCT	Terrestrial Virtual Channel Table
UHF	Ultra High Frequency
VBR	Variable Bit Rate
VCR	Video Cassette Recorder
8VSB	8-level Vestigial Side Band
VHF	Very High Frequency

참 고 문 헌

- [1] Candidate Standard ATSC-M/H Standard, A/153, Part 1 - Mobile /Handheld Digital Television System, 2009
- [2] Draft ETSI EN 302 755, V1.1.1, Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), Oct. 2008
- [3] ATSC standard A/65C, Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable, 2006
- [4] ITU-R BT.500-11, Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures, 2002
- [5] ITU-T P.910, Subjective video quality assessment methods for multimedia applications, April 2008
- [6] J.Bigen."The New Terrestrial Television Standard DVB-T2" KOBA2008 Conference. May 2008
- [7] 서정욱, 김현식, 전원기, 백종호, 김동구 "ASO(Analogue Switch Off) 시대를 위한 차세대 지상파 TV 표준 DVB-T2기술소개", 한국통신학회지, 제25권, 제8호, pp.55-61, 2008. 7
- [8] DVB Fact Sheet, "DVB-T2 2nd Generation Terrestrial Broadcasting", http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/, August 2008

방송통신위원회 정책 2008-13

지상파 DTV 기술고도화 방안연구

발 행 일 2008년 12월 (비매품)

발 행 인 최 시 중

발 행 처 방송통신위원회

서울특별시 종로구 세종로 20 방송통신위원회

대표전화: 02-750-1114

E-mail: webmaster@kcc.go.kr

Homepage: www.kcc.or.kr

인 쇄 처 (주) 서 등
